

## ارزیابی ریخت‌شناسی و تحمل به تنش خشکی در جمعیت‌هایی از *Aegilops cylindrica* در ایلام

افسانه نوری<sup>۱\*</sup>، علی اشرف مهرابی<sup>۲</sup> و هوشمند صفری<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

پست الکترونیک: ru\_noori@yahoo.com

۲- دانشیار، دکتری تخصصی بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۴

### چکیده

به منظور معرفی شاخص‌های تحمل به خشکی در ۴۸ اکسشن از گیاه *Aegilops cylindrica* آزمایشی در قالب طرح آزمایشی آگمنت بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار در دو شرایط تنش خشکی و غیر تنش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام انجام شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی میان شاخص‌ها و عملکرد بیولوژیک جمعیت‌ها، شاخص‌های میانگین هارمونیک، تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین حسابی بهره‌وری، همبستگی بالایی با عملکرد بیولوژیک در دو شرایط تنش و غیر تنش داشته و در غربالگری جمعیت‌ها بهتر عمل کردند. تجزیه اطلاعات شاخص‌ها و عملکرد جمعیت‌ها به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مؤلفه اول و دوم قادر به تبیین بخش عمده‌ای از اطلاعات داده‌ها بودند. مؤلفه اول که ۶۱/۲۶ درصد از اطلاعات را توجیه می‌کرد نیز مؤید کارایی شاخص‌های مذکور در غربالگری جمعیت‌های متحمل از سایر جمعیت‌ها بود. جمعیت‌های ۹، ۲۴، ۳۴، ۴۳، ۴۲، ۳۵، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۲۳، ۱۸، ۳، ۲۶ و ۴ بر اساس عملکرد در هر دو شرایط نرمال و محدود رطوبتی دارای بیشترین مقادیر بودند، و بر اساس شاخص‌های میانگین حسابی عملکرد، میانگین هندسی عملکرد، میانگین هارمونیک عملکرد و شاخص تحمل تنش تحمل مطلوبی برای مقاومت به خشکی داشتند. جمعیت‌های ۱۴، ۳۶، ۱۰، ۳۲، ۱۷، ۲۰، ۱۲، ۱۵، ۴۶، ۴۰، ۱۱ و ۳۷ در محیط نرمال عملکرد مطلوب داشتند و با توجه به عملکرد ضعیف در شرایط تنش به‌عنوان جمعیت‌های حساس شناسایی شدند. جمعیت‌های ۲۵، ۴۱، ۳۳، ۵، ۶، ۲، ۷، ۴۴، ۱ و ۸ در شرایط محدود رطوبتی عملکرد مطلوب و سازگاری اختصاصی با شرایط دیم داشتند. جمعیت‌های ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۸ و ۳۹ عملکرد ضعیفی در هر دو شرایط نرمال و محدود رطوبتی داشتند. گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای مطابقت متوسطی با گروه‌بندی تجزیه به مؤلفه‌ها نشان داد. در نهایت جمعیت‌های ۲۴، ۴۳ و ۹ به‌عنوان جمعیت‌های متحمل به تنش خشکی و مطلوب از نظر عملکرد در شرایط آب و هوایی استان ایلام معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: *Aegilops cylindrica*، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به تنش، عملکرد بیولوژیک.

## مقدمه

در نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان دوره‌هایی که محصولات زراعی با کمبود آب مواجه می‌شوند، به دفعات رخ داده و بروز تنش رطوبتی غیرقابل اجتناب است (Law *et al.*, 2000). در شرایط مزرعه و به‌ویژه در مناطقی با آب و هوای مدیترانه‌ای به دلیل وجود انواع تنش‌های محیطی، واکنش گیاه به تنش خشکی از پیچیدگی خاصی برخوردار است، اما کاهش فتوسنتز و رشد از عمومی‌ترین موارد مشاهده شده در این نواحی است (Chavez *et al.*, 2002). در بررسی برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور گزینش مواد برتر، رقم ایده‌آل رقمی است که دارای عملکرد بالا و پایدار باشد، به عبارت دیگر با محیط سازگاری بالایی از خود نشان دهد. برای بررسی سازگاری، تجزیه و تحلیل نتایج تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری به نظر می‌رسد (Ahmadi *et al.*, 2000). گونه‌های آزیلوپس دو ژنوم از سه ژنوم گندم زراعی را تامین کرده و منبع ژنتیکی مهمی برای افزایش قابلیت‌های ژنتیکی گندم برای مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده به حساب می‌آید (Friebe *et al.*, 1991; Gill *et al.*, 2006). گونه‌های آزیلوپس از خویشاوندان وحشی گندم منبع با ارزشی برای ژنهای مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی و اصلاح صفات کمی و کیفی گندم به‌شمار می‌روند (Schneider & Molnar-Lang, 2008). گونه *Aegilops cylindrica*، یک گیاه آلوپلوئید ( $2n=4x=28$ ) با ژنوم CCDD است که با دورگ‌گیری بین گونه‌های دیپلوئید *Ae. tauschii* ( $2n=2x=14$ )، ژنوم DD و *Ae. caudata* ( $2n=2x=14$ )، ژنوم CC به وجود آمده است. آزیلوپس سیلندریکا گیاهی یکساله و متعلق به خانواده گرامینه یا Poaceae و طایفه Triticeae می‌باشد که به‌عنوان یک علف هرز شایع در مزارع گندم نان دیده می‌شود (Gandhi, 2005). این گونه گیاهی به‌عنوان یک منبع صفات مفید از قبیل تحمل به شوری، مقاومت به آفت و تحمل به سرما شناخته شده است (Aghae *et al.*, 2007; Alishah & Omid, 2008). بررسی صفات مختلف و از جمله عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و بدون

تنش نقطه شروعی برای شناخت فرآیند تحمل خشکی و انتخاب ژنوتیپ‌ها برای اصلاح در محیط‌های خشک است (Fernandez, 1992). یکی از راهکارهای اساسی غلبه بر مشکلات تنش خشکی، انتخاب ارقام مقاوم و اصلاح ژنوتیپ‌های سازگار می‌باشد (Briggle & Curtis, 1987). در این راستا، روش‌های مختلف و متعددی برای ارزیابی واکنش محصولات زراعی نسبت به تنش‌های محیطی توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است. در این رابطه Fischer و Maurer (۱۹۸۷) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را پیشنهاد کردند که انتخاب بر اساس آن سبب گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط نرمال ولی با عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود. در تحقیق دیگری Rosielle و Hamblin (۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL) و شاخص میانگین حساسی عملکرد (MP) را برای غربال کردن ژنوتیپ‌های مقاوم و یا حساس پیشنهاد کردند. مقدار پایین شاخص تحمل نشانگر تحمل بیشتر ژنوتیپ بوده و مطلوب‌تر است. گزینش بر اساس این شاخص منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایین، ولی در شرایط تنش عملکرد بالقوه بالایی دارند. شاخص میانگین عملکرد نیز باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که از عملکرد بالایی در شرایط مطلوب و عملکرد پایینی در شرایط تنش برخوردارند. توسط Fernandez (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش (STI) ارائه شد که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش از سایر ژنوتیپ‌ها بود. مقدار بالاتر شاخص STI برای یک ژنوتیپ نمایانگر تحمل بیشتر به تنش و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است. شاخص‌های مفید دیگری نیز به نام‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP) و میانگین هارمونیک عملکرد (HARM) برای غربال ژنوتیپ‌ها ارائه شده است (Choukan *et al.*, 2006). توسط Ahmadi *et al.*, 2000. ژنوتیپ‌ها بر اساس تظاهرشان در دو محیط تنش و بدون تنش به چهار گروه طبقه‌بندی شدند. گروه اول (گروه A) ژنوتیپ‌هایی را در بر گرفت که تظاهر یکسانی در هر دو

از شاخص SSI ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا صرفاً در شرایط تنش انتخاب می‌شوند. همچنین Mohammadi و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که ژنوتیپ‌های با میزان بالای شاخص‌های GMP و STI و میزان کم SSI به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند. در مطالعه Dodig و همکاران (۲۰۰۸) ۱۰۰ واریته گندم نان در شرایط آبیاری نرمال رطوبتی، دیم و تنش خشکی در چهار سال مورد مطالعه قرار گرفت. در این آزمایش شاخص MP بهترین شاخص جهت انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر سه محیط بود. هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ۴۸ جمعیت *Aegilops cylindrica* در شرایط مزرعه به‌منظور شناسایی قابلیت‌های ژنتیکی جمعیت‌های سازگار به هر دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی از طریق مقایسه شاخص‌های تحمل به خشکی و انتخاب جمعیت‌های برتر در هر دو محیط بود.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۴۸ جمعیت *Ae. cylindrica* جمع‌آوری شده از نقاط مختلف غرب، شمال‌غرب، جنوب‌غرب و شمال کشور موجود در بانک بذر غلات و حبوبات دانشگاه ایلام (جدول ۱) در شرایط مزرعه در قالب طرح آزمایشی آگمنت بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی مطالعه شدند. موقعیت جغرافیایی مزرعه مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. از ۴۸ نمونه مورد آزمایش، ۴ نمونه که دارای بذر بیشتری بودند به‌عنوان شاهد در ۴ تکرار استفاده شدند. هر بلوک در مزرعه شامل ۱۶ جمعیت بوده و از هر جمعیت ۱۰ عدد بذر به فاصله ۴۰ سانتی‌متر از همدیگر در دو خط ۱/۶ متری کشت شد. فاصله بین خطوط جمعیت‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو خط هر جمعیت ۴۰ سانتی‌متر بود. کاشت در تاریخ ۱۳۹۲/۰۸/۰۹ انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. در سایت آبی آبیاری به‌صورت بارانی در تاریخ ۱۳۹۳/۰۲/۲۱ به‌صورت تکمیلی در مرحله پر شدن دانه انجام شد. برداشت به‌صورت دستی از تاریخ ۱۳۹۳/۰۴/۰۹ الی ۱۳۹۳/۰۴/۱۴ انجام شد. جهت

