

## بررسی تحمل به خشکی در برخی ارقام آفتاب‌گردان با استفاده از شاخص‌های تحمل

فرهاد حسن طهرانی<sup>۱\*</sup> و امیر حسین کشتکار<sup>۲</sup>

### چکیده

تنش خشکی هر ساله سبب از بین رفتن بخش زیادی از محصولات زراعی جهان می‌شود. شناسایی و اصلاح گیاهان متحمل یکی از مناسب‌ترین روش‌ها، جهت مقابله با این تنش است. برای شناسایی متحمل‌ترین رقم آفتاب‌گردان به تنش خشکی و گزینش بهترین شاخص تحمل، آزمایشی روی هشت رقم آفتاب‌گردان در سال ۱۳۹۲ در محل مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. در این پژوهش تنش آبی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اعمال شد. سطوح آبیاری در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. پس از رسیدگی کامل، کرت‌های بدون تنش و تنش دیده برداشت شد و تجزیه آماری روی داده‌ها انجام شد. مهم‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل شاخص متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تولید میانگین هارمونیک (HARM)، میانگین هندسی قابلیت تولید (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص میزان محصول تنش و غیرتنش (SNPI) بودند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که صفت تعداد دانه در طبق از صفت وزن هزار دانه حساسیت بیشتری داشت. بیشترین کاهش عملکرد مربوط به رقم ایروفلور با ۸۹۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین کاهش عملکرد به ترتیب مربوط به رقم آجیلی و رقم پومار با ۲۲۱ و ۲۲۲ کیلوگرم در هکتار بود. با این حال رقم پومار در هر دو شرایط رطوبتی کمترین عملکرد را تولید کرد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز مشخص کرد که شاخص‌های SNPI و YI برای گزینش ارقام متحمل، مناسب‌ترین شاخص و بر اساس نمودار بای‌پلات رسم شده ارقام آجیلی و مستر متحمل‌ترین، در حالیکه ایروفلور و گابور حساس‌ترین ارقام به تنش خشکی شناخته شدند.

**واژه‌های کلیدی:** آفتاب‌گردان، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، شاخص‌های تحمل به خشکی، عملکرد دانه.

**ارجاع:** حسن طهرانی ف. و کشتکار ا. ح. ۱۳۹۵. بررسی تحمل به خشکی در برخی ارقام آفتاب‌گردان با استفاده از شاخص‌های تحمل. نشریه گیاه زراعی و تنش‌های محیطی. ۱(۱): ۴۵-۵۳.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.  
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

\* نویسنده مسئول: [farhadtehrani1989@gmail.com](mailto:farhadtehrani1989@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۳

## مقدمه

آفتاب‌گردان با نام علمی *Helianthus annuus* L. گیاه بومی نواحی مرکزی قاره آمریکا بوده با توجه به دامنه سازگاری بالا امروزه در بیشتر نقاط جهان کشت می‌شود. ارقام اصلاح شده آفتاب‌گردان که به عنوان گیاه روغنی شناخته می‌شوند دارای ۴۰ تا ۵۰ درصد روغن هستند (خواجه‌پور، ۱۳۸۶). بر اساس آمارهای سازمان خوار و بار جهانی دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین تأمین کننده غذای جهان هستند. همچنین آفتاب‌گردان در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ به ترتیب با تولید جهانی ۳۸/۸ و ۳۵/۲ میلیون تن جایگاه پنجم را بین دانه‌های روغنی کسب کرده است (فائو، ۲۰۱۲).

