

بررسی عملکرد علوفه جمعیت‌هایی از گونه مرتعی *Elymus pertenuis* در شرایط دیم و آبی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در استان فارس

مهرناز ریاست^{۱*}، علی اشرف جعفری^۲ و یوسف صفوی^۳

* نویسنده مسئول مکاتبات، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز

پست الکترونیک: riasat49@yahoo.com

۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، بروجرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۱

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و شناسایی جمعیت‌های متحمل در شرایط دیم، ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis* در دو محیط کشت آبی و دیم در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار به مدت سه سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص‌های تحمل به خشکی شامل میانگین عملکرد، میانگین هندسی عملکرد، شاخص تحمل به تنش، شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل محاسبه شدند. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه بین جمعیت‌های مورد بررسی در هر گروه آزمایشی بودند تحلیل همبستگی بین عملکرد علوفه با شاخص‌های مذکور نشان داد که شاخص‌های میانگین عملکرد، میانگین هندسی عملکرد و شاخص تحمل به تنش به علت داشتن بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد، مناسبترین شاخص‌ها برای تعیین جمعیت‌های متحمل به شرایط دیم می‌باشند. در مجموع جمعیت‌های اقلید، اسدآباد و برده به ترتیب با میانگین عملکرد ۶۳۲۳، ۵۵۶۰ و ۵۶۶۶ کیلوگرم به عنوان جمعیت‌های مناسب جهت کشت در دو محیط دیم و آبی معرفی شدند. برای گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس سه شاخص تحمل به تنش، میانگین عملکرد و میانگین هندسی عملکرد از تجزیه خوشه استفاده شد.

واژه‌های کلیدی: کشت دیم، کشت آبی، شاخص‌های تحمل، عملکرد علوفه.

مقدمه

نامناسب محیطی نظیر خشکی و شوری نقش ویژه‌ای دارند (Dane et al., 2006).

از دیدگاه کشاورزی پایدار، کاشت گندمیان علوفه‌ای ضمن تولید علوفه مورد نیاز دام و متعاقب آن تامین پروتئین انسان، نقش عمده‌ای در جلوگیری از فرسایش و حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند (Hodgson, 1979). در این

ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک در جهان محسوب می‌شود. بنابراین ایجاد ارقام متحمل به خشکی، یکی از اهداف مهم برنامه‌های اصلاح نباتات علوفه‌ای در ایران به‌شمار می‌رود. در بین گیاهان علوفه‌ای گندمیان به‌علت عملکرد مناسب و تحمل بالا به بسیاری از شرایط

محیطی تحت تنش یا بدون تنش، Fernandez (1992) آن‌ها را در چهار گروه دسته‌بندی کرد: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط از نظر عملکرد، برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی تولید کردند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی داشتند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد نسبی بالاتری داشتند. این گونه ژنوتیپ‌ها در کل، به شرایط محیطی مناسب حساس بوده و به علت رشد رویشی زیاد یا ابتلا به آفات و بیماری‌ها در شرایط مطلوب عملکرد کمتری تولید کردند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی داشتند (گروه D). همچنین Fischer و Maurer (1978) شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility (SSI) Index) را برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد کردند. شاخص‌های تحمل (TOL) (Tolerance Index) و بهره‌وری متوسط (MP) (Mean Productivity) توسط Rosielle و Hamblin (1981) به منظور انتخاب ارقام متحمل به تنش ارائه شدند. آنها اظهار داشتند که انتخاب معیار گزینش، به هدف به‌نژادگر بستگی دارد. اگر افزایش عملکرد در شرایط تنش مدنظر باشد، شاخص TOL می‌تواند مفید باشد، اما اگر افزایش عملکرد در هر دو محیط عادی و تنش مورد نظر به‌نژادگر باشد، بهتر است گزینش بر اساس MP انجام شود.

شاخص‌های تحمل به تنش (STI) (Stress Tolerance Index) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) (Geometric Mean Productivity) نیز توسط Fernandez (1992) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می‌کنند، پیشنهاد شدند. محققین در بررسی این شاخص‌ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت تنش محیط هدف بستگی دارد (Panhuwan et al., 2002; Blum, 1996). شاخص SSI برای اصلاح تحت تنش‌هایی با شدت کم مناسبند، در صورتی که شاخص‌های MP، GMP و STI برای تنش‌هایی با شدت بالا پیشنهاد شدند (Sio-Se Mardeh et al., 2006).

رابطه بحران انرژی و افزایش صعودی قیمت‌غلات موجب شده که بر اهمیت و استفاده از گیاهان علوفه‌ای تأکید فزاینده‌ای به عمل آید (Walton, 1981).

برنامه‌های به‌نژادی نقش به‌سزایی در تأمین مواد غذایی ایفا نموده‌اند به این ترتیب که تهیه ارقام، نژادها و ژنوتیپ‌های جدید و اصلاح شده موجب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی شده است (Vojdani, 1996). برای حفظ و نگهداری ذخائر ژنتیکی باید با ایجاد کلکسیون گیاهی و بانک ژن، خطر انقراض گونه‌های وحشی را کاهش داده تا به‌نژادگران بتوانند در آینده در دستیابی به واریته‌های جدید از آنها استفاده کنند (Humphreys, 1991).

