تحقیقات غلات
سال دوم/ شماره اول / ۱۳۹۱ (۳۰ -۱۷)

مطالعه تنوع ژنتیکی جمعیت‌های *Triticum boeoticum* تحت شرایط عادی و تنش کم آبی

محمد مقدم[1*]، محمدامین مزینانی[3]، سیدسیامک علوی‌نیا[2]، محمدرضا شکیبا[4]، علی‌اشرف مهرابی[5] و علیرضا پورابوقداره[3]

۱ و ۲- به ترتیب استاد و استادیار گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی دانشگاه تبریز، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه تبریز، ۴- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشگاه تبریز، ۵- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۶- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۷)

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی برخی از صفات زراعی و فیزیولوژیک و بررسی اثر تنش کم آبی روی آنها در ۳۴ جمعیت از گونه *Triticum boeoticum* آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با در نظر گرفتن شرایط واجد و بدون تنش کم آبی در کرت‌های اصلی و جمعیت‌ها در کرت‌های فرعی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس بیانگر تفاوت معنی‌دار بین جمعیت‌ها در تمام صفات مورد بررسی و وجود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها بود. عملکرد دانه و طول × عرض دومین برگ زیر سنبله در هر دو شرایط دارای بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دارای پایین‌ترین ضریب تنوع فنوتیپی بودند. محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات و انجام رگرسیون گام به گام در هر دو شرایط واجد و فاقد تنش نشان داد که طول × عرض دومین برگ زیر سنبله و ارتفاع بوته رابطه مثبتی با عملکرد دانه دارند. علاوه بر این، در شرایط بدون تنش شاخص کلروفیل نیز به مدل رگرسیونی وارد شد. در تجزیه خوشه‌ای برای شرایط تنش کم آبی، پنج خوشه به دست آمد و جمعیت‌های ۱۱۴، ۱۱۸، ۱۷۶ و ۲۱۶ با داشتن بیشترین شاخص کلروفیل و عملکرد دانه به عنوان جمعیت‌های بهتر شناسایی شدند. نتایج تجزیه خوشه‌ای در محیط بدون تنش به سه خوشه منجر شد و جمعیت‌های ۳، ۱۰، ۱۲، ۵۲، ۱۲۰، ۱۲۷، ۲۵۷، ۲۷۷، ۳۲۰ و ۴۸۵ از گروه دوم، دارای بیشترین عملکرد دانه، شاخص کلروفیل برگ و طول × عرض دومین برگ زیر سنبله بودند.

واژه‌های کلیدی: اینکورن، تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، صفات زراعی و فیزیولوژیکی، گندم وحشی

* نویسنده مسئول: mmoghaddam@tabrizu.ac.ir

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران شناخته می‌شود و به عنوان یک تنش چند بعدی گیاهان را در سطوح مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. در طی صد سال گذشته کره زمین به طور غیر طبیعی در اثر فعالیت‌های انسان و ورود بسیار زیاد مقادیر دی اکسید کربن به جو حدود هفت‌دهم درجه سانتی‌گراد گرمتر شده است که مهمترین اثر این گرمایش تغییر آب و هوای کلی زمین، تغییر محدوده‌های دمایی در کشاورزی و بروز تنش‌های خشکی و دمایی است (Solomon *et al.*, 2007). از این رو اصلاح برای تولید ارقام برخوردار از تحمل بیشتر به این تنش‌ها دارای اهمیت است. گونه‌های وحشی گندم می‌توانند حامل منابع بالقوه‌ای از ژن‌های مفید از لحاظ مقاومت به تنش‌های محیطی باشند. بنابراین جمع‌آوری، نگهداری، ارزیابی و کاربرد این گونه‌ها به عنوان منابع ژنتیکی سودمند برای کاهش آسیب پذیری ژنتیکی ارقام گندم در شرایط تنش محیطی، به وسیله متخصصان اصلاح نبات در سراسر دنیا در حال پی‌گیری است. هاجار و هودکین (Hajjar and Hodgkin, 2007) گیاهان زراعی مهم مانند برنج، گندم، جو، سیب زمینی و سویا را مورد بررسی قرار دادند و به ژن‌های گونه‌های وحشی که در برنامه‌های دورگ گیری و تولید ارقام جدید استفاده شده‌اند، اشاره کردند. تنوع و گزینش دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع مطلوب از حیث هدف مورد بررسی می‌باشد. بررسی‌های متعدد بیانگر این واقعیت است که هنوز از تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای گندم به طور کامل استفاده نشده است.(Sneath and Sokal, 1983; Maxted *et al*., 2006) بنابراین، به نظر می‌رسد جدا از تسلط بر فن‌آوری‌های مدرن، موفقیت در اصلاح نباتات متکی به استفاده از طیف گسترده‌ای از تنوع ژنتیکی موجود در گیاهان زراعی اهلی و گونه‌های وحشی وابسته به آن‌ها است .(De Ponti, 2010)

گندم اینکورن (Einkorn) (*T. monococcum*) با فرمول ژنومی ۲n=۲x=۱۴ و دارای ژنوم AA، از نخستین گندم‌های زراعی است که حاصل اهلی شدن گونه‌های وحشی *T. urartu* و یا *T. boeoticum* است (Harlan and Zohary, 1996). تصور می‌شود که گونه‌های اینکورن از منطقه شرق هلال حاصل‌خیز خاور نزدیک (بین‌النهرین) سرچشمه می‌گیرند (Stallknecht *et al.,* 1996). یکی از هشت مرکز مهم پیدایش گیاهان که توسط واویلوف دانشمند روسی کشف و معرفی گردید، بخش وسیعی از قسمت‌های غرب و شمال غرب ایران را شامل می‌شود. این نواحی به عنوان یکی از بزرگترین مخازن ژنی گندم و یکی از مراکز اصلی پیدایش و اهلی شدن گونه وحشی *T. boeoticum* شناخته می‌شوند (Kimber and Feldman, 1987; Fakhre-Tabatabaei and Ramak-Massoumi, 2001). بنابراین، می‌توان تصور کرد که سطح بالایی از تنوع ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های *T. boeoticum* در این نواحی وجود داشته باشد (Naghavi *et al*., 2009). نقوی و همکاران (Naghavi *et al*., 2009) صد جمعیت از *T. boeoticum* را که از بخش‌های شمال غربی تا نواحی جنوب غربی ایران جمع‌آوری شده بود، به کمک نشانگرهای مولکولی SSR و ویژگی‌های گیاه‌شناسی مطالعه کردند و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای تمایز بالایی را بین گروه‌ها نشان دادند.