خشکسالی یکی از عوامل محدود کننده تولید گیاهان در بیشتر مزارع کشاورزی جهان است. یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل است که شناخت و درک این موضوع که هر یک از گیاهان چگونه با تنش خشکی مقابله می‌کنند مهم است (کلیک و یاکباسانلار، ۲۰۱۰). برای رسیدن به این هدف گزینش ارقام متحمل بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش همچنین شاخص‌های تحمل و نمودارهای دو و سه بعدی انجام می‌شود (فرناندز، ۱۹۹۲). برای پیدا کردن ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص‌های MP، TOL و فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص SSI را ارائه کردند. فرناندز (۱۹۹۲) ژنوتیپ‌ها را بر اساس عملکردشان در شرایط بدون تنش و تنش به چهار گروه تقسیم کرد: گروه A که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، گروه B در شرایط بدون تنش، گروه C در شرایط تنش عملکرد خوبی را تولید می‌کنند و گروه D در هر دو محیط عملکرد مناسبی ندارند. وی در همین راستا بیان کرد شاخص‌های MP، TOL و SSI در گروه‌بندی مؤثر گروه‌ها، طوری که بتوانند ژنوتیپ‌های دسته A را از دیگر گروه‌ها جدا کنند کارایی پایینی دارند، به همین جهت شاخص STI که شاخص مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A است را ارائه و پیشنهاد کرد ارقام متحمل بر اساس نمودارهای سه‌بعدی دارای محورهای عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش و شاخص‌های تحمل، گزینش شوند. روزیلین و هامبلین (۱۹۸۱) با ارائه دو شاخص TOL و MP بیان کردند شاخص TOL می‌تواند در انتخاب ارقامی که در شرایط تنش کمترین افت عملکرد را دارند استفاده شود و

شاخص MP در گزینش ارقام پر محصولی که در شرایط آبیاری کامل عملکرد بالا و در شرایط تنش آبی عملکرد خوبی ایجاد می‌کنند، مناسب باشد.

عوض‌آبادی و همکاران (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که تأمین آب کافی در مرحله گلدهی و گرده افشانی سبب بالا رفتن تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در آفتاب‌گردان می‌شود و افزایش طول دوره آبیاری از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آن در نتیجه کاهش منابع فتوسنتزی سبب کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه و در نهایت افت عملکرد می‌شود.

عباسی‌سیه‌جانی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی روی سه رقم آفتاب‌گردان دریافتند که رقم ایروفلور در شرایط تنش با عملکرد ۲۶۷۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را در شرایط تنش در بین ارقام موجود در آزمایش داشت. از نظر شاخص‌های TOL و SSI، ایروفلور و از نظر شاخص‌های MP، GMP و STI، رقم آرمایرسکی بیشترین تحمل را از خود نشان دادند، اما از نظر شاخص‌های TOL و SSI این رقم حساس‌ترین شناخته شد. همچنین سه شاخص MP، GMP و STI دارای همبستگی معناداری با هم بودند.

کریمی‌کاخکی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اثر شش سطح آبیاری روی چهار رقم آفتاب‌گردان به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ، سرعت، رشد محصول و تجمع ماده خشک در بین ارقام بررسی شده متعلق به رقم ایروفلور بود. رضایی‌زاد (۱۳۸۶) در پژوهشی با بررسی ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان دریافت که تنش خشکی روی برخی صفات از جمله شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد روغن، قطر ساقه، ارتفاع بوته و قطر طبق تأثیرگذار است. همچنین نتایج نشان داد که شاخص‌های GMP و STI مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان است.

جباری و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی با بررسی قابلیت استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در هیبریدهای آفتاب‌گردان دریافتند که شاخص STI به واسطه داشتن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه برای شناسایی هیبریدهای پر محصول و متحمل به تنش خشکی مناسب است. در این پژوهش، صفاتی از قبیل وزن خشک طبق، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته و عملکرد دانه در سطوح

**مواد و روش‌ها**

برای ارزیابی ارقام آفتاب‌گردان نسبت به تحمل خشکی در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی که سطوح آبیاری در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا در روستای دستجرد همدان (۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی) انجام شد. ارتفاع محل انجام آزمایش ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا بود. بر اساس آزمون خاک، بافت خاک محل، سیلتی رسی بوده و نتایج کلی آزمون خاک به شرح جدول ۱ بوده است.

مختلف تنش با هم تفاوت بسیار معنی‌داری داشتند. هیبریدهای مختلف نیز از نظر وزن هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت بسیار معنی‌داری با هم داشتند. آزمون همبستگی نیز نشان داد شاخص STI با شاخص‌های MP، TOL، SSI و GMP همبستگی معنی‌داری دارند.