جنس *Elymus* از خانواده *Poaceae* می‌باشد که بر اساس فلور ایرانیکا ۲۲ گونه از آن در ایران گزارش شده است که ۶ گونه آن در استان فارس رویش دارد (Reschinger, 1940). این جنس از گیاهان مهم مرتعی و بسیار خوش‌خوراک می‌باشد که مورد استفاده دام قرار می‌گیرد (Tayebi Khorrani, 1997). در مطالعاتی-Abdi Ghazijahani و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی ۸ جمعیت از گونه *Elymus tauri* نشان دادند که جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر تنوع ژنتیکی در ۲ خوشه جداگانه قرار گرفتند. در مطالعه Fadai و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی عملکرد بذر ۱۹ ژنوتیپ از گونه *Elymus hispidus* صورت گرفت نتایج نشان داد که ضرایب همبستگی بین عملکرد بذر با شاخص برداشت، طول سنبله، سطح برگ و طول پدانکل مثبت و معنی‌دار بود. در مقابل عملکرد علوفه با تاریخ ظهور سنبله رابطه منفی و با وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت.

یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است و شناخت این موضوع که هر یک از گیاهان یا ژنوتیپ‌ها چگونه با تنش مقابله می‌کنند، حائز اهمیت می‌باشد (Koocheki et al., 2006). تا کنون روش‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ارائه شده و مورد استفاده به‌نژادگران قرار گرفته است. بر اساس واکنش تعدادی ژنوتیپ به شرایط

می‌باشد. میزان بارندگی متوسط آن ۳۵۶ میلی‌متر است که در تمامی طول سال به جز فصل تابستان ادامه دارد و در اواخر فصل بهار و اوایل پاییز میزان آن کمتر است. میانگین حداکثر دما در این ایستگاه ۳۸/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما ۱/۷ درجه سانتی‌گراد است.

به‌منظور کاشت جمعیت‌های الیموس پس از شخم زدن، تسطیح قطعه و کرت‌بندی زمین، بذور ۱۶ جمعیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و در شرایط دیم و آبی کاشته شدند. در شرایط آبی در ابتدا آبیاری زمین به‌صورت یک روز در میان و پس از سبز شدن نهال‌ها، هر ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. پس از رویش جمعیت‌ها در عرصه، وجین علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی انجام شد. در پایان برداشت نمونه‌ها به‌مدت سه سال و هر سال در دو چین به‌فواصل زمانی ۳۰ روز انجام گرفت. جهت تعیین عملکرد علوفه خشک، پس از برداشت و انتقال به آزمایشگاه، نمونه‌ها خشک شده و وزن خشک آنها تعیین شد.

با توجه به اینکه تا کنون مطالعه جامعی در زمینه تحمل به خشکی در جمعیت‌های *Elymus pertenuis* در ایران صورت نگرفته است، این پژوهش با هدف ارزیابی میزان تنوع برای تحمل به تنش خشکی و ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در جمعیت‌های *Elymus pertenuis* به‌منظور شناسایی متحمل‌ترین آنها برای تدوین برنامه‌های اصلاحی آینده طراحی شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش بذور ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis* که از بانک ژن منابع طبیعی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شده بود (جدول ۱) در ایستگاه گیاهان مرتعی حسین‌آباد در ۲۵ کیلومتری غرب شیراز در محور جاده شیراز- کازرون مورد مطالعه قرار گرفتند. این ایستگاه دارای طول جغرافیایی "۵۲°۱۳'۱۵" تا "۵۲°۱۵'۱۵" و عرض جغرافیایی "۲۹°۳۶'۲۵" تا "۲۹°۳۷'۴۰" بوده و ارتفاع آن از سطح دریا حداقل ۱۹۴۳ و حداکثر ۲۰۱۲ متر

جدول ۱- منشاء ۱۶ اکوتیپ گونه *Elymus pertenuis* مورد استفاده در این تحقیق

ردیف	کد	جمعیت	منشأ	ردیف	کد	جمعیت	منشأ
۱	۹-۲	آشتیان	اراک	۹	۷-۹	اقلید	اقلید
۲	۱۰-۳	برده	شهرکرد	۱۰	۱۱-۱۴	ویه	سمیرم
۳	۳-۱۲	اسدآباد	همدان	۱۱	۷-۱	پاسهلکی	اقلید
۴	۳-۱۴	مورستانک	فریدون‌شهر	۱۲	N2	توره	اراک
۵	۳-۱۳	پیلستون	بوئین	۱۳	۳۹۹۶	فریدن	فریدن
۶	۸-۸	میمند	ياسوج	۱۴	۴۱۹۴	مساف	خوانسار
۷	۱۰-۲	کارسنک	شهرکرد	۱۵	۷-۴	دورمله	اقلید
۸	۵-۴۳	دره بید	دره بید	۱۶	۲۳۹۱	دامنه	فریدن

و Maurer (1978) برای سه سال محاسبه شد. سپس مقایسه میانگین عملکرد در شرایط دیم و آبی به‌روش دانکن صورت گرفت و برآورد شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی برای کلیه جمعیت‌ها به‌شرح زیر محاسبه شد.