مطالعه تنوع ژنتیکی و تفکیک ژنوتیپ‌ها از طریق بررسی درجه شباهت و تفاوت تعدادی از نمونه امکان‌پذیر می‌گردد و شرط انجام آن گروه‌بندی نمونه‌ها با استفاده از معیار تشابه یا عدم تشابه است. تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های مناسب برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها است که به طور وسیعی برای تجزیه الگوی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به طوری که در به‌نژادی گیاهی هدف اصلی از تجزیه خوشه‌ای، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و یا جمعیت‌هایی است که بیشترین فاصله را با هم دارند. هدف از این پژوهش، ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* از نظر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک تحت شرایط معمول آبیاری و تنش کم آبی، بررسی وراثت صفات مورد مطالعه و تعیین روابط میان عملکرد دانه و سایر صفات بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تنوع برخی از صفات زراعی و فیزیولوژیک و بررسی اثر تنش خشکی روی آن‌ها، آزمایشی با استفاده از ۳۴ جمعیت از گونه *T. boeoticum* که با تنوع جغرافیایی مناسب از نواحی غرب و شمال غرب ایران جمع‌آوری شده بوند (جدول ۱)، انجام شد. آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در کرکج، ۱۲ کیلومتری شرق تبریز، با ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا (Jafarzadeh *et al.*, 1997)، در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تنش کم آبی در دو سطح شامل شرایط واجد تنش و عادی به عنوان فاکتور اصلی و جمعیت‌های مورد بررسی به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. شرایط تنش بر اساس تشتک تبخیر کلاس A در دو سطح ۸۰ میلی‌متر (شرایط عادی) و ۱۷۰ میلی‌متر (شرایط تنش) به اجرا گذاشته شد. اعمال تنش تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک ادامه یافت. هر جمعیت در کرت‌های آزمایشی به طول یک متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر کشت شد. در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه برخی از صفات زراعی و فیزیولوژیکی از قبیل ارتفاع بوته، طول× عرض دومین برگ زیر سنبله (به دلیل کوچک بودن برگ پرچم)، شاخص کلروفیل برگ، دمای برگ، روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد دانه در سنبله و دوره پر شدن دانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

جدول ۱- منشأ و نواحی جمع‌آوری ۳۴ جمعیت *Triticum boeoticum* مورد بررسی

Table 1. The origin and site description of the 34 populations of *Triticum boeoticum* under study

ردیف No.	جمعیت Population	محل جمع‌آوری Collection site	ردیف No.	جمعیت Population	محل جمع‌آوری Collection site
1	3	آذربایجان غربی- جاده مهاباد به سردشت	18	171	لرستان- خرم آباد- الشتر، ۳۰کیلومتر تا الشتر
2	4	کرمانشاه- ابتدای جاده جوانمرد کوزوان	19	176	لرستان- خرم‌آباد- ۲۰کیلومتری سپیددشت
3	10	کردستان- حومه سقز	20	177	لرستان- کیلومتر۲۵ جاده خرم‌آباد- سپیددشت
4	12	کرمانشاه- جاده هرسین- تمرگ	21	179	کرمانشاه- سنقز به اسد آباد- روستای ذوالفاس
5	16	کرمانشاه- دو راهی جوانمرد	22	181	کرمانشاه- سنقر
6	18	لرستان- بین چغلوند و خرم‌آباد	23	207	لرستان- جاده نورآباد - هرسین
7	19	کرمانشاه- جاده کرمانشاه- ۵کیلومتری کامیاران	24	216	آذربایجان شرقی- اهر- کلیبر،۳۰کیلومتر تا کلیبر
8	52	لرستان- سپیددشت لرستان	25	230	لرستان- کیلومتر ۵جاده الشتر- فیروزآباد
9	102	کرمانشاه- جاده جوانمرد- پاوه، روستای شاویار	26	257	کرمانشاه- سنقر- اسدآباد- روستای قره‌تپه
10	114	قزوین- طالقان- روستای دشت تاگورال	27	277	کرمانشاه- جاده سنقر
11	118	لرستان- کیلومتر۳۵ خرم‌آباد از سمت ملاوی	28	316	لرستان- کیلومتر۳۰ خرم‌آباد- سپیدشت
12	120	لرستان- سپیددشت (گل زرد)	29	320	کرمانشاه- سنقر- اسدآباد، روستای قره‌تپه
13	125	کرمانشاه- جاده هرسین- نورآباد، بعد از روستای تمرگ	30	368	ایلام- سرآبله- دامنه مانشت کوه
14	126	همدان- اسدآباد- ۶کیلومتر قبل از حسن‌آباد	31	372	لرستان- جاده دورود- خرم‌آباد، کیلومتر ۳۵خرم‌آباد
15	127	کرمانشاه- جاده هرسین- نورآباد، روستای ده سفید	32	407	کرمانشاه- جاده اسلام‌آباد- کرند، کیلومتر ۱ خسروآباد
16	155	لرستان- جاده خرم آباد- سپید دشت	33	484	ناشناخته
17	162	چهارمحال و بختیاری- فرخشهر	34	485	کردستان- سقز

بعد از جمع آوری داده‌ها و برقراری فرض‌های تجزیه واریانس، تجزیه واریانس چند متغیره به منظور تثبیت خطای نوع اول انجام شد و سپس تجزیه واریانس برای تمامی صفات اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه به صورت اسپلیت پلات و برای هر محیط به طور جداگانه به صورت بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در صفاتی که واریانس بین جمعیت‌ها معنی‌دار شد، اجزای واریانس و ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و هم چنین ضرایب همبستگی ساده برآورد شدند. از رگرسیون گام به گام برای تعیین صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد دانه را در شرایط واجد و فاقد تنش توجیه می‌کنند، استفاده شد. برای گروه‌بندی نمونه‌های مورد بررسی، در دو شرایط واجد و بدون تنش، تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد مطالعه به روش وارد و با استفاده از میانگین‌های استاندارد شده و فاصله اقلیدسی انجام شد. برای تعیین نقطه برش با در نظر گرفتن گروه‌ها به عنوان تیمار و جمعیت‌های درون هر گروه به عنوان تکرار از تجزیه واریانس چند متغیره استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS.16 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس چند متغیره برای جمعت‌های مورد مطالعه در جدول ۲ درج گردیده است. بر اساس هر چهار آزمون لاندای ویلکس، اثر پیلای، اثر لاولی-هتلینگ و بزرگترین ریشه‌روی بین سطوح تنش و نیز بین جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل جمعیت × تنش تنها برای آزمون بزرگترین ریشه‌روی و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. این نتایج نمایانگر آن است که حداقل از نظر یکی از صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌ها وجود دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس چند متغیره برای صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *Triticum boeoticum*