با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند خشکی و ضرورت استفاده از ارقام متحمل به خشکی در این پژوهش، برای بررسی میزان تحمل برخی از ارقام آفتاب‌گردان نسبت به تنش خشکی، تعیین بهترین رقم و مناسب‌ترین شاخص تحمل در شرایط همدان، آزمایشی در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد.

**جدول ۱- آنالیز خاک**

هدایت الکتریکی EC (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته کل اشباع PH	نیتروژن کل N (درصد)	فسفر قابل جذب P (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب K (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰/۹	۸/۱۹	۰/۱۱	۲۰	۲۳۰

کرت به عنوان حذف اثر حاشیه در نظر گرفته شد. کرت‌های اصلی شامل تیمار آبیاری و کرت‌های فرعی شامل ارقام بودند.

کاشت در ۱۶ اردیبهشت ۱۳۹۲ انجام شد. هر کرت شامل ۸ خط ۳ متری به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود، که نیم متر از هر طرف

**جدول ۲- ویژگی‌های ارقام مورد آزمایش در طرح پژوهشی**

نام رقم	طول دوره رشد	نوع بذر	مبدأ
ایروفلور	میان رس	هیبرید	فرانسه
گابور	دیر رس	OP	-
سانبرو	زود رس	OP	ترکیه
رکورد	دیر رس	OP	رومانی
مستر	میان رس	OP	روسیه
سیرنا	میان رس	OP	ترکیه
پومار	میان رس	هیبرید	فرانسه
بومی آجیلی سنقر	دیر رس	OP	-

بوته و برای تعیین عملکرد دانه نیز ۲/۵ مترمربع از هر کرت برداشت شد. صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های تحمل محاسبه شد و تجزیه واریانس صفات، مقایسه میانگین صفات با روش آزمون چند دامنه دانکن، تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل با روش

آبیاری بر اساس تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A انجام شد. آبیاری در کرت‌های شامل آبیاری کامل در ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح طشتک و کرت‌های شامل تنش خشکی در ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (کازمی‌تبار و همکاران، ۱۳۸۶) از سطح طشتک و اعمال تنش در تیمارهای مورد نظر در هر رقم در مرحله گلدهی و پر شدن دانه انجام شد برای تعیین صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه ۴

معنی‌داری نداشت. همچنین عامل رقم برای سه صفت عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد. برای عامل اثر متقابل رقم در محیط فقط تعداد دانه در طبق تفاوت بسیار معنی‌داری نشان داد اما صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. عملکرد دانه و اجزای عملکرد مهمترین صفاتی هستند که تنش خشکی روی آن‌ها تأثیرگذار است (جباری و همکاران، ۱۳۸۷).

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی (جدول ۴) به روش آزمون چند دامنه دانکن نشان داد تعداد دانه در طبق برای سطوح عامل آبیاری در دو گروه و وزن هزار دانه و عملکرد دانه در یک گروه آماری قرار گرفتند. چنین استنباط می‌شود که هرگاه گیاهی با شرایط تنش روبرو شود تعداد دانه را کم کرده و مواد فتوسنتزی ساخته شده را در تعداد کمتری از منابع ذخیره که همان دانه‌ها هستند ذخیره می‌کند (بلام، ۲۰۱۰). مقایسه میانگین عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش نشان داد ارقام ایروفولور و آجیلی در یک گروه آماری قرار گرفته و در متوسط دو شرایط تنش آبی و بدون تنش بیشترین عملکرد را داشتند. همچنین رقم پومار با تولید کمترین عملکرد در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفت. رقم ایروفولور بیشترین و رقم آجیلی کمترین مقدار متوسط صفت تعداد دانه در طبق را داشتند. بیشترین وزن هزار دانه نیز به رقم آجیلی تعلق و در بین ارقام روغنی نیز رقم مستر بیشترین وزن هزار دانه را داشت. همچنین رقم پومار و رقم سانبرو کمترین وزن هزار دانه را داشتند. به نظر می‌رسد وزن هزار دانه در رقم آجیلی توانسته تعداد کم دانه طبق را جبران کرده و عملکرد را بالا ببرد. رشدی و همکاران (۱۳۸۵) نیز به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی تأثیر چندانی بر وزن صد دانه نداشته و تنش با تأثیرگذاری بر تعداد دانه در طبق سبب تغییر در عملکرد دانه می‌شود. همچنین عباسی‌سیه‌جانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر سه رقم آفتابگردان دریافتند که تمامی منابع تغییر به غیر از اثر متقابل تنش در رقم معنی‌دار بودند.

تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به خشکی که بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد (جدول ۵) نشان داد شاخص‌های MP، GMP، STI، HARM، SNPI و YI در سطح احتمال یک درصد تفاوت بسیار معنی‌داری داشتند که نشان می‌دهد برای انتخاب ارقام یا ژنوتیپ‌های

آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. همچنین همبستگی بین شاخص‌های تحمل محاسبه شد و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز به وسیله نرم‌افزارهای Excel 2013، Minitab16 و SAS 9.1 انجام شد. پس از اندازه‌گیری صفات، شاخص‌های تحمل به خشکی برای ارقام مختلف به شرح زیر اندازه‌گیری شد:

۱. شاخص حساسیت به تنش<sup>۱</sup> (فیشر و مورر، ۱۹۷۸):

$$SSI = (1 - Y_s / Y_p) / SI \quad (1)$$

$$SI = 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p) \quad (2)$$

که در آن‌ها YP عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Ys عملکرد در محیط تنش،  $\bar{Y}_p$  متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش،  $\bar{Y}_s$  متوسط عملکرد در محیط دارای تنش و SI شاخص تنش<sup>۲</sup> است.

۲. شاخص تحمل<sup>۳</sup>، متوسط عملکرد<sup>۴</sup> و میانگین هارمونیک<sup>۵</sup> (روزیل و هابلین، ۱۹۸۱):

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (3)$$

$$MP = (Y_p + Y_s) / 2 \quad (4)$$

$$HARM = 2(Y_p * Y_s) / (Y_p + Y_s) \quad (5)$$

۳. میانگین هندسی قابلیت تولید<sup>۶</sup> و شاخص تحمل به تنش<sup>۷</sup> (فرناندز، ۱۹۹۲):

$$GMP = \sqrt{Y_p * Y_s} \quad (6)$$

$$STI = Y_p * Y_s / (\bar{Y}_p)^2 \quad (7)$$

۴. شاخص عملکرد<sup>۸</sup> (گاووزی و همکاران، ۱۹۹۷):

$$YI = Y_s / \bar{Y}_s \quad (8)$$

۵. شاخص میزان محصول تنش و غیرتنش<sup>۹</sup> (موسوی و همکاران، ۲۰۰۸):

$$SNPI = \sqrt[3]{(Y_p + Y_s) / (Y_p - Y_s)} * \sqrt{Y_p * Y_s * Y_s} \quad (9)$$

## نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) فقط تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد برای عامل تنش معنی‌دار بود، اما وزن هزار دانه و عملکرد دانه تفاوت

1- Stress Susceptibility Index

2- Stress Index

3- Tolerance

4- Mean Productivity

5- Harmonic Mean

6- Geometric Mean Productivity

7- Stress Tolerance Index

8- Yield Index

9- Stress Non-stress Production Index

متحمل می‌توانند شاخص‌های مطلوبی باشند. مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل (جدول ۶) نیز مؤید نتایج بالا است. مقایسه میانگین شاخص GMP برای ارقام مختلف نشان می‌دهد رقم آجیلی بیشترین و رقم پومار کمترین مقدار را داشتند. همچنین مقایسه میانگین شاخص STI نیز همین نتیجه را نشان داد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)
تنش	۱	۳۷۳۵۸۳۲ <sup>ns</sup>	۷۹۲۱۸ <sup>**</sup>	۲۶۱ <sup>ns</sup>
بلوک	۲	۱۷۴۷ <sup>ns</sup>	۶۰۱ <sup>ns</sup>	۸ <sup>ns</sup>
اشتباه a	۲	۲۱۱۰۶۳	۴۵۹	۹۸
رقم	۷	۱۲۳۵۸۴۶ <sup>**</sup>	۳۵۹۹۲ <sup>**</sup>	۱۰۲۹ <sup>**</sup>
تنش × رقم	۷	۸۷۶۹۵ <sup>ns</sup>	۴۸۵۶ <sup>**</sup>	۲۴ <sup>ns</sup>
اشتباه b	۲۸	۱۵۴۴۸۹	۱۴۲۲	۳۳