محیط تنش و بدون تنش داشتند. گروه دوم (گروه B) فقط شامل ژنوتیپ‌هایی بود که تظاهر مناسبی در محیط بدون تنش داشتند. ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را در محیط تنش داشتند در گروه سوم (گروه C) قرار گرفتند و ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط نشان دادند در گروه چهارم (گروه D) طبقه‌بندی شدند. همچنین Fernandez (۱۹۹۲) اظهار داشت که مناسب‌ترین شاخص گزینش، شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. تعدادی از اکوتیپ‌های *Aegilops triuncialis* توسط Taghipour و همکاران (۲۰۱۳) در شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل مورد مطالعه قرار گرفتند. در این آزمایش شاخص‌های STI، GMP، MSTH و MSTI2 به‌عنوان شاخص‌های مناسب در شناسایی اکوتیپ‌های متحمل شناخته شد. همچنین Zebarjadi و همکاران (۲۰۱۳) تحمل به تنش خشکی تعداد ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته گندم دوروم را بررسی کردند. در مطالعه آنها با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های GMP، STI و MP به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش انتخاب شدند. یازده ژنوتیپ گندم نان توسط Sio-se Mardeh و همکاران (۲۰۰۶) ارزیابی شده و استفاده از شاخص‌های STI، MP، GMP برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش مناسب قلمداد شدند. در گزارش دیگری Clark و همکاران (۱۹۹۲) شاخص SSI را برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی در گندم به‌کار بردند و از نظر این شاخص در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تنوع زیادی مشاهده کردند. همینطور Moghaddam و Hadizadeh (۲۰۰۲) اظهار داشتند که شاخص STI از مزایای بیشتری جهت انتخاب ارقام مطلوب در هر دو شرایط برخوردار است. در تحقیق دیگری Sanjari (۲۰۰۰) بیان کرد که بر اساس شاخص‌های GMP و STI ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و غیر تنش و با استفاده

اندازه‌گیری صفات ( به غیر از عملکرد و برخی از اجزای آن) از هر جمعیت پنج بوته به تصادف انتخاب شد. برای دستیابی به اهداف ذکر شده برای این پژوهش، صفاتی از قبیل تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰ دانه، روز تا ساقه‌دهی، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بذر، ارتفاع ساقه، تعداد گره، طول سنبله، تعداد ساقه در بوته، تعداد سنبله در بوته، طول پدانکل، طول ریشک، عملکرد سنبله تک بوته، عملکرد بیولوژیک تک بوته، عملکرد دانه تک بوته، شاخص برداشت، وزن کاه تک بوته و درصد ریزش سنبله تحت شرایط تنش و غیر تنش محاسبه شد:

$$SSI = \frac{1 - (Y_s/Y_p)}{1 - (\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)}$$

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$$

$$TOL = Y_p - Y_s$$

$$STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$

$$Harm = \frac{2(Y_p)(Y_s)}{Y_p + Y_s}$$

$$GMP = \sqrt{(Y_p)(Y_s)}$$

شد (SAS Institute, 2002). تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار Spss 20 انجام شد. برای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم بای‌پلات نیز از نرم‌افزار Statgraph استفاده شد. برای محاسبه درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{درصد تغییر صفت} = (Y_p - Y_s)/Y_p \times 100$$

در معادلات فوق،  $Y_p$  و  $Y_s$  به ترتیب عملکرد بالقوه هر جمعیت در محیط بدون تنش و تنش خشکی و  $s$  و  $p$  به ترتیب میانگین عملکرد کلیه جمعیت‌ها در محیط بدون تنش و محیط تنش هستند. از نرم‌افزار Excel برای ذخیره‌سازی و معرفی داده‌های آزمایش و رسم نمودارها استفاده شد. محاسبات آماری برای تجزیه واریانس مرکب و تعیین همبستگی‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 انجام

جدول ۱- کد و محل جمع آوری جمعیت‌های *Ae. cylindrica* مورد استفاده در این تحقیق

کد مورد استفاده	کد بانک بذر	محل جمع آوری	کد مورد استفاده	کد بانک بذر	محل جمع آوری
۱	IUGB-00210	جاده الیگودرز-درود ، ۴۵ کیلومتری درود	۲۵	IUGB-00239	ورودی جاده زنجان - تهران
۲	IUGB-00202	۳۰ کیلومتری اهر-کلیبر ، ۳۰ کلیبار	۲۶	IUGB-00090	هرسین - نزدیک روستای چغاسعید
۳	IUGB-02073	کردستان	۲۷	IUGB-00200	سنقر - اسدآباد- روستای یاسر
۴	IUGB-01520	دالاهو - کرند	۲۸	IUGB-00150	جاده اردبیل - مشگین شهر
۵	IUGB-00271	جاده اردبیل - مشگین شهر	۲۹	IUGB-00097	جاده کرمانشاه - کامیاران - ۵ کیلومتری کامیاران
۶	IUGB-00059	جاده خرم آباد - اندیمشک - شوراب	۳۰	IUGB-00201	۱۰ کیلومتری جاده اهر - تبریز
۷	IUGB-00236	ناغان- ایذه	۳۱	IUGB-00156	۱۰ کیلومتری اهر - کلیبر
۸	IUGB-00391	خرم آباد- سپید دشت ، ۵۵ کیلومتری سپید دشت	۳۲	IUGB-00132	جاده هرسین - کرمانشاه - ۲ کیلومتر تا هرسین
۹	IUGB-00229	کیلومتر ۵ جاده الشتر- فیروزآباد- لرستان	۳۳	IUGB-00248	کرمانشاه ، جاده سنقر
۱۰	IUGB-01359	درود - ترش آب	۳۴	IUGB-00388	جاده اسدآباد - همدان
۱۱	IUGB-00258	اردبیل - روستای حیران	۳۵	IUGB-01598	اسلام آباد - سرمست
۱۲	IUGB-00188	کیلومتر ۶۰ اهر - تبریز	۳۶	IUGB-00189	۳۰ کیلومتری خرم آباد - سپید دشت
۱۳	IUGB-00376	هرسین	۳۷	IUGB-00034	هرسین
۱۴	IUGB-01238	بروجرد - همت آباد	۳۸	IUGB-00373	حومه شهر کرد - چهار محال و بختیاری
۱۵	IUGB-01208	دلفان- چشمه خانی	۳۹	IUGB-00417	دو راهی جواترود
۱۶	IUGB-00078	مسیر هرسین - نورآباد - روستای ده سفید	۴۰	IUGB-00062	هرسین - نورآباد - روستای ده سفید
۱۷	IUGB-00095	جاده اسلام آباد- سرپل ذهاب - روستای سرخه دیزه	۴۱	IUGB-00359	بعد از زرینه به سمت سقز
۱۸	IUGB-01592	دلفان - سنجایی	۴۲	IUGB-00153	گیلان
۱۹	IUGB-00185	جاده سومعه سرا - آستارا - گیلان	۴۳	IUGB-00221	جاده اردبیل - سرعین ، ۱۵ کیلومتری سرعین
۲۰	IUGB-00172	ورودی جاده زنجان - تهران	۴۴	IUGB-00168	کرمانشاه ، جاده هرسین - کرمانشاه
۲۱	IUGB-00390	جاده زنجان - تهران	۴۵	IUGB-01213	سرپل ذهاب - ریزه وند - نجف
۲۲	IUGB-00403	یاسوج - محله زیرتل	۴۶	IUGB-00065	جاده جواترود - پاوه - روستای شایبار
۲۳	IUGB-00270	جاده فومن - تالش - گیلان	۴۷	IUGB-00406	دو راهی جواترود
۲۴	IUGB-00267	جاده رشت - فومن	۴۸	IUGB-00241	جاده ملکان - میاندوآب