Table 2. Multivariate analysis of variance for studied characters in 34 populations of *Triticum boeoticum*

منابع تغییرات S.O.V	آزمون Test	مقدار آماره Test statistic
تنش کم آبی Water stress	Pillai's Trace	0.418**
	Wilks' Lambda	0.582**
	Hotelling's Trace	0.718**
	Roy's Largest Root	0.718**
خطای کرت اصلی E_a	Pillai's Trace	0.299**
	Wilks' Lambda	0.722**
	Hotelling's Trace	0.355**
	Roy's Largest Root	0.226**
جمعیت Population	Pillai's Trace	3.189**
	Wilks' Lambda	0.005**
	Hotelling's Trace	11.483**
	Roy's Largest Root	6.348**
اثر متقابل جمعیت و تنش Population × Water stress	Pillai's Trace	1.744
	Wilks' Lambda	0.132
	Hotelling's Trace	2.387
	Roy's Largest Root	0.572**

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد. ** Significant at 1% probability level.

تجزیه واریانس تک متغیره اختلاف معنی‌داری را بین سطوح فاکتور فرعی (جمعیت) برای کلیه صفات نشان داد که بیانگر وجود تنوع در میان جمعیت‌های مورد بررسی برای این صفات است. اثر متقابل جمعیت × تنش تنها برای صفات دمای برگ و شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار شد. اثر تنش بر ارتفاع بوته و دمای برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). عدم وجود اختلافات معنی‌دار در اکثر صفات در بین سطوح فاکتور اصلی (تنش خشکی) احتمالاً به خاطر مقاومت بیشتر ژنوتیپ‌های این گونه وحشی به تنش خشکی است (Kimber and Feldman, 1987; De Ponti, 2010). والکون (Valkoun, 2001) اظهار داشت که اجداد وحشی گندم، بومی مناطق نیمه خشک جنوب و شرق آسیای مرکزی هستند و در نتیجه به خوبی در برابر تنش‌های غیر زنده که همه ساله در همه مناطق با تغییرات آب و هوایی تکرار می‌شود سازش پیدا کرده‌اند و در طول هزاران سال تنوع بالایی از ژن‌های تحمل به تنش در آن‌ها به وجود آمده است.

تجزیه واریانس جداگانه برای هر محیط نیز نشان داد که به جز برای شاخص کلروفیل برگ در شرایط تنش، اختلاف میان جمعیت‌ها برای کلیه صفات در هر دو شرایط تنش و بدون تنش معنی‌دار است (داده‌ها درج نشده‌اند). نقوی و همکاران (Naghavi *et al*., 2009) نیز تمایز بالایی را در بین جمعیت‌های *T. boeoticum* گزارش کردند.

برای تعیین میزان تاثیر تنش خشکی روی صفات مورد ارزیابی، میانگین صفات جمعیت‌ها در شرایط تنش و بدون تنش کم آبی با هم مقایسه شدند (جدول ۴ و شکل ۱). تنش کم آبی باعث کاهش کلیه صفات مورد بررسی به جز دمای برگ و روز تا ظهور سنبله شد، به طوری که در اثر تنش ارتفاع بوته (۹/۳۶ درصد)، طول× عرض دومین برگ زیر سنبله (۷/۳۲ درصد) و عملکرد دانه در سنبله (۶/۸۴ درصد) بیشتر از سایر صفات کاهش یافتند (شکل ۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در شرایط فاقد و واجد تنش کم آبی

Table 3. Analysis of variance for studied characters in 34 populations of *T. boeoticum* under normal and water deficit conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته PH	طول * عرض دومین برگ LA	شاخص کلروفیل برگ CHL	دمای برگ LT	روز تا ظهور سنبله DH	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	عملکرد دانه SW	دوره پر شدن دانه GFP
تکرار Replication	2	1248.99	16.56	63.10	103.00**	4.66	6.87	0.075	6.73
تنش آبی Water stress	1	2055.36*	10.79	51.48	388.38**	4.53	3.44	0.064	15.89
خطای ۱ E_a	2	92.47	7.69**	182.53**	0.68	5.25	23.50**	0.004	16.38*
جمعیت Population	33	176.99**	10.95**	53.01**	11.04*	80.26**	32.16**	0.025**	17.68**
تنش*جمعیت Population* Stress	33	55.12	1.14	40.41*	8.10*	4.71	2.92	0.007	4.75
خطای ۲ Error	132	51.25	1.48	23.13	5.29	4.59	3.04	0.007	5.00

*, **Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

GFP, SW, DPM, DH, LT, CHL, LA and PH: Grain Filling Period, Seed Weight, Days to Physiological Maturity, Days to Heading, Leaf Temperature, Chlorophyll Index, Leaf Area and Plant Height, respectively.

جدول ۴- میانگین صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در دو شرایط واجد و فاقد تنش کم آبی

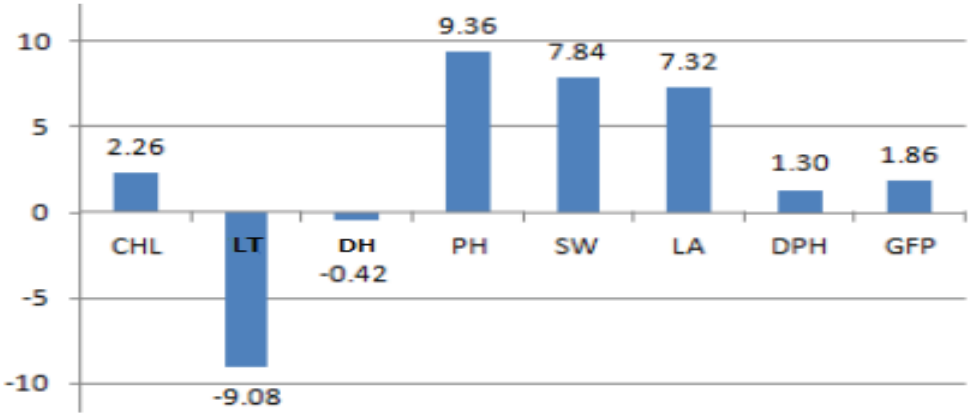
Table 4. Mean of studied characters in 34 populations of *T. boeoticum* under normal and water stress conditions