ns تفاوت غیرمعنی‌دار، \* تفاوت در سطح ۵ درصد، \*\* تفاوت در سطح یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

عوامل	عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)
تیمار آبیاری			
آبیاری کامل	۲۲۳۱/۲ <sup>a</sup>	۴۴۹ <sup>a</sup>	۵۰/۶۱ <sup>a</sup>
تنش آبی	۱۶۷۳/۲۹ <sup>a</sup>	۳۶۷ <sup>b</sup>	۴۵/۹۴ <sup>a</sup>
رقم			
ایروفلور	۲۴۳۱/۶ <sup>a</sup>	۵۶۸ <sup>a</sup>	۴۲/۶۵ <sup>b</sup>
گابور	۱۸۷۵/۴ <sup>bc</sup>	۴۰۵ <sup>cd</sup>	۴۵/۹۶ <sup>bc</sup>
سانبرو	۱۵۳۲ <sup>cd</sup>	۳۹۶ <sup>cd</sup>	۳۸/۳۳ <sup>c</sup>
رکورد	۲۰۰۴/۵ <sup>abc</sup>	۴۱۸ <sup>bc</sup>	۴۷/۷ <sup>b</sup>
مستر	۲۳۲۶ <sup>ab</sup>	۴۵۹ <sup>b</sup>	۵۰/۱۸ <sup>b</sup>
سیرنا	۱۷۱۴/۵ <sup>cd</sup>	۳۷۱ <sup>ed</sup>	۴۶/۰۵ <sup>b</sup>
پومار	۱۲۲۸/۳ <sup>d</sup>	۳۳۴ <sup>ef</sup>	۳۶/۷ <sup>c</sup>
آجیلی	۲۵۰۵ <sup>a</sup>	۳۱۷ <sup>c</sup>	۷۸/۶۵ <sup>a</sup>
آجیلی	۲۵۰۵ <sup>a</sup>	۳۱۷ <sup>c</sup>	۷۸/۶۵ <sup>a</sup>

در هر ستون اعداد با حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به تنش

شاخص	درجه آزادی	میانگین مربعات	خطا
Yp	۲	۷۰۸۴۱۳ <sup>*</sup>	۲۱۲۴۶۹
Ys	۲	۰/۰۴۱۴۶۰۶۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۴۸۹۲
SSI	۲	۱/۱۹ <sup>ns</sup>	۱/۱۵۵
TOL	۲	۱۷۷۵۳۹۱ <sup>ns</sup>	۲۳۴۳۳۲
MP	۲	۶۱۷۹۲۳ <sup>ns</sup>	۸۹۸۹۶
GMP	۲	۶۱۷۹۲۳ <sup>**</sup>	۸۵۰۳۹
STI	۲	۰/۱۳۶۵۴ <sup>**</sup>	۰/۰۱۴۵۷
HARM	۲	۶۰۹۴۹۰ <sup>**</sup>	۸۱۷۸۶
SNPI	۲	۰/۱۲۰۶۴ <sup>**</sup>	۰/۰۲۱۵۴
YI	۲	۰/۲۰۹۷۷۲ <sup>**</sup>	۰/۰۲۴۶۲