جهت اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها انجام و سپس تجزیه واریانس به‌صورت طرح کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح بلوک کاملاً تصادفی برای عملکرد در دو شرایط دیم و آبی انجام شد. شدت تنش (SI) (Stress Intensity) نیز با استفاده از روش Fischer

$$SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P} \right) \quad \text{(شدت تنش)} \quad \text{(Fischer \& Maurer, 1978)}$$

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Y_S}{Y_P} \right)}{SI} \quad \text{(شاخص حساسیت به تنش)} \quad \text{(Fischer \& Maurer, 1978)}$$

$$TOL = Y_P - Y_S \quad \text{(شاخص تحمل)} \quad \text{(Rosielle \& Hamblin, 1984)}$$

$$STI = \frac{(Y_P \times Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2} \quad \text{(شاخص تحمل به تنش)} \quad \text{(Fernandez, 1992)}$$

$$MP = \frac{(Y_P + Y_S)}{2} \quad \text{(شاخص بهره‌وری متوسط)} \quad \text{(Rosielle \& Hamblin, 1984)}$$

$$GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S} \quad \text{(شاخص میانگین هندسی بهره‌وری)} \quad \text{(Fernandez, 1992)}$$

\bar{Y}_S = عملکرد بالقوه هر جمعیت در شرایط دیم (تنش) = میانگین عملکرد بالقوه کلیه جمعیت‌ها در شرایط دیم (تنش)

\bar{Y}_P = عملکرد بالقوه هر جمعیت در شرایط آبی (بدون تنش) = میانگین عملکرد بالقوه کلیه جمعیت در شرایط آبی (بدون تنش)

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بسیار معنی‌داری ($P < 0.001$) بین جمعیت‌ها از نظر عملکرد در شرایط دیم و آبی وجود داشت که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان‌پذیر برای تحمل به خشکی است (جدول ۲). میانگین عملکرد در هر سه سال نشان داد که عملکرد در شرایط آبی تفاوت معنی‌داری با شرایط دیم داشت. همچنین بیشترین شدت تنش خشکی در سال سوم بود (جدول ۳). مقایسه میانگین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد که در شرایط دیم جمعیت‌های اسداباد و اقلید به ترتیب با ۵۸۶۸ و ۵۵۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و جمعیت‌های آشتیان، میمند، کارسنگ و توره به ترتیب با ۱۹۵۶، ۲۰۹۲، ۲۱۶۳ و ۲۱۳۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در شرایط آبی جمعیت‌های برده و اقلید به ترتیب با ۷۱۶۸ و ۷۱۱۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و جمعیت آشتیان با ۲۲۷۴ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. از نظر

همبستگی بین شاخص‌های مختلف و همچنین عملکرد در شرایط دیم و آبی محاسبه و بر اساس تحلیل همبستگی‌ها، مناسب‌ترین شاخص تعیین شد. به طوری که شاخص مناسب شاخصی است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد داشته باشد (Jafaria *et al.*, 2009). پس از شناسایی بهترین شاخص‌ها، برای تعیین جمعیت‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط آبی و دیم نمودار سه بعدی ترسیم شد. از آنجایی که در یک نمودار سه بعدی فقط روابط بین سه متغیر را می‌توان مطالعه کرد، برای مطالعه همزمان بیش از سه متغیر، نمایش ترسیمی بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول انجام شد. همچنین به منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها از نظر تحمل در شرایط دیم بر مبنای شاخص‌های STI، MP و GMP از تجزیه خوشه-ای به روش Ward بر اساس فاصله اقلیدسی استفاده شد (Ebrahimiyan *et al.*, 2011). برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS، Excel 2010 و MINITAB₁₆ استفاده شد.

مقاوم‌ترین جمعیت‌ها در شرایط دیم ارزیابی شدند (جدول ۴). در جمعیت‌های مورد مطالعه، همبستگی بسیار معنی‌داری بین شاخص‌های STI، MP و GMP با عملکرد در هر دو شرایط دیم و آبی مشاهده شد (جدول ۵).

شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل به تنش (TOL) جمعیت‌های اسدآباد و پاسهلکی، از نظر شاخص میانگین عملکرد (MP) جمعیت‌های برده و اقلید و از نظر شاخص تحمل (STI) و شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) جمعیت‌های اسدآباد و اقلید به‌عنوان

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس عملکرد در شرایط آبی و دیم در ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis*

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد در شرایط دیم (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد در شرایط آبی (کیلوگرم در هکتار)
بلوک	۲	۱/۵۴ ^{NS}	۴/۰۱ ^{NS}
سال	۲	۳۱/۳۷ ^{**}	۶۹۶/۵۳ ^{**}
خطا ۱	۴	۱/۰۷	۱/۲۹
جمعیت	۱۵	۱۳/۰۴ ^{**}	۱۴/۴۲ ^{**}
سال*جمعیت	۳۰	۶/۴۰ ^{**}	۵/۹۸ ^{**}
خطا	۹۰	۲/۷۲	۲/۴۳

NS، * و ** = به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- شدت تنش و عملکرد علوفه در شرایط آبی و دیم در سه سال کشت در ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis*