شرایط Condition	ارتفاع بوته PH (cm)	طول * عرض دومین برگ LA (cm^2)	شاخص کلروفیل برگ CHL (spad)	دمای برگ LT (^oC)	روز تا ظهور سنبله DH	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	عملکرد دانه SW (gr)	دوره پر شدن دانه GFP (day)
نرمال Normal	67.77*	6.27	44.32	30.37**	70.82	100.77	0.45	29.94
تنش کم آبی Water stress	61.42	5.81	44.31	33.13	71.12	99.45	0.42	29.38

*, **Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

GFP, SW, DPM, DH, LT, CHL, LA and PH: Grain Filling Period, Seed Weight, Days to Physiological Maturity, Days to Heading, Leaf Temperature, Chlorophyll Index, Leaf Area and Plant Height, respectively.



شکل ۱- درصد کاهش صفات مورد مطالعه در شرایط تنش کم آبی نسبت به شرایط بدون تنش در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* .

Figure 1. Percent reduction of studied characters under water stress condition as compared with normal condition in 34 populations of *T. boeoticum*.

سانچز- بلانکو و همکاران (Sánchez-Blanco *et al*., 2004) گزارش کردند که تنش خشکی سطح برگ و سرعت رشد آن را کاهش می‌دهد. هر چند که در این آزمایش میانگین تمامی صفات به جز دمای برگ و روز تا ظهور سنبله در شرایط نرمال بیشتر از شرایط تنش کم آبی بود، در عین حال، اختلاف بین شرایط نرمال و تنش کمبود آب تنها برای صفات ارتفاع بوته و دمای برگ معنی‌دار شد. ارل و دیویس (Earl and Davis, 2003) عنوان کردند که کمبود آب باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق می‌شود و این عمل موجب افزایش دمای برگ می‌گردد. نتایج مطالعات برخی از محققان کاهش ارتفاع بوته را تحت شرایط تنش کمبود آب نشان داده است (Nabipour *et al*., 2002; Bashar *et al*., 2003). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2006) نیز عنوان کردند که تنش کم آبی باعث کاهش ۲۱/۷۱ درصدی ارتفاع بوته شد. این محققان با توجه به این که مواد غذایی به صورت محلول در آب جذب گیاه می‌شوند، عنوان کردند که در شرایط تنش، محدودیت در منابع آبی منجر به محدودیت در کلیه منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زود هنگام مرحله رویشی و شروع مرحله زایشی می‌گردد، در نتیجه، دوره رشدی، ارتفاع، طول سنبله اصلی و عملکرد کاهش می‌یابد. این موضوع را میترا (Mitra, 2001) با عنوان فرار از خشکی تفسیر کرده و بیان داشت که این مکانیسم شامل نمو فنولوژیکی سریع (گلدهی و رسیدگی زودهنگام)، انعطاف پذیری نموی و انتقال مجدد آسیمیلاهای ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه می‌باشد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار برای صفات عملکرد دانه، شاخص کلروفیل برگ، طول × عرض برگ، روز تا ظهور سنبله، دوره پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نشان دهنده پاسخ یکسان جمعیت‌های وحشی برای این صفات در شرایط نرمال و تنش کمبود آب است. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد که استفاده از پتانسیل مقاومت به خشکی جمعیت‌های وحشی می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی آینده مفید باشد.

اجزای واریانس و ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش و واجد تنش با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات محاسبه و به ترتیب در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند. با توجه به اختلاف زیاد بین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی در بیشتر صفات، استنباط می‌شود که صفات مورد بررسی به مقدار زیادی تحت تأثیر محیط قرار گرفته‌اند. پایین بودن مقادیر وراثت پذیری بین جمعیت‌ها برای اکثر صفات نیز نشان دهنده این موضوع است. کمترین میزان این ضرایب برای صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مشاهده شد. در شرایط واجد تنش محاسبه ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفاتی مانند طول×عرض دومین برگ زیر سنبله (۳۱/۴۰٪ و ۲۰/۷۰٪)، عملکرد دانه در سنبله (۲۲/۹۳٪ و ۷/۵۱٪) و ارتفاع بوته (۱۶/۳۹٪ و ۸/۷۹٪) نشان داد که تنوع زیادی برای این صفات در مقایسه با صفاتی مانند روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی

فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه و دمای برگ در جمعیت‌های مورد بررسی وجود دارد (جدول ۶). حیدری (Heidari, 2010) در بررسی یک جمعیت گندم شامل ۹ رقم و ۳۶ فرد از نتاج حاصل از تلاقی بین آنها گزارش کرد که ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای عملکرد دانه بسیار بیشتر از صفاتی مانند روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک است. همچنین، بوگینی و همکاران (Boggini *et al*., 1995) در ارزیابی ۱۴ ژنوتیپ گندم دوروم بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی را برای عملکرد دانه گزارش کردند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه از یک سو و طول×عرض دومین برگ زیر سنبله و ارتفاع بوته از سوی دیگر در محیط واجد تنش وجود داشت، در حالی که همبستگی عملکرد دانه با دمای برگ منفی و معنی‌دار بود. زمان پر شدن دانه نیز با روز تا ظهور سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول ۷). بررسی ضریب همبستگی در شرایط بدون تنش همانند شرایط واجد تنش همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با طول×عرض دومین برگ زیر سنبله و ارتفاع بوته را نشان داد. زمان پر شدن دانه نیز با روز تا ظهور سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (جدول ۸). افضلی فر و همکاران (Afzalifar *et al*., 2011) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در جوهای وحشی اسپانتانئوم ایران گزارش کردند. با وجود این نبوتی و همکاران (Nabovati *et al*., 2010) و نقدی‌پور و همکاران (Naghdipour *et al*., 2011) در گندم دوروم همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته مشاهده کردند. کالدرینی و همکاران (Calderini *et al*., 1995) عنوان کردند که در ارقام زراعی مدرن گندم، بهبود عملکرد دانه از طریق کاهش ارتفاع بوته فراهم شده و در نتیجه انتقال بیشتر مواد به بخش زایشی نسبت به بخش رویشی بدون تغییر اساسی در بیوماس صورت گرفته است.