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص های تحمل

YI	SNPI	HARM	STI	GMP	MP	TOL	SSI	
۱/۱۶ <sup>abc</sup>	۳/۵۹ <sup>ab</sup>	۲۳۴۹/۳ <sup>a</sup>	۱/۱۴ <sup>ab</sup>	۲۳۹۰ <sup>ab</sup>	۲۴۳۱/۶ <sup>ab</sup>	۸۹۳/۳ <sup>a</sup>	۱/۴۸ <sup>a</sup>	ایروفلور
۰/۸۸۴ <sup>cde</sup>	۳/۴۷ <sup>b</sup>	۱۷۹۲/۵ <sup>cd</sup>	۰/۶۷ <sup>bcd</sup>	۱۸۳۳ <sup>bc</sup>	۱۸۷۵/۴ <sup>bc</sup>	۷۵۲/۳ <sup>a</sup>	۱/۵۸ <sup>a</sup>	گابور
۰/۷۱۱ <sup>de</sup>	۳/۳۷ <sup>b</sup>	۱۴۵۹/۹ <sup>de</sup>	۰/۴۵ <sup>de</sup>	۱۴۹۵/۴ <sup>de</sup>	۱۵۳۲ <sup>cd</sup>	۶۴۹/۶ <sup>a</sup>	۱/۶۰ <sup>a</sup>	سانبرو
۰/۹۹۲ <sup>bcd</sup>	۳/۶۴ <sup>ab</sup>	۱۹۰۴/۵ <sup>bcd</sup>	۰/۷۸ <sup>abc</sup>	۱۹۵۳/۵ <sup>bcd</sup>	۲۰۰۴/۵ <sup>abc</sup>	۶۳۲/۷ <sup>a</sup>	۰/۶۵ <sup>a</sup>	رکورد
۱/۲۳ <sup>ab</sup>	۳/۷۳ <sup>ab</sup>	۲۲۴۵ <sup>abc</sup>	۱/۰۷ <sup>ab</sup>	۲۲۸۴/۹ <sup>abc</sup>	۲۳۲۶ <sup>ab</sup>	۴۳۰/۸ <sup>a</sup>	۰/۱۵۱ <sup>a</sup>	مستر
۰/۸۲۶ <sup>de</sup>	۳/۴۳ <sup>b</sup>	۱۶۴۸/۸ <sup>ed</sup>	۰/۵۶ <sup>cd</sup>	۱۶۸۱/۳ <sup>de</sup>	۱۷۱۴/۵ <sup>cd</sup>	۶۴۱/۵ <sup>a</sup>	۱/۶۶ <sup>a</sup>	سیرنا
۰/۶۶۵ <sup>۲e</sup>	۳/۵۵ <sup>ab</sup>	۱۲۱۰/۳ <sup>e</sup>	۰/۳ <sup>e</sup>	۱۲۱۹/۳ <sup>e</sup>	۱۲۲۸/۳ <sup>d</sup>	۲۳۰/۶ <sup>a</sup>	۰/۵۶۵ <sup>a</sup>	پومار
۱/۴۰ <sup>a</sup>	۳/۹۸ <sup>a</sup>	۲۴۹۸/۶ <sup>a</sup>	۱/۲۵ <sup>a</sup>	۲۵۰۲/۳ <sup>a</sup>	۲۵۰۵/۸ <sup>a</sup>	۲۲۱/۶ <sup>a</sup>	۰/۳۹۸ <sup>a</sup>	آجیلی

در هر ستون اعداد با حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

دریافت این دو شاخص، ضریب همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط تنش دارند. همچنین موسوی و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی روی گندم (*Triticum aestivum* L.) دریافتند شاخص SNPI دارای رابطه بالایی با عملکرد در شرایط تنش است. گزارش های مشابه دیگر از سوی جباری و همکاران (۱۳۸۷)، عوض آبادیان و همکاران (۱۳۹۲)، ده بالایی و همکاران (۲۰۱۳) و سینیک و همکاران (۲۰۱۳) ارائه شده است.