جدول ۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه مورد آزمایش

طول جغرافیایی	۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه
عرض جغرافیایی	۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه
ارتفاع از سطح دریا	۱۱۷۴ متر
متوسط بارندگی	۶۰۰ میلی متر
بافت خاک	لومی رسی
وضعیت آب و هوایی و وضع طبیعی	نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان نسبتاً سرد
متوسط بیشترین و کمترین درجه حرارت سالیانه	۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد

## نتایج

تجزیه واریانس مرکب صفات ارزیابی شده روی ژنوتیپ‌های *Ae. cylindrica* (جدول ۳) نشان داد که تمامی صفات مورد مطالعه به جز صفات وزن ۱۰۰ دانه، روز تا ۵۰٪ رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد گره و طول ریشک از تنش متأثر شده و بین دو محیط بدون تنش و تنش خشکی برای صفات تعداد سنبلچه در سنبله، طول بذر، ارتفاع ساقه و طول سنبله تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و برای سایر صفات مورد بررسی اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. اختلاف صفات در میان ژنوتیپ‌ها به استثنای صفات وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع ساقه، تعداد گره، طول ریشک و شاخص برداشت نیز معنی‌دار بود و نشان از وجود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها برای این صفات مورد بررسی است که گزینش از جمعیت‌های مورد نظر را برای صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و صفات مرتبط بر آنها را مقدور می‌سازد. اثر متقابل ژنوتیپ×محیط برای صفات روز تا ساقه‌دهی، طول بذر، تعداد ساقه در بوته، تعداد سنبله در بوته، عملکرد سنبله تک بوته، عملکرد بیولوژیکی تک بوته، عملکرد دانه تک بوته، وزن کاه تک بوته و درصد ریزش سنبله معنی‌دار بود که بیانگر پاسخ

متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش از لحاظ این صفات بود. شدت تأثیر تنش خشکی بر مقدار صفات ارزیابی شده با محاسبه درصد کاهش هر صفت نسبت به شرایط غیر تنش بررسی شد (جدول ۴). عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف آزیلوپس به دو آزمایش متفاوت بود. به طوری که تنش خشکی موجب کاهش اکثر صفات خصوصاً شاخص برداشت، وزن کاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در بوته، عملکرد سنبله و تعداد ساقه در بوته شد. اگرچه وجود شرایط دیم باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به شرایط آبی شد، اما ملاحظه شد که بعضی از ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم، تنش خشکی را تحمل کرده و عملکرد نسبتاً بالایی داشتند. به‌عنوان مثال ژنوتیپ‌های ۶، ۲۵، ۳۳ و ۴۱ را می‌توان نام برد. بیشترین افت ناشی از تنش خشکی مربوط به شاخص برداشت، وزن کاه و عملکرد دانه (به ترتیب ۹۸/۸۶، ۶۱/۳۸ و ۵۶/۹۱ درصد) و کمترین افت مربوط به روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۰/۴۱ درصد) بود. میزان تغییرات عملکرد بیولوژیک نیز در اثر تنش ۵۶/۵۶ درصد بود. کاهش در ارتفاع بوته نیز باعث کاهش در وزن کاه و عملکرد بیولوژیک شد.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات ارزیابی شده در تنش خشکی و غیر تنش

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبلیچه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰ دانه	روز تا ساقه دهی	روز تا سنبله دهی	روز تا ۵۰٪ رسیدگی	طول بذر	ارتفاع ساقه	تعداد گره	طول سنبله
محیط (تنش)	۱	۱/۸۷*	۳۰/۶۵**	۰/۰۷	۲۴۶/۲۰**	۱۲۵/۶۱**	۲۲/۵	۰/۶۵*	۳۴۴/۰۸*	۰/۱۶	۵/۰۶*
خطای ۱	۶	۰/۱۵	۱/۵۳	۰/۰۳	۸/۴۶	۱۱/۳۲	۱۱/۵۳	۰/۵۷	۲۱/۶۲	۰/۲۱	۱/۱
ژنوتیپ	۴۷	۰/۷۵*	۴/۵۱*	۰/۰۸	۵۰/۹۰**	۵۲/۲۳**	۴۸/۶۷**	۰/۲۶*	۲۷/۰۹	۰/۰۹	۲/۸۲**
ژنوتیپ* محیط	۴۷	۰/۴۹	۲/۳۸	۰/۰۳	۱۰/۱۲*	۶/۹۴	۱۸/۳۷	۰/۲۹*	۲۰/۸۹	۰/۱	۱/۱۷
خطای ۲	۱۸	۰/۲۷	۱/۹۲	۰/۰۴	۴/۶	۵/۱۳	۱۴/۳۴	۰/۱۲	۴۴/۵۳	۰/۱۲	۰/۹۶

\* معنی دار در سطح احتمال ۵٪، \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳(ادامه)- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات ارزیابی شده در تنش خشکی و غیر تنش

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ساقه در بوته	تعداد سنبله در بوته	طول پدانکل	طول ریشک	عملکرد سنبله تک بوته	عملکرد دانه تک بوته	عملکرد بیولوژیکی تک بوته	شاخص برداشت	وزن کاه تک بوته	درصد ریزش سنبله
محیط (تنش)	۱	۲۶۹۵۹/۵۵**	۱۷۳۲۰/۹۵**	۱۵۱/۹۹**	۱/۰۰۱	۱۷۴۶/۷۰**	۱۱۲۹۵/۴۰**	۱۱۲۹۵/۴۰**	۱۰۹۳۸/۵۹**	۴۰۶۵/۲۱**	۱۰۹۲/۹۶**
خطای ۱	۶	۱۶۰/۴۰	۹۱/۹۲	۰/۶۴	۰/۱۸	۱۰/۵۳	۶۰/۳۸	۶۰/۳۸	۲۰/۰۰	۳۶/۵۵	۱۲۷/۸۶
ژنوتیپ	۴۷	۷۱۰/۸۵**	۴۸۰/۲۵**	*۷/۶۴	۰/۶۹	۳۴/۳۳**	۱۹۵/۵۲**	۱۹۵/۵۲**	۹/۰۹	۸۱/۸۳**	۱۲۴/۱۹**
ژنوتیپ* محیط	۴۷	۳۹۲/۷۲**	۲۷۳/۲۰**	۶/۳۱	۰/۴۱	۳۲/۳۴**	۱۸۱/۰۸**	۱۸۱/۰۸**	۹/۳۳	۷۲/۰۲**	۱۰۴/۳۷**
خطای ۲	۱۸	۳۲/۸۵	۲۲/۲۹	۳/۱۲	۰/۴	۳/۳۷	۲۳/۸۸	۲۳/۸۸	۶/۵۵	۴/۴۹	۱۷/۸۲

\* معنی دار در سطح احتمال ۵٪، \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۴ - درصد تغییرات ناشی از تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه در *Ae. cylindrica*

صفات	میانگین صفات در شرایط بدون تنش	میانگین صفات در شرایط تنش	میزان تغییر صفات	درصد تغییر صفات
تعداد سنبلچه در سنبله	۸/۲۵±۰/۶۲	۷/۹۶±۰/۹۱	۰/۲۸ <sup>n.s</sup>	۳/۴۴
تعداد دانه در سنبله	۱۴/۴۴±۱/۶۵	۱۳/۳۴±۲/۰۶	۱/۱۱ <sup>*</sup>	۷/۶۶
وزن ۱۰۰ دانه (g)	۱/۴۱±۰/۲۵	۱/۳۵±۰/۲۳	۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	۳/۸۳
روز تا ساقه دهی	۱۸۴/۰۶±۶/۰۱	۱۸۷/۲۰±۴/۷۱	-۳/۱۴ <sup>**</sup>	-۱/۷۰
روز تا سنبله دهی	۱۹۰/۴۳±۵/۴۶	۱۹۲/۶۷±۴/۹۵	-۲/۲۴ <sup>*</sup>	-۱/۱۸
روز تا ۵۰٪ رسیدگی فیزیولوژیک	۲۳۲/۵۱±۵/۲۴	۲۳۱/۵۶±۵/۹۰	۰/۹۵ <sup>n.s</sup>	۰/۴۱
طول بذر (mm)	۷/۶۴±۰/۵۷	۷/۸۰±۰/۵۲	-۰/۱۶ <sup>n.s</sup>	-۲/۱۲
ارتفاع ساقه (cm)	۴۹/۰۵±۴/۰۴	۴۵/۳۴±۶/۵۹	۳/۷۱ <sup>**</sup>	۷/۵۶
تعداد گره	۳/۵۴±۰/۴۰	۳/۴۷±۰/۳۶	۰/۰۸ <sup>n.s</sup>	۲/۲۲
طول سنبله (cm)	۱۵/۴۲±۱/۱۸	۱۵/۸۷±۱/۵۸	-۰/۴۵ <sup>n.s</sup>	-۲/۹۱
تعداد ساقه در بوته	۶۵/۰۰±۲۶/۲۴	۳۲/۳۰±۱۹/۰۰	۳۲/۷۱ <sup>**</sup>	۵۰/۳۲
تعداد سنبله در بوته	۴۹/۱۱±۲۱/۳۰	۲۳/۰۲±۱۵/۴۵	۲۶/۰۹ <sup>**</sup>	۵۳/۱۳
طول پدانکل (cm)	۱۶/۴۷±۳/۱۲	۱۴/۰۱±۱/۸۴	۲/۴۶ <sup>**</sup>	۱۴/۹۶
طول ریشک (cm)	۶/۲۴±۰/۸۲	۶/۴۴±۰/۶۲	-۰/۲۰ <sup>n.s</sup>	-۳/۲۰
عملکرد سنبله تک بوته (g)	۱۶/۱۹±۶/۵۷	۷/۹۹±۴/۱۵	۸/۲۰ <sup>**</sup>	۵۰/۶۳
عملکرد بیولوژیکی تک بوته (g)	۳۶/۸۵±۱۷/۱۱	۱۶/۰۱±۹/۱۷	۲۰/۸۴ <sup>**</sup>	۵۶/۵۶
عملکرد دانه تک بوته (g)	۷/۴۵±۲/۸۱	۳/۲۱±۱/۹۵	۴/۲۴ <sup>**</sup>	۵۶/۹۱
شاخص برداشت	۲۱/۱۴±۴/۴۹	۰/۲۴±۰/۱۲	۲۰/۹۰ <sup>**</sup>	۹۵/۸۶
وزن کاه تک بوته (g)	۲۰/۶۷±۱۱/۴۳	۷/۹۸±۵/۱۹	۱۲/۶۹ <sup>**</sup>	۶۱/۳۸
درصد ریزش سنبله	۲۵/۲۲±۹/۰۶	۳۱/۵۶±۱۱/۰۲	-۶/۳۵ <sup>**</sup>	-۲۵/۱۶