جدول ۵- میانگین‌ها، اجزای واریانس، ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری برای صفات مورد مطالعه در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در شرایط بدون تنش کم آبی

Table 5. Means, variance components, genetic and phenotypic coefficients of variation and heritability for the measured characters in 34 populations of *T. boeoticum* under normal irrigation condition

صفات Traits	میانگین Mean	واریانس فنوتیپی V_P	واریانس ژنتیکی V_G	واریانس محیطی V_E	ضریب تغییرات فنوتیپی CV_P	ضریب تغییرات ژنتیکی CV_G	وراثت پذیری h^2_B
شاخص کلروفیل برگ CHL (spad)	44.32	32.74	14.49	18.25	12.90	8.58	44.25
دمای برگ LT (^oC)	30.37	5.88	0.56	5.32	7.98	2.46	9.52
روز تا ظهور سنبله DH	70.82	18.36	13.40	4.96	6.05	5.16	72.98
ارتفاع بوته PH (cm)	67.77	68.03	13.99	54.04	12.17	5.51	20.56
عملکرد دانه SW (gr)	0.45	0.01	0.004	0.008	24.34	13.85	40.00
طول * عرض دومین برگ LA (cm^2)	6.27	3.03	1.59	1.44	27.78	20.09	52.47
روز تا رسیدگی فیزیووژیک DPM	100.77	7.63	4.62	3.01	2.74	2.13	60.55
زمان پر شدن دانه (روز) GFP (day)	29.94	8.19	2.58	5.61	9.56	5.36	31.50

h^2_B, CV_G, CV_P, V_E, V_G, V_P, CHL, LT, DH, PH, SW, LA, DPM and GFP: Broad-sense heritability, genetic coefficient of variation, phenotypic coefficient of variation, environmental variance, genetic variance, phenotypic variance, chlorophyll index, leaf temperature, days to heading, plant height, seed weight, leaf area, days to physiological maturity and grain filling period, respectively.

جدول ۶- میانگین‌ها، اجزای واریانس، ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری برای صفات مورد مطالعه در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در شرایط بدون تنش کم آبی در شرایط واجد تنش کم آبی

Table 6. Means, variance components, genetic and phenotypic coefficients of variation and heritability for the measured characters in 34 populations of *T. boeoticum* under water stress condition

صفات Traits	میانگین Mean	واریانس فنوتیپی V_P	واریانس ژنتیکی V_G	واریانس محیطی V_E	ضریب تغییرات فنوتیپی CV_P	ضریب تغییرات ژنتیکی CV_G	وراثت‌پذیری عمومی h^2_b
شاخص کلروفیل برگ CHL (spad)	43.31	32.88	1.21	31.67	13.23	2.53	3.68
دمای برگ LT (^oC)	33.13	9.34	1.89	7.45	9.22	4.41	20.23
روز تا ظهور سنبله DH	71.12	15.59	11.86	3.73	5.55	4.84	76.07
ارتفاع بوته PH (cm)	61.42	101.35	29.20	72.15	16.39	8.79	28.81
عملکرد دانه SW (gr)	0.42	0.009	0.001	0.008	22.93	7.51	11.11
طول×عرض دومین برگ LA (cm^2)	5.81	3.33	1.45	1.88	31.40	20.70	43.54
روز تا رسیدگی فیزیوژیک DPM	99.45	7.92	5.03	2.89	2.83	2.25	63.51
زمان پر شدن دانه (روز) GFP (day)	29.38	6.12	1.56	4.56	8.42	4.24	25.49

h^2_B, CV_G, CV_P, V_E, V_G, V_P, CHL, LT, DH, PH, SW, LA, DPM and GFP: Between population heritability, Genetic Coefficient of Variation, Phenotypic Coefficient of Variation, Environmental Variance, Genetic variance, Phenotypic Variance, Chlorophyll Index, Leaf Temperature, Days to Heading, ,Plant Height, Seed Weight, Leaf Area, Days to Physiological Maturity and Grain Filling Period, respectively.

جدول ۷- همبستگی صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در شرایط تنش کم آبی

Table 7. Correlations among studied characters in 34 populations of *T. boeoticum* under water stress condition

صفات Traits	شاخص کلروفیل برگ CHL	دمای برگ LT	روز تا ظهور سنبله DH	ارتفاع بوته PH	عملکرد دانه SW	طول×عرض دومین برگ LA	روز تا رسیدگی فیریولوژیک DPM	دوره پر شدن دانه GFP
LT	0.02	1						
DH	0.02	-0.09	1					
PH	0.26**	-0.34**	0.30**	1				
SW	0.18	-0.29**	0.12	0.71**	1			
LA	0.28**\	-0.21*	0.11	0.54**	0.51**	1		
DPM	0.22*	0.00	0.78**	0.32**	0.13	0.08	1	
GFP	-0.07	0.14	-0.68**	-0.10	-0.04	-0.09	-0.07	1

*, **Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively. *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

CHL, Chlorophyll index; LT, Leaf Temperature; DH, Days to Heading; PH, Plant Height; SW, Seed Weight; LA, Leaf Area; DPM, Days to Physiological Maturity; GFP, Grain Filling Period.

جدول ۸- همبستگی صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* در شرایط بدون تنش آبی

Table 8. Correlations among studied characters in 34 populations of *T. boeoticum* under normal irrigation condition

صفات Traits	شاخص کلروفیل برگ CHL	دمای برگ LT	روز تا ظهور سنبله DH	ارتفاع بوته PH	عملکرد دانه SW	طول×عرض دومین برگ LA	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	دوره پر شدن دانه (روز) GFP
LT	-0.21*	1						
DH	-0.05	-0.32**	1					
PH	-0.10	-0.17	-0.06	1				
SW	0.14	0.03	-0.07	0.48**	1			
LA	-0.03	-0.13	0.06	0.51**	0.45 **	1		
DPM	-0.05	-0.27**	0.75**	0.02	-0.08	-0.03	1	
GFP	0.02	0.22*	-0.77**	0.11	0.02	-0.12	-0.16	1

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

*, **Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

CHL, Chlorophyll index; LT, Leaf Temperature; DH, Days to Heading; PH, Plant Height; SW, Seed Weight; LA, Leaf Area; DPM, Days to Physiological Maturity; GFP, Grain Filling Period.