در بررسی همبستگی بین شاخص های تحمل به خشکی (جدول ۷) مشخص شد شاخص های MP، GMP، STI، HARM و YI بیشترین ضریب همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل داشتند که رابطه بسیار معنی داری را نشان داد. ضریب های همبستگی شاخص های MP، GMP، STI، HARM و SNPI با عملکرد در شرایط تنش آبی نیز بسیار معنی دار بود. گزارش های مشابه زیادی در این زمینه ارائه شده است. فرناندز (۱۹۹۲) با ارائه شاخص های GMP و STI

جدول ۷- همبستگی شاخص های تحمل به تنش

SNPI	HARM	STI	GMP	MP	TOL	SSI	Ys	Yp	
								۰/۸۷ <sup>**</sup>	Ys
							-۰/۵۳ <sup>ns</sup>	-۰/۵۸ <sup>ns</sup>	SSI
						۰/۸۸ <sup>**</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۸ <sup>ns</sup>	TOL
					۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۹۶ <sup>**</sup>	۰/۹۶ <sup>**</sup>	MP
				۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۹۷ <sup>**</sup>	۰/۹۶ <sup>**</sup>	GMP
			۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۰۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۹۸ <sup>**</sup>	۰/۹۳ <sup>**</sup>	STI
		۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۰۷۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۸ <sup>**</sup>	۰/۹۵ <sup>**</sup>	HARM
	۰/۸۴ <sup>**</sup>	۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۸۳ <sup>*</sup>	۰/۸۱ <sup>*</sup>	۰/۴۴ <sup>ns</sup>	-۰/۷۵ <sup>*</sup>	۰/۹۳ <sup>**</sup>	۰/۶۴ <sup>ns</sup>	SNPI
۰/۹۳ <sup>**</sup>	۰/۹۸ <sup>**</sup>	۰/۸۳ <sup>*</sup>	۰/۹۷ <sup>**</sup>	۰/۹۶ <sup>**</sup>	-۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۵۳ <sup>ns</sup>	۱ <sup>**</sup>	۰/۸۷ <sup>**</sup>	YI

ns تفاوت غیرمعنی دار، \* تفاوت در سطح ۵ درصد، \*\* تفاوت در سطح یک درصد

بیشتر به خشکی بوده است، بنابراین می توان این مؤلفه را مؤلفه تحمل به خشکی نام گذاری کرد. دومین مؤلفه نیز توانست ۲۲ درصد تغییرات داده ها را توجیه کند. در این مؤلفه شاخص های SSI و TOL با داشتن ضریب های بردار ویژه بالا در این مؤلفه نقش مهمی داشتند. به طور کلی مقدار بالای این شاخص ها نشان دهنده حساسیت بیشتر نسبت به تنش خشکی بود. بنابراین، می توان این مؤلفه را مؤلفه حساسیت به تنش یا مؤلفه افت عملکرد نام گذاری

برای شناسایی مناسب ترین شاخص تحمل و متحمل ترین رقم از تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) استفاده شد. با توجه به تجزیه انجام شده (جدول ۸) دو مؤلفه اول ۹۹ درصد از کل واریانس داده ها را توجیه کرد. مؤلفه اول ۷۷ درصد از واریانس کل داده ها را توجیه کرد. در این مؤلفه شاخص های MP، GMP، STI، HARM، SNPI و YI با دارا بودن ضریب های بردار ویژه بالا سهم زیادی در این مؤلفه داشتند. مقدار بالاتر شاخص های مذکور نشان دهنده تحمل



## نتیجه‌گیری

آبی تحمل بیشتری نشان داده و عملکرد خوبی را ایجاد کند. ارقام هیبرید همواره عملکرد مناسبی نداشته و ممکن است در مواجهه با شرایط هر منطقه عملکرد متفاوتی داشته باشند. در این پژوهش مشخص شد، رقم یومار هر چند یک رقم هیبرید است اما در منطقه همدان عملکرد مناسبی ندارد، اما نسبت به تنش خشکی تحمل بیشتری از خود نشان داد که این موضوع قابلیت بررسی و پژوهش بیشتری دارد.