عملکرد	سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین
دیم (کیلوگرم در هکتار)	۱۲۲۸/۵۴ ^b	۶۱۷۷/۵۸ ^b	۲۵۹۱/۲۵ ^b	۳۳۳۲/۴۶ ^b
آبی (کیلوگرم در هکتار)	۱۶۱۲/۲۹ ^a	۹۰۶۳/۱۷ ^a	۳۹۶۰/۵۰ ^a	۴۸۷۸/۶۵ ^a
شدت تنش (SI)	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۰

میانگین عملکردهایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد علوفه ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis* در شرایط آبی و دیم

ردیف	جمعیت	عملکرد در شرایط دیم (کیلوگرم/هکتار) Ys	عملکرد در شرایط آبی (کیلوگرم/هکتار) Yp	شاخص حساسیت به تنش SSI	شاخص تحمل به تنش TOL	شاخص تحمل STI	میانگین عملکرد MP	میانگین هندسی عملکرد GMP
۱	آشتیان	۱۹۵۶ ^e	۲۲۷۴ ^e	-۰/۱۴	۳۱۸/۰۰	۰/۲۲	۲۱۱۵/۰۰	۱۹۷۹/۸۲
۲	برده	۴۱۶۴ ^{bcd}	۷۱۶۸ ^a	۱/۳۵	۳۰۰۳/۳۳	۱/۱۸	۵۶۶۶/۳۳	۵۳۲۱/۱۳
۳	اسدآباد	۵۸۶۸ ^a	۵۲۵۲ ^{bc}	-۰/۲۱	-۶۱۶/۴۴	۱/۳۴	۵۵۶۰/۶۷	۵۴۷۶/۳۶
۴	مورستانک	۲۵۶۵ ^{de}	۴۸۴۵ ^{bcd}	۱/۳۶	۲۲۷۷/۷۸	۰/۵۰	۳۷۰۶/۸۹	۳۴۸۸/۷۰
۵	پیلاستون	۴۰۱۵ ^{bcd}	۴۱۸۱ ^{bcd}	-۰/۲۷	۱۶۶/۶۷	۰/۶۵	۴۰۹۸/۴۴	۳۹۹۴/۸۰
۶	میمند	۲۰۹۲ ^e	۴۰۲۳ ^{cd}	۰/۶۸	۱۹۳۰/۶۷	۰/۳۵	۳۰۵۷/۷۸	۲۸۲۵/۶۳
۷	کارسنک	۲۱۶۳ ^e	۴۳۲۶ ^{bcd}	-۰/۹۷	۲۱۶۲/۶۷	۰/۴۵	۳۲۴۴/۶۷	۲۹۳۵/۵۵
۸	دره‌بید	۲۹۵۹ ^{cde}	۳۳۲۵ ^{de}	-۰/۰۹	۳۶۶/۰۰	۰/۴۳	۳۱۴۲/۱۱	۳۰۳۳/۸۵
۹	اقلید	۵۵۳۰ ^{ab}	۷۱۱۶ ^a	۰/۸۹	۱۵۸۶/۲۲	۱/۵۵	۶۳۲۳/۷۸	۶۲۱۰/۳۸
۱۰	ویه	۳۱۹۰ ^{cde}	۴۵۰۳ ^{bcd}	۰/۱۶	۱۳۱۲/۶۷	۰/۸۱	۳۸۴۶/۷۸	۳۶۸۲/۷۱
۱۱	پاسهلکی	۴۴۹۱ ^{abc}	۴۰۳۰ ^{cd}	-۰/۹۲	-۴۶۰/۴۴	۰/۷۰	۴۲۶۱/۱۱	۴۱۹۶/۷۱
۱۲	توره	۲۱۳۴ ^e	۵۰۲۳ ^{bcd}	۱/۹۸	۲۸۸۹/۱۱	۰/۴۲	۳۵۷۸/۵۶	۳۰۵۹/۱۲
۱۳	فریدن	۳۳۲۷ ^{cde}	۵۹۰۸ ^{ab}	۰/۰۳	۲۵۸۱/۳۳	۰/۹۴	۴۶۱۸/۰۰	۴۲۴۶/۵۳
۱۴	مساف	۳۴۹۲ ^{cde}	۵۶۷۱ ^{abc}	۱/۳۱	۲۱۷۹/۵۶	۰/۹۰	۴۵۸۲/۲۲	۴۳۰۲/۵۷
۱۵	دورمله	۲۹۲۶ ^{cde}	۵۴۶۶ ^{bc}	۱/۵۲	۲۵۴۰/۰۰	۰/۸۲	۴۱۹۶/۶۷	۳۹۳۱/۸۳
۱۶	دامنه	۲۴۳۸ ^{de}	۴۹۴۰ ^{bcd}	۰/۹۲	۲۵۰۲/۰۰	۰/۶۵	۳۶۸۹/۸۹	۳۳۷۴/۸۴