سلیوان و آستین (Sulvian and Eastin, 1975) دریافتند که بسته شدن روزنه‌ها باعث متوقف شدن تعرق و جلوگیری از خنک شدن گیاه می‌شود. در نتیجه دمای برگ افزایش می‌یابد و هر چه گیاهان روزنه‌های خود را سریع‌تر مسدود کنند نسبت به گرما مقاومت بیشتری دارند و مکانیسم‌هایی را به وجود می‌آورند تا دماهای بالاتر برگ را تحمل کنند که این فرآیند در خصوصیات تحمل به تنش-های ناشی از تغییرات دور آبیاری نیز نقش دارد. از طرفی بسته شدن روزنه‌ها باعث کاهش میزان فتوسنتز برگ می‌شود که در پی آن کاهش عملکرد دانه رخ می‌دهد.

از رگرسیون گام به گام به منظور تعیین متغیرهای با ارزش و مؤثر بر متغیر تابع و تهیه بهترین مدل برای توجیه تغییرات آن در دو شرایط واجد و فاقد تنش استفاده شد (جدول‌های ۹ و ۱۰). به همین منظور عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. در محیط تنش کم آبی، ارتفاع بوته نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۵۱/۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. همبستگی مثبت و بالا بین عملکرد و ارتفاع بوته نیز تأیید کننده این نتیجه است. در مرحله دوم صفت طول×عرض دومین برگ زیر سنبله با ضریب تبیین جزء ۰/۵۳۱ وارد مدل شد که در مجموع این دو صفت ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه در سنبله را تبیین نمودند. در شرایط بدون تنش طول × عرض دومین برگ زیر سنبله نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۲۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمود. در مرحله دوم ارتفاع بوته با ضریب تبیین جز ۰/۰۶۳ به مدل وارد شد. در مرحله سوم شاخص کلروفیل برگ به مدل اضافه شد. این سه صفت در مجموع ۳۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد که صفات طول × عرض دومین برگ زیر سنبله و ارتفاع بوته در هر دو شرایط وارد مدل شده و بهبود این صفت در هر دو شرایط مهم است.

جدول ۹- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در شرایط تنش کم آبی
Table 9. Stepwise regression for grain yield as the response and other characters as predictors under water stress condition

متغیر اضافه شده به مدل Variables added to the model	عرض از مبدأ Constant	ضرایب رگرسیون Regression coefficients		ضریب تبیین جزیی Partial R^2	ضریب تبیین مدل R^2	F
		b1	b2			
ارتفاع بوته Plant height (cm)	-0.001	0.007**		0.511	0.511	104.36**
طول×عرض دومین برگ Leaf area (cm^2)	0.000	0.009*	0.006**	0.021	0.531	56.15**

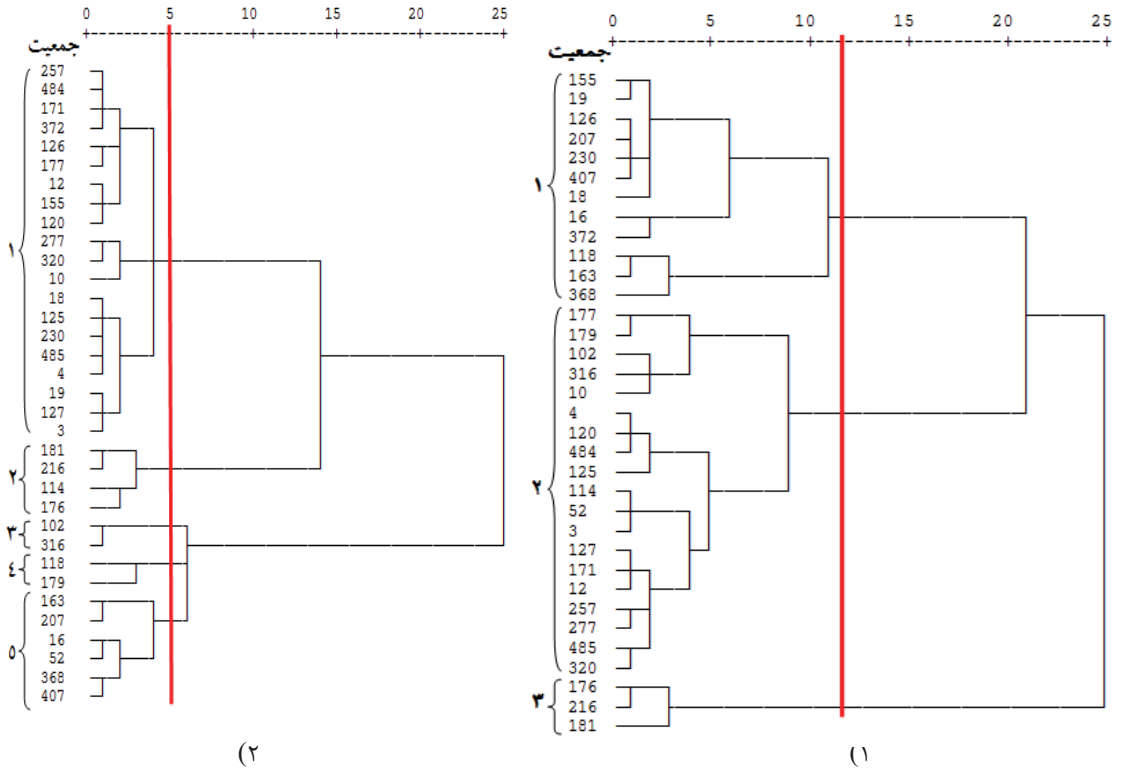
*, **Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively. *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۱۰- رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در شرایط فاقد تنش
Table 10. Stepwise regression for grain yield as the response and other characters as predictors under normal irrigation condition

متغییر اضافه شده به مدل Variables added to the model	عرض از مبدأ Constant	ضرایب رگرسیون Regression coefficients			ضریب تبیین جزیی Partial R^2	ضریب تبیین مدل R^2	F
		b1	b2	b3			
طول×عرض دومین برگ Leaf area (cm^2)	0.105	0.450**			0.243	0.243	32.08**
ارتفاع بوته Plant height (cm)	-0.051	0.291**	0.004**		0.063	0.292	21.84**
شاخص کلروفیل برگ Chlorophyll index (SPAD)	-0.240	0.288**	0.004**	0.004*	0.039	0.325	17.21**

