

واکنش ژنوتیپ‌های جو بهاره نسبت به تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه

ناصر مالکی^۱، وره‌رام رشیدی^۲، سلیمان محمدی^۳ و کیوان فتوحی^۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش ارقام جو بهاره به تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۷ لاین و دو رقم شاهد در شرایط تنش (بعد از ظهور سنبله) و بدون تنش خشکی به صورت جداگانه در چهار تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در منطقه مهاباد انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل بین شرایط آزمایش و رقم برای کلیه صفات به غیر از دوره پرشدن دانه و وزن هزار دانه غیرمعنی‌دار بود. هم‌چنین بین کلیه ارقام از نظر اکثر صفات به جز وزن هزار دانه تفاوت بسیار معنی‌دار وجود داشت. نتایج نشان داد که تنش خشکی آخر فصل صفات ارتفاع بوته (۵/۸٪)، زمان تا رسیدگی (۶/۶٪)، طول پدانکل (۲۵/۲٪)، تعداد دانه در سنبله (۱۸/۲٪)، تعداد سنبله در واحد سطح (۱۱/۵٪)، عملکرد دانه (۲۱٪) و عملکرد بیولوژیک را (۲۲/۵٪) کاهش داد. لاین‌های **Matnan-01**، **SLB39** و **Birlik-1/4** با متوسط عملکرد دو شرایط به ترتیب با ۴/۰۴، ۳/۹ و ۴/۳ تن در هکتار نسبت به سایر لاین‌ها برتری نشان دادند. لاین **Birlik-1/4** که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای بالاترین عملکرد بود نسبت به رقم شاهد اول (سید تاج‌الدین) (۲۹/۷٪) و نسبت به رقم شاهد دوم (چالدران) (۴۰/۶٪) افزایش عملکرد داشت. همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی، تحمل به تنش و میانگین هارمونیک با عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که این شاخص‌ها می‌توانند برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند به طوری که از نظر این شاخص‌ها نیز لاین‌های فوق برتر بودند. با استفاده از تجزیه کلاستر به روش وارد بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش لاین‌های مورد مطالعه در دو گروه متحمل و حساس به تنش خشکی قرار گرفتند که لاین‌های **Matnan-01**، **SLB39** و **Birlik-1/4** در گروه لاین‌های متحمل به تنش بودند.

کلمات کلیدی: ارقام جو بهاره، شاخص تحمل به خشکی، عملکرد دانه.

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران.

۳- عضو هیات علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب.

مقدمه و بررسی منابع علمی

کمبرود آب قابل دسترس عامل اصلی محدود کننده تولید محصول است. اعتقاد بر این است که با پیش‌بینی‌های جهانی تغییرات آب و هوایی و افزایش تقاضای جهانی برای مواد غذایی، این مشکل افزایش یابد. توسعه ژنتیکی گیاهان زراعی مقاوم به خشک‌سالی یک استراتژی مهم برای کاهش تهدیدات آینده به امنیت غذایی می‌باشد (Peleg et al., 2005). مقاومت به خشکی صفت پیچیده‌ای است که شامل طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های مربوط به استراتژی‌های مختلف ژنتیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و سلولی در گیاهان است (Krugman et al., 2010).

ارقام محلی دارای مشکلاتی نظیر ورس، بیماری و پتانسیل عملکرد پایین هستند لذا معرفی ارقام جو بهاره آبی با پتانسیل عملکرد بالا و سازگار با شرایط اقلیمی مربوطه ضروری بوده و در کنار آن چنانچه ارقام به تنش آخر فصل نیز تحمل داشته باشند می‌تواند برای مناطقی که با این تنش مواجه هستند معرفی شده و تا حد امکان از میزان خسارت ناشی از خشکی کاسته و بر میزان تولید افزود. جو در مقایسه با گندم مقاومت بیشتری به خشکی و بیماری‌ها دارد و در شرایط نامساعد، عملکرد آن بیشتر از گندم است. واریته‌های بهاره به سرما مقاوم نیستند آنها را تنها در مناطقی که زمستان‌های ملایم دارند می‌توان در پاییز یا زمستان کشت کرد (Koochaki, 1995). به عقیده شیری و همکاران (Shiri et al., 2010) تنش آب می‌تواند باعث بسته