n.s = غیر معنی‌دار، \* و \*\* = به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ژنوتیپ مورد بررسی به تنش است، رقم‌های ۹، ۴۳، ۲۴ و ۳۴ به‌عنوان ارقام متحمل شناسایی شدند. با توجه به عملکرد جمعیت‌ها در شرایط تنش (جدول ۵) مشاهده می‌شود که عملکرد جمعیت‌های ۲۵، ۴۱ و ۳۳ بیشتر از جمعیت‌های ذکر شده از طریق این شاخص هستند ولی به‌علت پایین بودن شاخص MP آنها، به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی نشدند. ژنوتیپ ۹ تنها به‌دلیل

نتایج محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی برای جمعیت‌ها در جدول (۵) آورده شده است. بر اساس شاخص‌های STI، GMP و Harm رقم‌های ۹، ۲۴، ۲۵ و ۳۴ به‌عنوان ارقامی با عملکرد بالا در هر دو شرایط آزمایشی شناسایی شدند، چرا که مقادیر بالای این شاخص‌ها دلالت بر تحمل ژنوتیپ مورد بررسی داشت. بر اساس شاخص MP که مقادیر بالای آن نشان‌دهنده تحمل



با شاخص‌های MP, STI, GMP و Harm همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت. عملکرد بیولوژیک تحت شرایط تنش همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با شاخص SSI ( $r = -0.426^{**}$ ) و شاخص TOL ( $r = -0.407^{**}$ ) نشان داد.

به‌طور کلی شاخص‌هایی که در هر دو آزمایش دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، چرا که این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می‌باشند (Costa-Wajm *et al.*, 1999). بر همین اساس و با توجه به نتایج ضرایب همبستگی شاخص‌های مختلف و عملکرد تحت شرایط نرمال رطوبتی و تنش، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های MP, STI, GMP و Harm به‌عنوان بهترین شاخص‌ها می‌توانند جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های پرمحصول در هر دو شرایط محیطی به کار روند. به‌عنوان مثال ژنوتیپ‌های ۹، ۲۴، ۳۴ و ۴۳ که دارای مقادیر بالایی از این شاخص‌ها بودند، دارای عملکرد بالایی در شرایط نرمال رطوبتی (به‌ترتیب ۱۱۴/۷۶، ۵۵/۶۷، ۵۶/۲۶ و ۵۲/۶۴) و در شرایط تنش (به‌ترتیب ۱۶/۵۴، ۲۹/۶۷، ۲۸/۹۰ و ۳۷/۵۳) بودند. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward انجام شد (شکل ۱). بر اساس این تجزیه ژنوتیپ‌ها به چهار گروه تقسیم شدند که ژنوتیپ‌های ۲۴، ۳۴، ۴۳، ۱۸، ۲۳، ۳، ۳۵، ۴۲، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۱۰، ۳۲، ۲۶، ۱۴ و ۳۶ در گروه اول، ژنوتیپ ۹ در گروه دوم، ژنوتیپ‌های ۸، ۴۴، ۱، ۲، ۱۹، ۲۱، ۳۰، ۳۸، ۱۳، ۲۷، ۲۲، ۳۱، ۲۸، ۲۰، ۳۷، ۱۲، ۱۷، ۱۱، ۴۰، ۱۵، ۴۶ و ۴ در گروه سوم و در نهایت ژنوتیپ‌های ۵، ۳۳، ۴۱، ۲۵، ۱۶، ۳۹، ۷، ۲۹ و ۶ در گروه چهارم قرار گرفتند.

تولید عملکرد بالا در شرایط بدون تنش مقدار عددی بالاتری برای این شاخص دارد و در شرایط تنش عملکرد متوسطی تولید کرد. بنابراین شاخص MP برای گزینش ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد بالایی تولید می‌کنند، چندان مناسب نیست و تحت تاثیر عملکرد در شرایط بدون تنش قرار می‌گیرد (Fernandez, 1992). از طرف دیگر بر اساس شاخص‌های TOL و SSI ژنوتیپ‌های ۶، ۲۵، ۴۱، ۳۳، ۵ و ۷ به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام شناسایی شدند. چرا که هر چه مقادیر این شاخص‌ها کمتر باشد، ژنوتیپ مورد نظر متحمل‌تر است. از آنجایی که این دو شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط نرمال رطوبتی می‌شوند، نمی‌توانند در شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم مفید واقع شوند (Schneider *et al.*, 1992, 1997). به‌عنوان مثال تمامی ژنوتیپ‌های مذکور بر اساس این دو شاخص دارای عملکرد بالایی در شرایط تنش (به‌ترتیب ۲۵/۲۹، ۴۵/۶۷، ۲۹/۹۱، ۲۹/۱۵، ۲۸/۲۱ و ۱۷/۱۷ گرم) و عملکرد پایینی در شرایط نرمال رطوبتی (به‌ترتیب ۴/۰۵، ۳۰/۰۶، ۱۹/۹۱، ۲۶/۰۳، ۲۶/۵۵ و ۱۶/۱۹ گرم) بود.

نتایج حاصل از بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال رطوبتی و تنش در جدول (۶) آمده است. نتایج نشان داد که بین عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش و تنش خشکی همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در محیط بدون تنش، عملکرد بالایی در محیط تنش نشان ندادند. عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال رطوبتی با شاخص‌های SSI، TOL، MP، STI، GMP و Harm همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد و در شرایط تنش

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در جمعیت‌های *Ae. cylindrica*