*,** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively. *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

نتایج تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌ها برای کلیه صفات و در دو شرایط واجد و بدون تنش به طور جداگانه در شکل‌های ۲ آمده‌است. نتایج تجزیه خوشه‌ای روی تمامی صفات در شرایط واجد و بدون تنش، با توجه به شباهت جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس صفات اندازه‌گیری شده و با استفاده از تجزیه واریانس چند متغیره برای تعیین محل برش دندروگرام، جمعیت‌ها را به ترتیب در پنج و سه خوشه گروه‌بندی کرد. گروه‌بندی جمعیت‌ها در دو شرایط واجد و بدون تنش متفاوت از یکدیگر بود که نشانگر واکنش متفاوت جمعیت‌ها نسبت به شرایط مورد آزمایش می‌باشد. در بررسی گروه‌ها در شرایط بدون تنش مشخص شد که گروه اول شامل جمعیت‌های ۱۵۵، ۱۹، ۱۲۶، ۲۰۷، ۲۳۰، ۴۰۷، ۱۸، ۱۶، ۳۷۲، ۱۱۸، ۱۶۳ و ۳۶۸ بودند (محل جمع‌آوری جمعیت‌ها در جدول ۱ آورده شده است)، که از لحاظ صفات مورد بررسی به عنوان مثال دمای برگ و شاخص کلروفیل برگ به ترتیب با میانگین ۳۱/۱ و ۴۴/۸ بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. همچنین این گروه از نظر دوره پر شدن دانه، طولانی‌ترین زمان را نسبت به سایر گروه‌ها داشت. این گروه با میانگین ۰/۳۸ کمترین مقدار عملکرد دانه را نسبت به سایر گروه‌ها داشت که این میزان کم احتمالاً از سطح برگ و ارتفاع کمتر و دمای بالای برگ نسبت به گروه‌های دوم و سوم ناشی می‌شود. گروه سوم که شامل جمعیت‌های ۱۷۶، ۲۱۶ و ۱۸۱ است از لحاظ روز تا رسیدگی (۱۰۶/۲) و روز تا ظهور سنبله (۸۰/۵۶) بیشترین میزان را در این صفات به خود اختصاص داد. سایر جمعیت‌ها به علت شباهت به یکدیگر از جمله عملکرد دانه، سطح برگ و ارتفاع بوته به ترتیب با میانگین ۰/۵۰، ۷/۰۰ و ۷۰/۹ در گروه دوم قرار گرفتند (داده‌ها درج نشده‌اند).



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد بررسی در ۳۴ جمعیت *T. boeoticum* ، ۱) در شرایط بدون تنش کم آبی و ۲) در شرایط تنش کم آبی.

Figure 2. Dendrogram of 34 populations of *T. boeoticum in* 1) normal irrigation condition and 2) water stress condition.

با توجه به دندروگرام حاصل ازگروه‌بندی جمعیت‌ها در شرایط تنش ملاحظه شد که گروه سوم (جمعیت‌های ۱۰۲ و ۳۱۶) با میانگین ۶۵ روز برای صفت روز تا ظهور سنبله زودتر از سایر گروه‌ها برای فرار از خشکی وارد فاز زایشی شده است، این گروه با توجه به زودرسی تقریبی طولانی ترین دوره پر شدن دانه را دارا بود. میانگین میزان عملکرد دانه در سنبله در گروه چهارم کمترین (۰/۲۹ گرم) میزان را به خود اختصاص داد که این امر احتمالاً ناشی از دمای برگ بالا (۳۷/۹۵)، شاخص کلروفیل پایین (۳۷/۵۹) و ارتفاع بوته کمتر نسبت به سایر گروها است. گروه دوم شامل جمعیت‌های ۱۸۱، ۲۱۶، ۱۱۴ و ۱۷۶ بود. جمعیت‌های این گروه دارای عملکرد دانه بالا، شاخص کلروفیل بالا، سطح برگ متوسط و کمترین دوره پر شدن دانه بودند. همچنین این گروه احتمالاً به دلیل تحمل بیشتر به تنش دیرتر از سایر گروه‌ها وارد فاز زایشی شده است. جمعیت‌های گروه اول با وجود دارا بودن سطح برگ بیشتر و دمای برگ کم، عملکرد دانه کمتری نسبت به گروه دوم داشتند، این گروه از نظر بقیه صفات از مقدار متوسط و مطلوبی برخوردار بودند. جمعیت‌های ۱۶۳، ۲۰۷، ۱۶، ۵۲، ۳۶۸ و ۴۰۷ به دلیل برخورداری از سطح برگ کمتر نسبت به سایر گروه‌ها در گروه پنجم قرار گرفتند. جمعیت‌های این گروه به علت دارا بودن ارتفاع کم بوته و دمای برگ تقریباً زیاد از عملکرد کمی نیز برخوردار بودند (داده‌ها درج نشده‌اند).

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در بین جمعیت‌های *T. boeoticum* جمع آوری شده از نواحی غرب و شمال غرب ایران تنوع ژنتیکی قابل توجهی وجود دارد. علاوه بر این، جمعیت‌های جمع‌آوری شده از استان‌های آذربایجان شرقی، کرمانشاه، کردستان و قزوین در شرایط واجد تنش از نظر اکثر صفات مورد اندازه‌گیری و همچنین تحمل به تنش کمبود آب به عنوان ژرم‌پلاسم‌های مطلوب شناسایی شدند که در صورت تایید نتایج در آزمایش‌های تکمیلی آینده امکان استفاده از این پتانسیل در برنامه‌های اصلاح برای مقاومت به خشکی از طریق دورگ‌گیری بین گونه‌ای می‌تواند فراهم شود.

References

Afzalifar, A., Zahravi, M. and Bihamta, M. R. 2011. Evaluation of tolerant genotypes to drought stress in Karaj region. **Journal of Agronomy and Plan Breeding** 7: 25-44. (In Persian).

Bashar, M. K., Akter, K. Iftekharuddaula, K. M. and Ali, M. S. 2003. Genetics of leaf water potential and its relationship with drought avoidance components in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Biological Sciences** 3: 760-765.

Boggini, G., Tusa, P. and Pugna, E. 1995. Bread making quality of durum wheat genotypes with some novel glutenin subunit compositions. **Journal of Cereal Science** 22: 103-133.