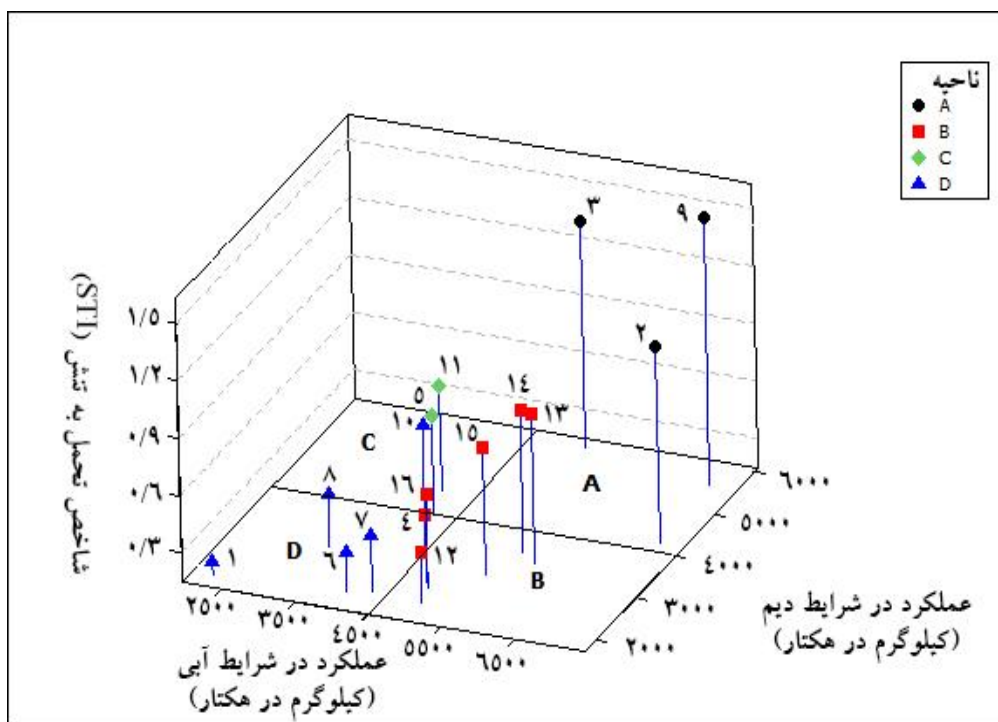
میانگین جمعیت‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند

جدول ۵- همبستگی عملکرد ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis* در شرایط دیم و آبی با شاخص‌های مقاومت به خشکی

شاخص‌ها	Ys	Yp	SSI	TOL	STI	MP	GMP
Yp	۰/۵۲ [*]						
SSI	-۰/۳۳ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}					
TOL	-۰/۴۵ ^{ns}	۰/۵۳ [*]	۰/۸۴ ^{**}				
STI	۰/۸۷ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۰۱ ^{ns}			
MP	۰/۸۷ ^{**}	۰/۸۸ ^{**}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۹۷ ^{**}		
GMP	۰/۹۱ ^{**}	۰/۸۳ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۹۷ ^{**}	۰/۹۹ ^{**}	

ns، * و ** = به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. Yp=عملکرد در شرایط آبی، Ys=عملکرد در شرایط دیم، SSI=شاخص حساسیت به تنش،

TOL=شاخص تحمل به تنش، STI=شاخص تحمل، MP=میانگین عملکرد و GMP=میانگین هندسی عملکرد.



شکل ۱- نمودار سه بعدی بر اساس شاخص STI و عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) در شرایط دیم (Ys) و آبی (Yp) در جمعیت‌هایی از گونه *Elymus pertenuis*. (شماره جمعیت‌ها مطابق شماره‌های ارائه شده در جدول ۱ است)

در شرایط آبی و STI بود که از تکرار آن خودداری شد. از آنجا که ۹۷ درصد تنوع داده‌ها به وسیله دو مؤلفه اول توجیه شد (جدول ۶) به منظور مطالعه همزمان روابط بین تمام شاخص‌ها و عملکرد در دو شرایط دیم و آبی، ترسیم بای پلات (Biplot) بر اساس دو مؤلفه اول صورت گرفت. در این بررسی اولین مؤلفه اصلی همبستگی مثبت و بالایی را با عملکرد در شرایط آبی (Yp)، عملکرد در شرایط دیم (Ys) و نیز شاخص‌های STI، MP و GMP داشت. بنابراین مؤلفه اول را می‌توان مؤلفه عملکرد نامید. مؤلفه دوم همبستگی بالا و مثبتی با شاخص‌های TOL و SSI داشت، بنابراین این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت نامید. از نظر مؤلفه اول، جمعیت‌های اقلید، اسدآباد و برده دارای بالاترین مقادیر مؤلفه اول بودند (شکل ۲) که بیشترین مقادیر عملکرد در شرایط آبی، عملکرد در شرایط دیم، STI، MP و GMP را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در مقابل جمعیت آشتیان کمترین مؤلفه اول را داشت و پایین‌ترین مقادیر عملکرد در