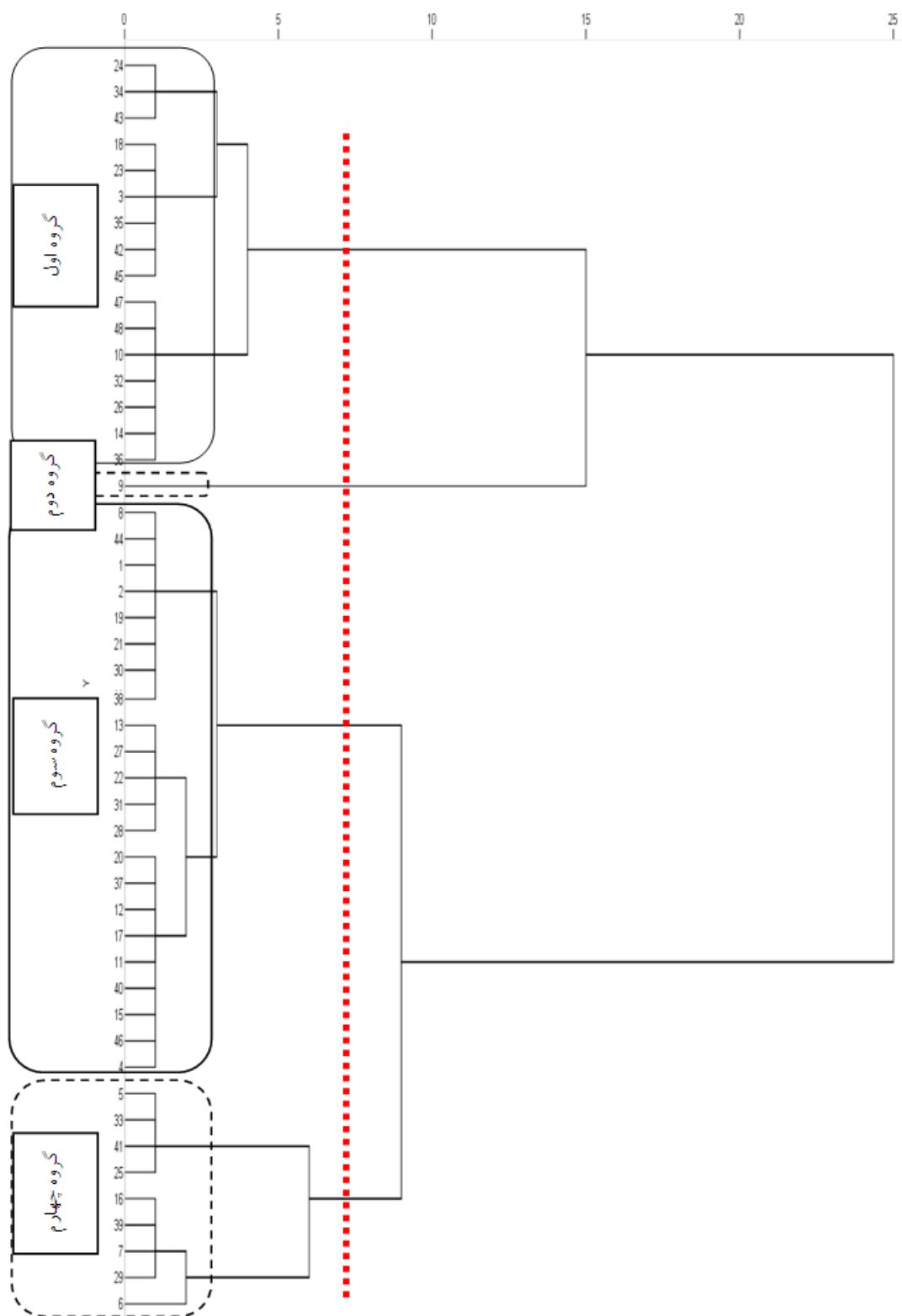
YpB	YsB	SSI	TOL	MP	STI	GMP	Harm	Genotype
۲۹/۳۸	۱۸/۷۸	۰/۶۳	۱۰/۶۰	۲۴/۰۸	۰/۴۱	۲۳/۴۹	۲۲/۹۱	۱
۳۰/۳۰	۲۰/۲۷	۰/۵۸	۱۰/۰۳	۲۵/۲۸	۰/۴۵	۲۴/۷۸	۲۴/۲۹	۲
۴۲/۷۶	۱۷/۱۹	۱/۰۵	۲۵/۵۷	۲۹/۹۷	۰/۵۴	۲۷/۱۱	۲۴/۵۲	۳
۳۶/۹۹	۱۶/۳۲	۰/۹۸	۲۰/۶۷	۲۶/۶۵	۰/۴۴	۲۴/۵۷	۲۲/۶۵	۴
۲۶/۵۵	۲۸/۲۱	-۰/۱۱	-۱/۶۶	۲۷/۳۸	۰/۵۵	۲۷/۳۶	۲۷/۳۵	۵
۴/۰۵	۲۵/۲۹	-۹/۲۲	-۲۱/۲۴	۱۴/۶۷	۰/۰۸	۱۰/۱۲	۶/۹۸	۶
۱۶/۱۹	۱۷/۱۷	-۰/۱۱	-۰/۹۸	۱۵/۶۸	۰/۲۰	۱۶/۶۷	۱۶/۶۶	۷
۲۹/۴۷	۱۷/۵۴	۰/۷۱	۱۱/۹۳	۲۳/۵۰	۰/۳۸	۲۲/۷۳	۲۱/۹۹	۸
۱۱۴/۷۶	۱۶/۵۴	۱/۵۰	۹۸/۲۲	۶۵/۶۵	۱/۴۰	۴۳/۵۶	۲۸/۹۱	۹
۴۹/۶۱	۱۳/۴۲	۱/۲۸	۳۶/۱۹	۳۱/۵۱	۰/۴۹	۲۵/۸۰	۲۱/۱۲	۱۰
۳۳/۲۲	۱۰/۹۸	۱/۱۸	۲۲/۲۴	۲۲/۱۰	۰/۲۷	۱۹/۰۹	۱۶/۵۰	۱۱
۳۷/۵۶	۶/۵۴	۱/۴۵	۳۱/۰۲	۲۲/۰۵	۰/۱۸	۱۵/۶۷	۱۱/۱۳	۱۲
۲۹/۷۶	۶/۵۴	۱/۳۷	۲۳/۲۲	۱۸/۱۵	۰/۱۴	۱۳/۹۵	۱۰/۷۲	۱۳
۵۶/۵۷	۸/۵۴	۱/۴۹	۴۸/۰۳	۳۲/۵۵	۰/۳۶	۲۱/۹۷	۱۴/۸۳	۱۴
۳۷/۴۸	۱۱/۹۳	۱/۲۰	۲۵/۵۵	۲۴/۷۰	۰/۳۳	۲۱/۱۴	۱۸/۱۰	۱۵
۱۹/۴۴	۸/۱۵	۱/۰۲	۱۱/۲۹	۱۳/۷۹	۰/۱۲	۱۲/۵۸	۱۱/۴۸	۱۶
۴۱/۵۰	۹/۴۰	۱/۳۶	۳۲/۱۱	۲۵/۴۵	۰/۲۹	۱۹/۷۵	۱۵/۳۳	۱۷
۴۰/۹۶	۱۸/۵۳	۰/۹۶	۲۲/۴۳	۲۹/۷۵	۰/۵۶	۲۷/۵۵	۲۵/۵۲	۱۸
۲۷/۵۰	۱۵/۴۱	۰/۷۷	۱۲/۱۰	۲۱/۴۶	۰/۳۱	۲۰/۵۹	۱۹/۷۵	۱۹
۳۷/۷۵	۸/۶۷	۱/۳۵	۲۹/۰۹	۲۳/۲۱	۰/۲۴	۱۸/۰۹	۱۴/۱۰	۲۰
۲۷/۰۰	۱۴/۴۰	۰/۸۲	۱۲/۶۱	۲۰/۷۰	۰/۲۹	۱۹/۷۲	۱۸/۷۸	۲۱
۳۲/۳۳	۴/۴۰	۱/۵۲	۲۷/۹۴	۱۸/۳۷	۰/۱	۱۱/۹۳	۷/۷۴	۲۲
۴۳/۱۱	۱۹/۵۱	۰/۵۶	۲۳/۶۱	۳۱/۳۱	۰/۶۲	۲۹/۰۰	۲۶/۸۶	۲۳
۵۵/۶۷	۲۹/۶۷	۰/۸۲	۲۶/۰۱	۴۲/۶۷	۱/۲۲	۴۰/۶۴	۳۸/۷۱	۲۴
۳۰/۰۶	۴۵/۶۷	-۰/۹۱	-۱۵/۶۱	۳۷/۸۷	۱/۰۱	۳۷/۰۵	۳۶/۲۶	۲۵
۴۵/۲۵	۱۳/۰۳	۱/۲۵	۳۲/۲۲	۲۹/۱۴	۰/۴۳	۲۴/۲۸	۲۰/۲۴	۲۶

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی در جمعیت‌های *Ae. cylindrica*