Calderini, D. F., Dreccer, M. F. and Slafer, G. A. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. **Plant Breeding** 114: 108-112.

Chikale, N. J., Dhumale, D. B. and Deshmukh, D. T. 1992. Genetic divergence in soybean. **Plant Breeding Abstract** 64: 1441-1450.

De Ponti, O. 2010. Germplasm exploitation and ownership: Who owns what? 2nd International Symposium on Genomics of Plant Genetic Resources. 24-27 April, Bologna, Italy. pp: 300.

Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. **Agronomy Journal** 95: 688-696.

Fakhre-Tabatabaei, S. M. and Ramak-Massoumi, T. 2001. *Triticum boeoticum* ssp. *Thaoudar* existed in Iran. **Cereal Research Communications** 29: 121-126.

Hajjar, R. and Hodgkin, T. 2007. The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years. **Euphytica** 156: 1–13.

Harlan, J. R. and Zohary, D. 1996. Cultivated einkorn = *Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum* (*T. monococcum*); wild einkorn = *T. m. boeoticum* and *Triticum monococcum* L. subsp. *aegilopoides* (*T. m. aegilopoides*). **Science** 153: 1074-1080.

Heidari, B. 2010. Genetic variation and genetic gain from selection in bread wheat. **Electronic Journal of Crop Production** 3 (3): 239-246. http://www.magiran.com/view.asp? Type= pdf&ID= 820745&l= en. (In Persian).

Jafarzadeh, A. A., Kasraei, R. and Neyshabouri, M. R. 1997. Detailed survey of the 18 hectars of land and soil of karkage research station. **Agricultural Science** 1 & 2: 187-213. (In Persian).

Kimber, G. and Feldman, M. 1987. Wild wheat: An introduction. College of Agriculture, University of Missouri – Colombia.

Maxted, N., Ford-Lloya, B. V., Jury, S., Kell, S. and Scholten, M. 2006. Towards a definition of a crop wild relative. **Biodiversity and Conservation** 15: 2673-2685.

Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. **Current Science** 80: 758-763.

Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M. R. and Heidari Sharifabad, H. 2006. Evaluation of drought stress on agro - morphological characteristics in some wheat cultivars. **Pajouhesh & Sazandegi** 73: 184-192. (In Persian).

Nabipour, A. R., Yazdi-Samadi, B., Zali, A. A. and Poustini. K. 2002. Effects of morphological traits and their relation to stress susceptibility index in several wheat genotypes. **Biaban** 7: 31-47. (In Persian).

Nabovati, S., Aghaee Sarbarzeh, M., Choukan, R., Ghanavati, F. and Najafian, G. 2010. Genetic Variation in agronomic characteristics and grain quality traits of durum wheat genotypes. **Seed and Plant Improvment Journal** 26: 331-350. (In Persian).

Naghavi, M. R., Maleki, M., Tabatabaei, S. F. 2009. Efficiency of floristic and molecular markers to determine diversity in Iranian populations of *T. boeoticum*. **International Journal of Biological and Life Sciences** 5: 71-73.

Naghdipour, A., Khodarahmi, M., Pourshahbazi, A. and Esmailzade, M. 2011. Factor analysis for grain yield and other traits in durum wheat. **Journal of Agronomy and Plan Breeding** 7: 84-96. (In Persian).

Sánchez-Blanco, M. J., Rodriguez, P., Olmos, E., Morales, M. A. and Torrecillas, A. 2004. Differences in the effects of simulated sea aerosol on water relations, mineral content and ultrastructural in *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants. **Journal of Environmental Quality** 33: 1369-1375.

Sneath, H. A. P. and Sokal, R. P. 1983. Numerical Taxonomy. Freeman and Company Sanfrancisco. Sneller, C. H. 1994. Pedigree analysis of elite soybean line. **Crop Science** 31: 1356-1360.

Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. and Miller, H. L. 2007. Climate Change 2007. The physical science basis: Contribution of working group I to the fourth assessment report of the inter-governmental panel on climate change (IPCC). Cambridge University Press.

Stallknecht, G. F., Gilbertson, K. M. and Ranney, J. E. 1996. Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. In: Janick, J. (Ed.). Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA. pp:156- 170.

Sulvian, C. Y. and Eastin, J. D. 1975. Plant physiological responses to water stress. **Agricultural Meteorology** 14: 113- 128.

Valkoun J. J. 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. **Euphytica** 119: 17–23.

Study of genetic diversity in *T. boeoticum* populations under normal and water deficit stress conditions

Mohammad Moghaddam[1*], Mohammad Amin Mazinani[3], Seyed Siamak Alavinia[2], Mohammadreza Shakiba[4], Aliashraf Mehrabi[5], Alireza Pouraboughaddareh[3]

1 and 2. Prof. and Assist. Prof., respectively, Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, The University of Tabriz, 3. M.Sc. Student of Plant Breeding, Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, The University of Tabriz, 4. Prof., Dept. of Plant Eco-physiology, The University of Tabriz, 5. Assist. Prof., Dept. of Plant Breeding, The University of Ilam

(Received: August 27, 2012- Accepted: October 28, 2012)

Abstract

To study genetic diversity of several agronomic and physiologic traits and the effect of water deficit stress on these characters in 34 populations of *T. boeoticum*, an experiment was conducted as a split-plot using randomized complete block design with three replications in Research Station of University of Tabriz in 2010. The main plots consisted of stress and non-stress conditions and the populations were considered as sub-plots. Analysis of variance showed significant differences among populations for all studied traits, indicating the existence of genetic variation among populations. Phenotypic coefficients of variation for seed weight and leaf area were highest and for days to physiological maturity were lowest in both stressed and non-stressed conditions. Correlation coefficients and stepwise regression showed significant positive associations of seed weight with leaf area and plant height in both stress and normal conditions. In addition, chlorophyll index was also included in the regression model under normal condition. Cluster analysis grouped populations into five and three clusters in stress and non-stress conditions, respectively. In the water deficit condition, populations 114, 118, 176 and 216 by having the highest chlorophyll index and seed weight had superiority over other populations. In the normal condition, populations 3, 10, 12, 120, 127, 257, 277, 320 and 485 in the second group had the highest seed weight, chlorophyll index and leaf area.

Keywords: Agronomical and physiological traits, Cluster analysis, Drought stress, Einkorn, Wild wheat

*Corresponding author: mmoghaddam@tabrizu.ac.ir