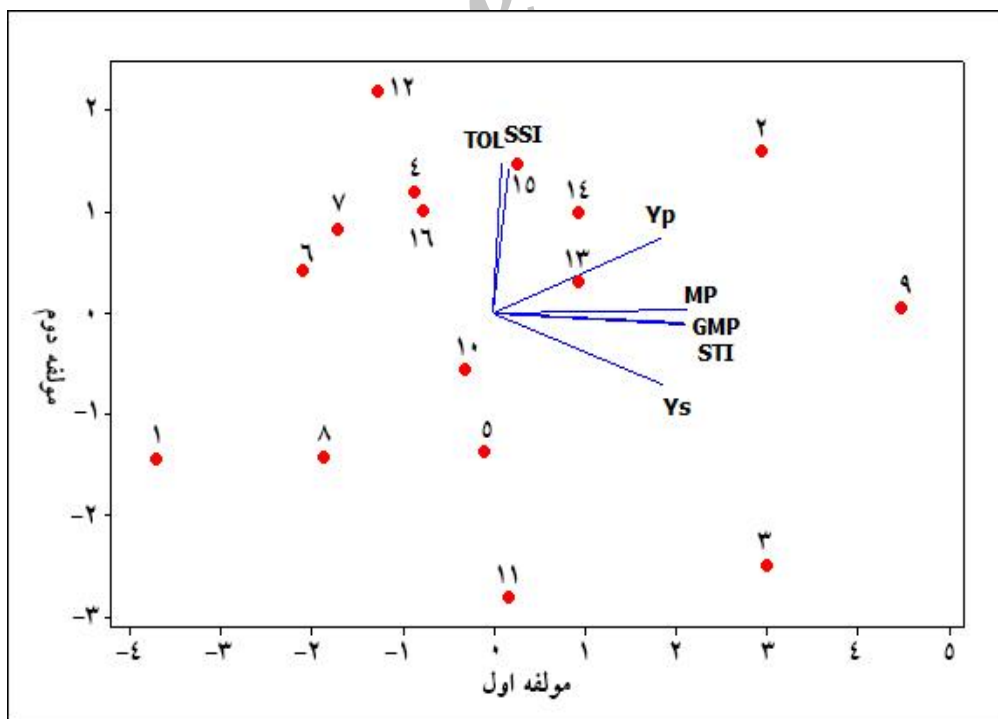
نتایج بررسی نمودار سه بعدی (شکل ۱) بر اساس عملکرد در شرایط دیم، عملکرد در شرایط آبی و STI در جمعیت‌ها نشان داد که جمعیت‌های اقلید، اسدآباد و برده در ناحیه A قرار گرفتند، یعنی دارای تحمل به خشکی و عملکرد بالا در هر دو شرایط دیم و آبی بودند. جمعیت‌های فریدن، مساف، دورمله، توره، دامنه و مورستانک که در ناحیه B قرار گرفتند که در شرایط آبی دارای عملکرد قابل قبول و در شرایط دیم دارای عملکرد نسبتاً پایین بودند. جمعیت‌های پاسهلکی و پیلستون که در ناحیه C قرار گرفتند در شرایط دیم دارای عملکرد قابل قبول و در شرایط آبی دارای عملکرد نسبتاً پایین بودند. سایر جمعیت‌ها در هر دو شرایط دیم و آبی عملکرد نسبتاً پایینی داشتند. نتایج حاصله از نمودار سه بعدی عملکرد در شرایط دیم، عملکرد در شرایط آبی و MP و نمودار سه بعدی عملکرد در شرایط دیم، عملکرد در شرایط آبی و GMP بسیار مشابه نتایج حاصل از نمودار سه بعدی عملکرد در شرایط دیم، عملکرد

GMP بودند در یک گروه به‌عنوان گروه متحمل به شرایط دیم قرار گرفتند. بنابراین می‌توان اظهار داشت، نتایج به‌دست آمده از نمودار درختی تأییدی بر نتایج حاصل از نمودار سه بعدی و نمودار بای‌پلات بود.

شرایط آبی، عملکرد در شرایط دیم، STI، MP و GMP را به‌خود اختصاص داد (جدول ۴). نمودار درختی (شکل ۳) نشان داد که جمعیت‌های اقلید، اسدآباد و برده با توجه به اینکه دارای بالاترین مقادیر برای شاخص‌های STI، MP و

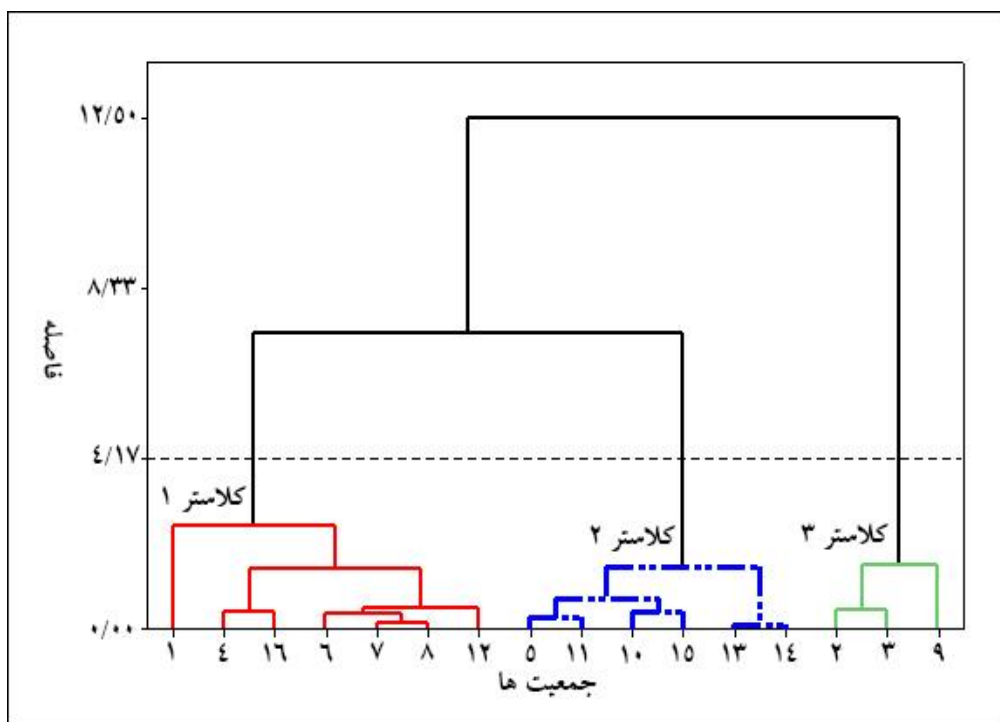
جدول ۶- مقادیر ویژه، درصد واریانس و ضرایب بردارهای ویژه شاخص‌های تحمل به خشکی در ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis*