YpB	YsB	SSI	TOL	MP	STI	GMP	Harm	Genotype
۲۸/۳۸	۵/۵۳	۱/۴۱	۲۲/۸۵	۱۶/۹۶	۰/۱۲	۱۲/۵۳	۹/۲۶	۲۷
۳۰/۰۶	۰/۴۵	۱/۷۳	۲۹/۶۱	۱۵/۲۶	۰/۰۱	۳/۶۸	۰/۸۹	۲۸
۱۳/۰۷	۰/۵۳	۱/۶۹	۱۲/۵۴	۶/۸۰	۰/۰۱	۲/۶۳	۱/۰۲	۲۹
۲۴/۷۵	۱۰/۰۳	۱/۰۴	۱۴/۷۲	۱۷/۳۹	۰/۱۸	۱۵/۷۶	۱۴/۲۸	۳۰
۲۸/۵۶	۲/۶۳	۱/۵۹	۲۵/۹۳	۱۵/۵۹	۰/۰۶	۸/۶۷	۴/۸۲	۳۱
۴۸/۶۲	۱۲/۱۵	۱/۳۲	۳۶/۴۷	۳۰/۳۸	۰/۴۳	۲۴/۳۰	۱۹/۴۴	۳۲
۲۶/۰۳	۲۹/۱۵	-۰/۲۱	-۳/۱۲	۲۷/۵۹	۰/۵۶	۲۷/۵۴	۲۷/۵۰	۳۳
۵۶/۲۶	۲۸/۹۰	۰/۸۵	۲۷/۳۶	۴۲/۵۸	۱/۲۰	۴۰/۳۲	۳۸/۱۸	۳۴
۴۴/۴۸	۲۲/۶۵	۰/۸۶	۲۱/۸۳	۳۳/۵۶	۰/۷۴	۳۱/۷۴	۳۰/۰۱	۳۵
۵۱/۱۲	۵/۶۵	۱/۵۶	۴۵/۴۷	۲۸/۳۸	۰/۲۱	۱۶/۹۹	۱۰/۱۷	۳۶
۳۵/۳۷	۸/۶۶	۱/۳۳	۲۶/۷۰	۲۲/۰۲	۰/۲۳	۱۷/۵۰	۱۳/۹۲	۳۷
۲۵/۵۵	۱۱/۶۸	۰/۹۵	۱۳/۸۶	۱۸/۶۲	۰/۲۲	۱۷/۲۸	۱۶/۰۳	۳۸
۱۴/۰۸	۱۱/۰۳	۰/۳۸	۳/۰۵	۱۲/۵۶	۰/۱۱	۱۲/۴۷	۱۲/۳۷	۳۹
۳۲/۸۶	۱۱/۸۶	۱/۱۲	۲۱/۰۰	۲۲/۳۶	۰/۲۹	۱۹/۷۵	۱۷/۴۳	۴۰
۱۹/۹۱	۲۹/۹۱	-۰/۸۸	-۱۰/۰۰	۲۴/۹۱	۰/۴۴	۲۴/۴۱	۲۳/۹۱	۴۱
۴۵/۲۱	۲۴/۲۰	۰/۸۲	۲۱/۰۱	۲۴/۷۱	۰/۸۱	۳۳/۰۸	۳۱/۵۳	۴۲
۵۲/۶۴	۳۷/۵۳	۰/۵۰	۱۵/۱۱	۴۵/۰۹	۱/۴۶	۴۴/۴۵	۴۳/۸۲	۴۳
۲۸/۲۵	۱۷/۸۰	۰/۶۵	۱۰/۴۵	۲۳/۰۳	۰/۳۷	۲۲/۴۳	۲۱/۸۴	۴۴
۳۶/۵۸	۲۲/۷۶	۰/۶۶	۱۳/۸۲	۲۹/۶۷	۰/۶۱	۲۸/۸۶	۲۸/۰۶	۴۵
۳۸/۵۸	۱۴/۰۹	۱/۱۱	۲۴/۴۹	۲۶/۳۴	۰/۴۰	۲۳/۳۲	۲۰/۶۵	۴۶
۵۶/۵۸	۱۷/۲۸	۱/۲۲	۳۹/۳۰	۳۶/۹۳	۰/۷۲	۳۱/۲۷	۲۶/۴۸	۴۷
۵۶/۵۸	۲۱/۸۶	۱/۰۸	۳۴/۷۲	۳۹/۲۲	۰/۹۱	۳۵/۱۷	۳۱/۵۴	۴۸

YpB= Biological yield under non-stress conditions,  
SSI= Stress Susceptibility Index,

YsB= Biological yield under stress conditions  
ToL= Tolerance Index



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های *Ae. cylindrica* بر اساس اطلاعات عملکرد بیولوژیک و شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش (Yp) داشت. این در حالی است که شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM دارای همبستگی بالایی با عملکرد بیولوژیک در هر دو آزمایش بود.

در نمودار دو بعدی (بای‌پلات، شکل ۲) ناحیه سمت راست بالا (مقادیر بیشتر مؤلفه اول و دوم) به‌عنوان ناحیه مورد نظر انتخاب شد. از آنجا که ژنوتیپ‌های ۹، ۲۴، ۳۴، ۴۳، ۴۲، ۳۵، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۲۳، ۱۸، ۳، ۲۶ و ۴ بر اساس عملکرد در هر دو شرایط نرمال و محدود رطوبتی دارای بیشترین مقادیر بودند، این ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM دارای تحمل مطلوبی برای مقاومت به خشکی بودند که بر اساس گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای نیز این ژنوتیپ‌ها در گروه‌های اول و دوم قرار داشتند. ژنوتیپ‌های ۱۴، ۳۶، ۱۰، ۳۲، ۱۷، ۲۰، ۱۲، ۱۵، ۴۶، ۴۰، ۱۱ و ۳۷ دارای عملکرد مطلوب در محیط نرمال بودند، که این ژنوتیپ‌ها بیشتر بر اساس دو شاخص SSI و TOL مقاومت نشان دادند و در نمودار تجزیه خوشه‌ای نیز در گروه سوم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ۲۵، ۴۱، ۳۳، ۵، ۶، ۲، ۷، ۴۴، ۱ و ۸ دارای عملکرد مطلوب در شرایط محدود رطوبتی بودند. این ژنوتیپ‌ها سازگاری اختصاصی با شرایط دیم داشته و توانمندی بالایی تحت شرایط نرمال برای عملکرد نداشتند و بر اساس تجزیه خوشه‌ای در گروه چهارم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۸ و ۳۹ در هر دو شرایط نرمال و محدود رطوبتی عملکرد ضعیفی داشتند و بر اساس تمامی شاخص‌ها این ژنوتیپ‌ها تحمل بسیار پایینی نسبت به تنش خشکی نشان دادند. گروه‌بندی خوشه‌ای مطابقت متوسطی با گروه‌بندی تجزیه به مؤلفه‌ها نشان داد. در نهایت ژنوتیپ‌های ۳۴، ۲۴، ۴۳ و ۹ به‌عنوان ژنوتیپ‌های دارای تحمل بالا به تنش خشکی و مطلوب از نظر عملکرد معرفی شدند. ژنوتیپ‌های ۹، ۴۳، ۴۳، ۲۴ و ۳۴ علاوه بر عملکرد مطلوب در شرایط نرمال و محدود رطوبتی بر اساس اکثر شاخص‌های مقاومت به خشکی محاسبه شده، تحمل بالایی نشان دادند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند.

برای مطالعه روابط بین شاخص‌ها از ترسیم گرافیکی بای‌پلات استفاده شد. بای‌پلات ابزار مفیدی جهت تجزیه اطلاعات و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه است. بدین منظور ماتریس مورد نظر که از اطلاعات جدول ۵ تشکیل شده بود از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به پنج مؤلفه تحلیل شد که دو مؤلفه اول در مجموع ۹۱/۴۵ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه کردند. استفاده از این دو مؤلفه و چشم‌پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش بسیار ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول و دوم دارای کارایی بالا بوده و بدین لحاظ ترسیم بر اساس دو مؤلفه اول صورت گرفت. مقادیر ویژه دو مؤلفه اول در جدول (۷) ارائه شده است. مؤلفه اول ۶۱/۶۳ از کل تغییرات را شامل شد. این مؤلفه همبستگی مثبت و بالایی را با شاخص‌های Yp، Ys، MP، STI، GMP و HARM نشان داد. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص‌ها برای ما مطلوب است و با توجه به رابطه مثبت مؤلفه اول با این شاخص‌ها، اگر میزان مؤلفه اول بالا باشد، ژنوتیپ‌هایی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط نرمال رطوبتی و تنش خشکی هستند. بنابراین، این مؤلفه را می‌توان به‌عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به خشکی نامگذاری کرد. دومین مؤلفه ۲۹/۸۳ درصد از تغییرات کل را تفسیر کرده و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شاخص‌های HARM، STI، GMP و همبستگی مثبت بالا با شاخص‌های TOL و SSI داشت. بنابراین، مؤلفه دوم را می‌توان به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری کرد که ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط تنش را جدا می‌کند. با توجه به دو مؤلفه مذکور، ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار گرفتند که مرتبط با میانگین عملکردشان و تحمل به تنش آنها بود. بر اساس مؤلفه اول و دوم، بای‌پلات ترسیم شد. همانطور که از شکل ۲ پیداست، با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهد، ملاحظه شد که شاخص‌های TOL و SSI همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش (Ys) و

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به خشکی در جمعیت‌های *Ae. cylindrica*