این پژوهش نشان داد شاخص‌های تحمل به تنش SNPI و YI می‌تواند برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی در گیاه آفتاب‌گردان شاخص‌های مناسبی باشند. به نظر می‌رسد ارقام بومی با شرایط آب و هوایی هر منطقه سازگار شده و نسبت به تنش‌های محیطی سازگارتر هستند. در این پژوهش هم مشخص شد رقم آجیلی که یک اکوتیپ سازگار شده با منطقه است توانست در مواجهه با تنش کم

## منابع

۱. جباری ح. اکبری غ. ع. دانشیان ج. دادی ا. و شهبازیان ن. ۱۳۸۷. قابلیت استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در هیبریدهای آفتاب‌گردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱(۴): ۱-۱۷.
۲. خواجه‌پور م. ر. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۶۴ ص.
۳. رشدی م. حیدری شریف‌آباد ح. کریمی م. نورمحمدی ق. و درویش ف. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتاب‌گردان. ویژه‌نامه علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲(۱): ۱۰۹-۱۲۱.
۴. رضایی‌زاد ع. ۱۳۸۶. واکنش برخی از ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنش خشکی. مجله نهال و بذر. ۲۳(۱): ۴۳-۵۸.
۵. عباسی سیه‌جانی ا. فرح‌وش ف. خورشیدی‌بنام م. ح. و صادقی آ. ۱۳۸۹. کاربرد شاخص‌های مختلف ارزیابی تنش برای بررسی عملکرد ارقام آفتاب‌گردان در شرایط خشکی. مجله علوم نوین کشاورزی. ۶(۱۸): ۵۵-۶۴.
۶. عوض‌آبادیان ت. مسعود سینیکی ج. حسنی ن. دشتیان ع. و زارعی م. ۱۳۹۲. بررسی واکنش برخی ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۲: ۱۲-۲۳.
۷. کاظمی تبار س. ک. بتوارک س. فتوحی ی. و رضایی م. ۱۳۸۶. شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus L.*) با استفاده از شاخص‌های مقاومت، نمودارهای پراکنش دو و سه بعدی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۸(۲): ۳۵۷-۳۶۶.
۸. کاکایی م. زبرجدی ع. مصطفایی ع. و رضایی‌زاد ع. ۱۳۸۹. شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۴): ۱۰۷-۱۲۴.
۹. کریمی‌کاخکی م. سپهری ع. و ابوطالبیان م. ع. ۱۳۸۹. اثر کم آبیاری در دوران رشد زایشی بر رشد و عملکرد چهار رقم جدید آفتاب‌گردان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱(۳): ۵۹۹-۶۱۲.
۱۰. منجم س. محمدی و. و احمدی ع. ۱۳۹۰. ارزیابی تحمل به خشکی در برخی از ارقام زراعی کلزا با استفاده از شاخص‌های ارزیابی تنش. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۱): ۱۵۱-۱۶۹.
11. Blum A. 2010. Plant Breeding for Water-Limited Environments. Springer Science, New York. 255 p.
12. Click H. and Yagbasanlar T. 2010. The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1): 164-170.
13. Dehbalaei S. Farshadfar E. and Farshadfar M. 2013. Assessment of drought tolerance in bread wheat genotypes based on resistance/ tolerance indices. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(20): 2352-2358.
14. FAO. 2012. Food outlook, global information and early warning system on food and agriculture. Rome - Italy.
15. Farshadfar E. Mohammadi R. Farshadfar M. and Dabiri S. 2013. Relationships and repeatability of drought tolerance indices in wheat-rye disomic addition lines. Australian Journal of Crop Science. 7(1): 130-138.
16. Fernandez G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo C. C. (Ed.) Proconf an International Symposium on Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhuah, Taiwan . pp. 257-270.



17. Fisher R. A. and Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars grain yield response. Australian Journal Agriculture Research. 29: 897-912.
18. Gavuzzi P. Rizza F. Palumbo M. Campalino R. G. Ricciardi G. L. and Borghi B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal Plant Science. 77: 523-531.
19. Moosavi S. S. Yazdi Samadi B. Naghavi M. R. Zali A. A. Dashti H. and Pourshahbazi A. 2008. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. Desert. 12: 165-178.
20. Rosielle A. A. and Hamblin J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop. Science. 21: 943-946.
21. Sincik A. Tanju goksoy A. and Dogan R. 2013. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to irrigation and nitrogen fertilization rates. Zemdirbyste-Agriculture. 100(2): 151-158.