مؤلفه ۲	مؤلفه ۱	شاخص تحمل به خشکی
-۰/۳۱	۰/۴۱	عملکرد در شرایط دیم (Ys)
۰/۳۲	۰/۴۱	عملکرد در شرایط آبی (Yp)
۰/۶۲	۰/۰۴	SSI
۰/۶۴	۰/۰۲	TOL
-۰/۰۴	۰/۴۶	STI
۰/۰۱	۰/۴۷	MP
-۰/۰۵	۰/۴۷	GMP
۲/۲۹	۴/۴۷	مقدار ویژه
۰/۳۳	۰/۶۴	درصد واریانس نسبی
۰/۹۷	۰/۶۴	درصد واریانس تجمعی



شکل ۲- نمودار بای‌پلات بر اساس مؤلفه اول و دوم در هفت شاخص تحمل به خشکی در ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis*

(شماره جمعیت‌ها مطابق شماره ارائه شده در جدول ۱ است.)



شکل ۳- نمودار خوشه‌ای به روش Ward برای ۱۶ جمعیت از گونه *Elymus pertenuis* (شماره جمعیت‌ها مطابق شماره ارائه شده در جدول ۱ است).

بحث

در محیط دیم و آبی کرد. زیرا در وهله اول شاخص برتر همواره همبستگی بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها با عملکرد تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش خواهد داشت بنابراین می‌توان از این سه شاخص به‌عنوان برترین شاخص‌ها برای شناسایی جمعیت‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط دیم و آبی استفاده کرد. در این خصوص Ebrahimiyan و همکاران (2011) بیان داشتند که شاخص‌های STI، MP و GMP همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر و با عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش داشتند و می‌تواند منجر به یافتن جمعیت‌هایی با عملکرد مناسب در هر دو شرایط شود.

در این آزمایش جمعیت آشتیان با وجود اینکه که دارای کمترین عملکرد در هر دو شرایط آبی و دیم است، در شاخص‌های SSI توانست یکی از کمترین مقدارها را به خود اختصاص دهد و از نظر این شاخص‌های به‌عنوان یکی از مقاومترین جمعیت‌ها شناخته شد. هر چه مقدار

در این پژوهش شدت تنش (SI) برای سه سال در کشت دیم برابر ۰/۳۰ برآورد شد (جدول ۳). شاخص شدت تنش تنها برای اندازه‌گیری شدت تنش خشکی در آزمایش‌ها قابل محاسبه است و برای اندازه‌گیری شدت تنش در جمعیت‌ها کاربرد ندارد (Fischer & Maurer, 1978). شاخص شدت تنش در این آزمایش این نکته را به خوبی نشان داد که در کشت دیم، جمعیت‌های مورد آزمایش در شرایط تنش خشکی قرار گرفتند و بارندگی نتوانست شرایطی مشابه با کشت آبی برای جمعیت‌های مورد آزمایش فراهم کند.

مقادیر ضریب همبستگی حاکی از همبستگی بسیار معنی‌داری بین عملکرد در هر دو شرایط دیم و آبی با شاخص‌های STI، MP و GMP بود. جهت انتخاب شاخص یا شاخص‌های برتر ابتدا بایستی اقدام به بررسی همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد

- bluegrass response to soil water metric head limits. *Agriculture and Water Management*, 86: 177-186.
- Ebrahimiyan, M., Majidi, M.M., Mirlohi, A. and Gheysari, M., 2011. Assessment of drought tolerance indices in tall fescue genotypes (*Festuca arundinasea* Schreb.). *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 19: 101-118.
- Fadai, M., Jafari, A.A. and Riasat, M., 2010. Evaluation of seed yield and yield components in 19 genotypes of *Elymus hispidus* species based on cluster analysis and principal components. 11th Iranian Crop Science Congress, Shahid Beheshti University, Tehran, 24-26 July 2010, pp: 441-445.
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Adaptation of food crops to temperature and water stress: proceedings of an international symposium, Taiwan, 13-18 August 1992, pp: 257-270.
- Fischer, R.A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1. grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897- 912.
- Hodgson, J., 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*, 34:11-17.
- Humphreys, M.O., 1991. A genetic approach to the multivariate differentiation of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. *Heredity*, 66: 437-443.
- Jafaria, A., Paknejada, F. and Jami Al-Ahmadi, M., 2009. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Plant Production*, 3: 33-38.
- Johnson, R.A. and Wichern, D.W., 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Pearson, New Jersey, USA, 800 pp.
- Koocheki, A.R., Yazdansepas, A. and Nikkhah, H.R., 2006. Effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Science*, 8: 14-29.
- Panthuan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajataserekul, S. and O'Toole, J.C., 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands: Part 1. Grain yield and yield components. *Field Crop Research*, 73:153-168.
- شاخص‌های SSI و TOL در یک جمعیت پایین‌تر باشد نشان دهنده مقاومت بیشتر آن جمعیت در برابر تنش خشکی است. با این حال تنها پایین بودن مقادیر شاخص‌های SSI و TOL برای یک جمعیت دلیلی بر مناسب بودن آن جمعیت برای کشت در شرایط دیم نیست. در این زمینه Ramirez و Kelly (1998) بیان نمودند که ممکن است جمعیت‌هایی یافت شوند که دارای حساسیت پایین به خشکی باشند ولی عملکرد پایین در هر دو شرایط نیز داشته باشد.
- در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌توان به‌طور همزمان به مطالعه تعداد زیادی متغیر پیوسته پرداخت. این روش تنوع موجود در تعداد زیادی متغیر اولیه را در تعداد کمی مؤلفه خلاصه می‌کند، به‌طوری که ترسیم گرافیکی آنها اطلاعات ارزنده‌ای در مورد مشاهدات و ارتباط آنها با متغیرهای اولیه در اختیار قرار می‌دهد (Johnson & Wichern, 2007). در این مطالعه ۹۷ درصد تنوع داده‌ها به‌وسیله دو مؤلفه اول توجیه شد که نشان می‌دهد این روش به‌طور کامل قابلیت خلاصه کردن ابعاد داده‌های مربوط به شاخص‌های تحمل در این مطالعه را دارا است.
- به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که جمعیت‌های اقلید، اسدآباد و برده به‌عنوان مقاومترین و جمعیت آشتیان به‌عنوان حساسترین جمعیت نسبت به سایر جمعیت‌های مورد آزمایش در شرایط دیم بودند.

منابع مورد استفاده

- Abdi-Ghazijahani, A., Mirzaie Nodoushan, H., Razban Haghghi, A. and Talebpoor, A.H., 2003. Investigation of genetic variation in different populations of *Elymus tauri* in North West of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 11: 234-247
- Blum, A., 1996. Crop response to drought and interpretation of the adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20: 135-148.
- Dane, J.H., Walker, R.H., Kamwe, L.B. and Belcher, J.L., 2006. Tall fescue and hybrid

- resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Research*, 98: 222-229.
- Tayebi Khorrami, M., 1997. Study on some ecological characteristics of *Elymus hispidus* and *Elymus pertenuis* species at branches of the Kor-vsyvand (Northern Fars). M.Sc. thesis. Tehran University.
 - Vojdani, P., 1996. Importance of safeguarding procedures in place to cover the natural and its role in the conservation and utilization of plant resources Inheritance. 4th Iranian Crop Science congress. 554-573.
 - Ramirez, V.P. and Kelly, J.D., 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99: 127-136
 - Reschinger, K.H., 1940. *Flora Iranica*, No.70, pp. 150-184.
 - Rosielle, A.A. and Hamblin, J., 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21: 943-946.
 - Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V., 2006. Evaluation of drought

Archive of SID

Investigation on forage yield of several accessions of *Elymus pertenuis* in dry and irrigated conditions based on drought tolerance indices in Fars Province

M. Riasat^{1*}, A.A. Jafari² and Y. Safavi³

1* –Corresponding Author, Scientific board member, Agricultural and Natural Resources Research Center, Shiraz, I.R.Iran, Email: riasat49@yahoo.com

2 –Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R.Iran

3 _M.Sc. Boroojerd branch of Islamic Azad University, Boroojerd, I.R.Iran

Received: 14.09.2013

Accepted: 11.06.2014

Abstract

In order to study drought tolerance indices and to identify drought tolerant accessions, 16 accessions of *Elymus pertenuis* were evaluated under dry land and irrigated farming systems using a randomized complete block design with three replications for each environment in a research farm of Hossein Abad, Shiraz, Iran. Five drought tolerance indices including stress susceptibility index, tolerance index, stress tolerance index (STI), mean productivity (MP) and geometric mean productivity (GMP) were estimated. Analysis of variance for each maturity group showed that there was a significant genetic variation among the accessions for all of the mentioned criteria. Correlation analysis showed significant positive correlation coefficient between STI, MP, GMP and yield under both dry land and irrigated conditions, suggesting that the indices are more efficient in determining drought tolerant accessions. Over all, Eghlid, Asadabad and Bardeh accessions, with average yield of 6323, 5560 and 5666 kg ha⁻¹ respectively, were introduced as suitable accessions for dry farming cultivation in dry land and irrigated farming systems. Classification of the accessions was performed using cluster analysis based on the three indices of STI, MP and GMP.

Keywords: *Elymus pertenuis*, dry land farming system, irrigated farming systems, drought index, forage yield.