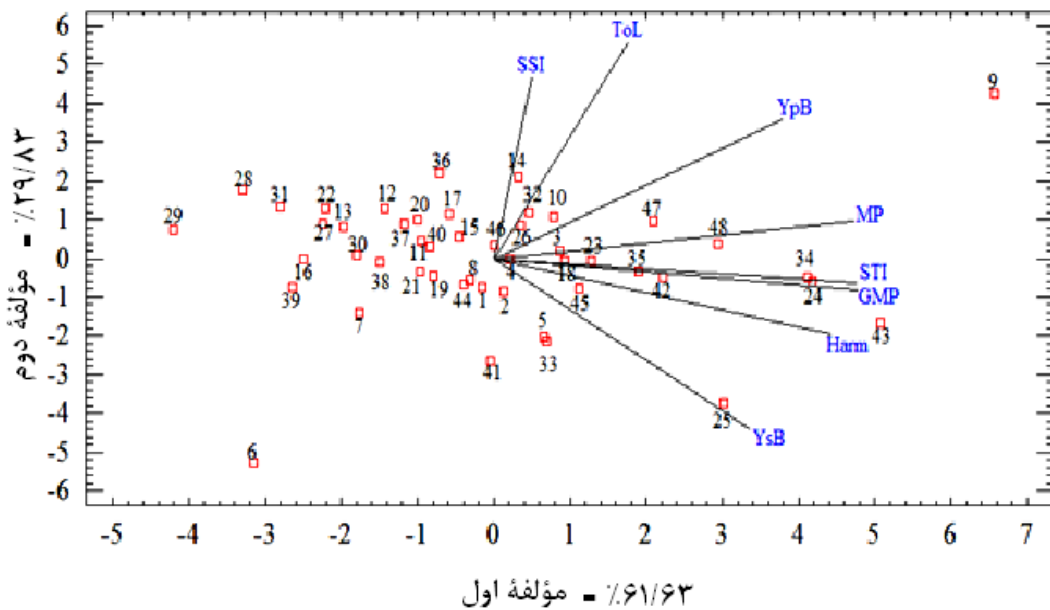
	YpB	YsB	SSI	TOL	MP	STI	GMP	Harm
YpB	۱							
YsB	۰/۱۱۵	۱						
SSI	۰/۳۸۰**	-۰/۴۲۶**	۱					
TOL	۰/۸۶۱**	-۰/۴۰۷**	۰/۵۶۸**	۱				
MP	۰/۸۸۷**	۰/۵۶۰**	۰/۱۱۹	-۰/۵۲۹**	۱			
STI	۰/۶۹۶**	۰/۷۴۶**	-۰/۰۳۲	۰/۲۵۷	-۰/۹۲۷**	۱		
GMP	۰/۶۷۳**	۰/۷۷۴**	-۰/۰۴۶	۰/۲۲۳	-۰/۹۲۱**	۰/۹۶۵**	۱	
Harm	۰/۴۷۴**	۰/۸۵۹**	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۴	-۰/۷۴۹**	۰/۹۱۹**	۰/۹۶۶**	۱

\*\*معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۷- مقادیر ویژه، درصد از واریانس و درصد تجمعی واریانس برای پنج مؤلفه اصلی استخراج شده از اطلاعات عملکرد

بیولوژیک و شاخص‌های تحمل به خشکی در *Ae. cylindrica*

مؤلفه	۱	۲	۳	۴	۵
YpB	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۲۸	۰/۰۲	۰/۱۸
YsB	۰/۳۱	-۰/۴۶	-۰/۰۷	-۰/۲۲	۰/۵۶
SSI	۰/۰۵	۰/۴۹	-۰/۸۳	-۰/۱۶	۰/۲۱
TOL	۰/۱۶	۰/۵۸	۰/۳۰	۰/۱۳	-۰/۱۲
MP	۰/۴۴	۰/۱۰	-۰/۲۰	-۰/۰۹	۰/۴۱
STI	۰/۴۴	-۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۶۹	-۰/۵۶
GMP	۰/۴۴	-۰/۰۹	-۰/۱۰	۰/۴۲	-۰/۰۷
Harm	۰/۴۱	-۰/۲۱	-۰/۳۰	۰/۵۰	-۰/۳۲
مقادیر ویژه	۴/۹۳	۲/۳۹	۰/۶۰	۰/۰۴	۰/۰۳
درصد از واریانس	۶۱/۶۳	۲۹/۸۳	۷/۵۶	۰/۵۶	۰/۴۲
درصد واریانس تجمعی	۶۱/۶۳	۹۱/۴۵	۹۹/۰۱	۹۹/۵۷	۱۰۰/۰۰



شکل ۲- ترسیم گرافیکی بای پلات جمعیت‌های *Ae. cylindrica* بر اساس دو مؤلفه اصلی محاسبه شده از اطلاعات عملکرد بیولوژیک و شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

## بحث

سنبله معنی‌دار بود که بیانگر پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش از لحاظ این صفات بود. نتایج مشابهی در مطالعه Ghandi و همکاران (۲۰۱۳)، Zebarjadi و همکاران (۲۰۱۳)، Emam و همکاران Sanjari Pireivatlou & Yazdansepas (۲۰۰۵) و در گندم نان گزارش شد. (۲۰۰۸)

عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف آزیلویپس به‌دو آزمایش متفاوت بود. به‌طوری‌که تنش خشکی موجب کاهش اکثر صفات خصوصاً شاخص برداشت، وزن کاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در بوته، عملکرد سنبله و تعداد ساقه در بوته شد. بیشترین افت ناشی از تنش خشکی مربوط به شاخص برداشت، وزن کاه و عملکرد دانه (به‌ترتیب ۹۸/۸۶، ۶۱/۳۸ و ۵۶/۹۱ درصد) و کمترین افت مربوط به‌روز تا رسیدگی بیولوژیک (۰/۴۱ درصد) بود. میزان تغییرات عملکرد بیولوژیک نیز در اثر تنش ۵۶/۵۶ درصد بود. کاهش در ارتفاع بوته نیز باعث کاهش در وزن کاه و عملکرد بیولوژیک شد. همچنین Dodig و همکاران (۲۰۰۸) اثر تنش خشکی بر کاهش عملکرد دانه را در گندم نان، ۳۷/۵ درصد گزارش کردند. به‌دلیل اختلاف در

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، تمامی صفات مورد مطالعه به‌جز صفات وزن ۱۰۰ دانه، روز تا ۵۰٪ رسیدگی بیولوژیک، تعداد گره و طول ریشک از تنش متأثر شده و بین دو محیط بدون تنش و تنش خشکی برای صفات تعداد سنبله در سنبله، طول بذر، ارتفاع ساقه و طول سنبله تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و برای سایر صفات مورد بررسی اختلاف در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. بین ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات به‌جز صفات وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع ساقه، تعداد گره، طول ریشک و شاخص برداشت نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و نشان از وجود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها برای این صفات مورد بررسی داشت که امکان‌پذیر از جمعیت‌های مورد نظر را برای صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و صفات مرتبط بر آنها را مقدور می‌سازد.

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات روز تا ساقه‌دهی، طول بذر، تعداد ساقه در بوته، تعداد سنبله در بوته، عملکرد سنبله تک بوته، عملکرد بیولوژیک تک بوته، عملکرد دانه تک بوته، وزن کاه تک بوته و درصد ریش

ژنوتیپ‌های مقاوم مشاهده شد و نمی‌توان مقاومت به خشکی را به ژنوتیپ‌های مناطق خاصی نسبت داد.

### منابع مورد استفاده

- Aghaei, M.J., Naghavi, M.R., Taleei, A.R., Omid, M. and Mozafari, J., 2007. A Study of chromosome homology between three Iranian *Aegilops* species with D genome and bread wheat (*T. aestivum*). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15: 95-112.
- Aghaee Sarbarzeh, M., Rostaee, M., Mohammadi, R., Haghparast, R. and Rajabi, R., 2009. Determination of drought tolerant genotypes in bread wheat. Electronic Journal of Crop Production, 2: 1-23.
- Ahmadi, G., Zeinali Khanghah, H., Rostamy, M.A. and Chogan, R., 2000. The study of drought tolerance indices and biplot method in eight corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 31: 513-523.
- Alishah, A. and Omid, M., 2008. Laboratory Methods in Plant Cytogenetics. Tehran University Press, Tehran, 188.
- Brigg, L.W. and Curtis, B.C., 1987. Wheat and wheat Improvement. Agronomy Journal, 13: 4-13.
- Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C., 2002. How plants cope with water stress in the field photosynthesis and growth. Annals of Botany, 89: 907-916.
- Choukan, R., Taherkhani, T., Ghannadha, M.R. and Khodarahmi, M., 2006. Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. Iranian Journal of Crop Sciences, 8: 79-89.
- Clark, J.M., Depuuv, R.M. and Townley-Smith, T.F., 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Science, 32: 723-728.
- Costa-Wajm, D. and Shanmugathasan, K.N., 1999. Effects of irrigation at different growth stages and source-sink manipulations on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) in dry and intermediate zones of Sri Lanka. Journal of Agriculture and Crop Science, 183: 111-117.
- Dodig, D., Zoric, M., Knezevic, D., King, S.R. and Surlan-Momirovic, G., 2008. Genotype × environment interaction for wheat yield in different drought stress conditions and agronomic traits suitable for selection. Australian Journal of Agricultural Research, 59: 536-545.
- رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در دو محیط و وجود اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط بین عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش و تنش خشکی همبستگی معنی‌داری وجود نداشت که با نتایج Taghipour و همکاران (۲۰۱۳) در *Aegilops Soleymanifard triuncialis* و همکاران (۲۰۱۰) در گندم دوروم و Mohammadi & Fathi (۲۰۰۳) در جو مطابقت داشت.
- در این بررسی ملاحظه شد که GMP, STI, MP و Harm می‌توانند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های پرمحصول در هر دو شرایط محیطی به‌کار روند. همینطور Zebarjadi و همکاران (۲۰۱۳) شاخص‌های GMP, STI و MP را به‌عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی گزارش کردند. این نتایج همچنین با گزارشات Aghaee Sarbarzeh و همکاران (۲۰۰۹) در گندم، Garavandi و همکاران (۲۰۱۰) در گندم و Fallahi و همکاران (۲۰۱۱) در گندم دوروم مطابقت دارد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که دو مؤلفه اول در مجموع ۹۱/۴۵ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه کردند. در گزارش Zebarjadi و همکاران (۲۰۱۳) ۹۹/۵ درصد کل تغییرات داده‌ها به‌وسیله دو مؤلفه اصلی اول بیان شد. در نهایت با توجه به نمودار دو بعدی (بای‌پلات) ترسیمی ژنوتیپ‌های ۹، ۲۴، ۳۴، ۴۳، ۴۲، ۳۵، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۲۳، ۱۸، ۳، ۲۶ و ۴ در هر دو شرایط نرمال و محدود رطوبتی بیشترین مقادیر را داشتند. ژنوتیپ‌های ۱۴، ۳۶، ۱۰، ۳۲، ۱۷، ۲۰، ۱۲، ۱۵، ۴۶، ۴۰، ۱۱ و ۳۷ عملکرد مطلوبی در محیط نرمال داشتند. ژنوتیپ‌های ۲۵، ۴۱، ۳۳، ۵، ۶، ۲، ۷، ۴۴، ۱ و ۸ عملکرد مطلوبی در شرایط محدود رطوبتی و سازگاری اختصاصی با شرایط دیم داشته و توانمندی چندانی در شرایط نرمال برای عملکرد نداشتند. در نهایت ژنوتیپ‌های ۳۴، ۲۴، ۴۳ و ۹ به‌عنوان ژنوتیپ‌های دارای تحمل بالا به تنش خشکی و مطلوب از نظر عملکرد معرفی شدند. با توجه به جدول ۱ این ژنوتیپ‌ها مربوط به استان‌های لرستان (۹)، گیلان (۲۴)، همدان (۳۴) و اردبیل (۴۳) بودند. بر طبق نتایج در اکثر مناطق جغرافیایی



- barley in normal and non-normal conditions. *Journal of Agricultural Science*, 26: 2, 25-31.
- Mohammadi, A., Bihamta., M.R., Soluoki M. and Dorri, H.R., 2007. Study of quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under optimum and limited irrigation conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10: 231-243.
- Rosielle, A.A. and Hamblin, J., 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21: 943-946.
- Sanjari, A. GH., 2000. Evaluation of yields stability and source of drought tolerant in wheat cultivars and lines in semi-arid of country. Fifth congress of agronomy science and plant breeding, Karaj, Iran. pp165.
- Sanjari Pireivatlou, A. and Yazdansepas, A., 2008. Evaluation of wheat genotypes under pre and post anthesis drought stress conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 10: 109-121.
- SAS Institute, 2002. SAS Online doc 9.1.3 SAS. Inst., Cary, NC. Available at <http://support>. Accessed 19 June 2007.
- Schnider, K.A., Johnson, B.L. and Henderson, T.L., 1992. Rooting depth and water use of different sunflower phenotypes. *Proceeding. 13<sup>th</sup> International Sunflower Conference*, Pisa, Italy.
- Schnider, K.A., Rosales-Seerna, R., Ibarra-Peres, F., Cazares-Enriques, B., Acosta-Gallegos, J.A.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N. and Kelly, J.D., 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science*, 37: 43-50.
- Schneider, A., Molnar, I. and Molnar-Lang, M., 2008. Utilization of *Aegilops* (goatgrass) species to widen the genetic diversity of cultivated wheat. *Euphytica*, 163:1-19.
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V., 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research*, 98: 222-229.
- Soleymanifard, A., Fasihi, K.H., Nasirirad, H. and Naseri, R., 2010. Evolution of stress tolerance indices in durum wheat genotypes. *Journals Plant Production*, 17: 39-58.
- Taghipour, Z., Asghari Zakaria, R., Zare N. and Shaikh Zadeh Mosadegh P., 2013. The application of stress tolerance indices for evaluation of *Aegilops triuncialis* ecotypes to terminal drought tolerance. *Electronic Journal of Crop Production*, 7: 79-93.
- Zebarjadi, A.R., Tavakoli Shadpi, S., Etmnan, A.R. and Mohammadi, R., 2013. Evaluation of drought stress tolerance in durum wheat genotype using drought tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*, 29:1-12.
- Emam, Y., Ranjbari, A., and Bahrani, M.J., 2005. Evaluation of yield and yield components wheat genotypes under drought stress. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 1: 321-327.
- Fallahi, H.A., Alte-Jafarbai, J. and Seyedi, F., 2011. Evaluation of drought tolerance in durum wheat genotypes using drought tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27-1: 15-22.
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing 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*. Public Tainan Taiwan, 257-270.
- Friebe, B., Mukai, Y., Dhaliwal, H.S., Martin, T.J. and Gill, B.S., 1991. Identification of alien chromatin specifying resistance to wheat streak mosaic and green bug in wheat germplasm by C-banding and in situ hybridization. *Theoretical and Applied Genetics*, 81: 381-389.
- Gandhi, H.T., Vales, M.I., Watson, C.J.W., Mallory-Smith, C., Mori, N., Rehman, M., Zemetra, R.S., Riera-Lizarazu, O., 2005. Chloroplast and nuclear microsatellite analysis of *Aegilops cylindrica*. *Theoretical and Applied Genetics*, 111: 561-572.
- Garavandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D., 2010. Evaluation of drought tolerance in bread wheat advanced genotypes in field and laboratory conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 26-1: 233-252.
- Ghandi, A. and Jalali, A.H., 2013. Effects of moderate terminal drought stress on wheat agronomic characteristics. *Electronic Journal of Crop Production*, 6: 117-134.
- Gill, B.S., Friebe, B., Raupp, W.J., Wilson, D.L., Stan, C.T., Sears, R.G., Brown-Guedira, G.L. and Fritz, A.K., 2006. Wheat genetics resource center: the first 25 years. *Advances in Agronomy*, 89:73-136.
- Law, B.E., Williams, M., Anthoni, P.M., Baldochi, D.D. and Unsworth, M.H., 2000. Measuring and modeling seasonal variation of carbon dioxide and water vapor exchange of a *Pinus ponderosa* forest subject to soil water deficit. *Global Change Biology*, 6: 613-630.
- Moghaddam, A. and Hadizadeh, M.H., 2002. Response of Corn (*Zea mays* L.) Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*, 18: 255-272.
- Mohammadi, M. and Fathi, G., 2003. Comparison of selection tolerance and high yielding genotypes of

## Morphological evaluation and drought tolerance indices of *Aegilops cylindrica* accessions in Ilam

A. Noori<sup>1\*</sup>, A.A. Mehrabi<sup>2</sup> and H. Safari<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc., Department of Agronomy and Plant Breeding, Ilam University, Ilam, I.R.Iran  
Email: ru\_noori@yahoo.com

2- Assoc. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Ilam University, Ilam, I.R.Iran

3- M.Sc., Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, I.R, Iran

Received: 28.05.2015

Accepted: 15.07.2015

### Abstract

In order to introduce drought tolerance indices on 48 accessions of *Aegilops cylindrica* an experimental augmented design based on a randomized complete block design with 4 replications was conducted under non-stress and drought stress conditions at Agricultural Research Station of Ilam University. Combined analysis showed variation among the genotypes and also showed different responses of genotypes in stress and non-stress conditions. Based on the results of simple correlation analysis between the indices and biological yields of populations, Arithmetic Mean Productivity, Geometric Mean Productivity, Harmonic Mean Productivity and Tolerance Index showed strong correlation with biological yield in both stress and non-stress conditions and were efficient in screening populations. Principal components analysis showed that the first and second components were able to explain 91.49% of the variation. The first component, explaining 61.26 % of variation, confirmed the efficiency of mentioned indices for screening tolerant populations. Accordingly, with respect to the distribution of populations in biplot made by the first and second components, populations 9, 24, 34, 43, 42, 35, 45, 47, 48, 23, 18, 3, 26 and 4 had the highest performance in both normal and drought stress conditions and based on Arithmetic Mean Productivity, Geometric Mean Productivity, Harmonic Mean Productivity and Tolerance indices had a good tolerance to drought stress. Populations 14, 36, 10, 32, 17, 20, 12, 15, 46, 40, 11 and 37 had good performance in normal conditions. Populations 25, 41, 33, 5, 6, 2, 7, 44, 1 and 8 had optimum performance in drought stress. Populations 13, 16, 19, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 38 and 39 had week performance in both normal and drought stress conditions. Cluster analysis was relatively confirmed by principle components analysis. Populations 34, 24, 43 and 9 were introduced as tolerant populations with high biological yield in both normal and drought stress conditions at Ilam province climates.

**Keywords:** *Aegilops cylindrica*, drought, stress tolerance indices, biological yield.