شدن روزنه، و در نتیجه کاهش جذب دی‌اکسید کربن، فتوسنتز و تولید ماده خشک شود. در این رابطه جاسکیو و همکاران (Juskiw et al., 2001) با مطالعه روی جو بهاره به این نتیجه رسیدند که اگر تنش در مرحله گرده‌افشانی روی دهد طول شدن ساقه متوقف می‌شود و پرشدن دانه زودتر صورت می‌گیرد و در این صورت ممکن است سنبله‌ها نتوانند خوب ظاهر شوند. درباره رابطه بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه نظرات مختلفی ارائه شده است. بریگز و آی‌تفیزو (Briggs and Aytenfisu, 1980) رابطه بین ارتفاع بوته و محصول دانه را در تراکم مختلف کاشت مثبت گزارش کردند، در حالی‌که والتون (Walton, 1971) همبستگی قوی منفی بین طول ساقه و عملکرد دانه را مطرح نموده است که با تحقیق سال ۱۹۶۹ وی که همبستگی را مثبت گزارش کرده بود، مغایر است. فیشر و مورر (Fischer and Maureur, 1978) دریافتند که وقوع تنش خشکی باعث زودرسی نسبی شده و به طور کلی ژنوتیپ‌های بومی دیررس‌تر از ارقام اصلاح شده‌اند و لیکن با افزایش شدت تنش این اختلاف کاهش می‌یابد. سیمن و همکاران (Simane et al., 1993) به این نتیجه رسیدند که تعداد سنبله در واحد سطح تابعی از ژنتیک بوده و می‌تواند تحت تاثیر خشکی محیط قرار بگیرد و تنش در مرحله گل‌دهی و انتهای دوره رشد (در زمان دانه‌بندی)، دوره پرشدن دانه را ۱۰ تا ۱۱ روز کوتاه‌تر می‌کند. نگاراجان و همکاران (Nagarajan et al., 1999) نیز تفاوت بیوماس کل

عملکرد دانه داشته و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند. مقدم و هادی‌زاده (Moghaddam and Hadizadeh, 2002) گزارش کردند که میان شاخص‌های MP، TOL، SSI و STI، شاخص STI از مزایای بیشتری جهت گزینش ارقام مطلوب در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار است. به گزارش فتح باهری و همکاران (Fathebaheri et al., 2004) ضرایب همبستگی شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بسیار معنی‌دار بوده است. نتایج بررسی نظری و پاک نیت (Nazari and Pakniyat, 2010) نشان داد که بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو حالت تنش (YS) و بدون تنش (YP) اختلاف معنی‌دار وجود دارد و همبستگی مثبت و معنی‌داری از (YP) با (MP, GMP, STI) و (YS) با (MP, GMP, STI) دیده می‌شود. هم‌چنین همبستگی منفی و معنی‌داری از SSI و TOL با عملکرد، در حالت تنش وجود داشت. ایشان گزارش کرده‌اند که انتخاب می‌تواند بر اساس بالا بودن میزان MP، STI و GMP تحت هر دو شرایط و پایین بودن مقدار SSI و TOL تحت شرایط تنش صورت گیرد. آن‌ها هم‌چنین با توجه به ضرایب همبستگی در آن آزمایش، شاخص‌های MP، GMP، STI را بهترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و غیرتنش معرفی نمودند. هم‌چنین نتایج به دست آمده از انتخاب غیر مستقیم

(توده زیستی)، ناشی از اعمال تنش خشکی پس از ظهور سنبله را گزارش کرده‌اند. کاهش میزان عملکرد در اثر خشکی می‌تواند در ارتباط با کاهش تعداد پنجه‌ها، کاهش وزن دانه‌ها یا کاهش تعداد دانه‌ها باشد. نهایتاً به نظر می‌رسد هر صفت کمی در شکل‌گیری عملکرد، صرف نظر از آثار منفی یا مثبت بر روی گیاه، به نوعی نقش داشته و این آثار به صورت مستقیم و یا از طریق صفات دیگر (غیر مستقیم) به مقادیر مختلف بر عملکرد اعمال می‌شود.

برای انتخاب ارقام برتر بر اساس عملکرد شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است از جمله: شاخص میانگین حسابی (MP)، شاخص میانگین هندسی (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص نسبت افت عملکرد (S)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص میانگین هارمونیک (HARM) و شاخص حساسیت به تنش (SSI). این شاخص‌ها بر اساس عملکرد گیاه در دو محیط تنش و بدون تنش را ارائه شده‌اند. طبق نظریه فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص مناسب برای تعیین مقاومت یا تحمل به تنش، شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه‌های دیگر تشخیص دهد گروه A گروهی از ژنوتیپ‌هاست که در هر دو شرایط تنش رطوبتی و بدون تنش عملکرد مناسبی تولید نماید. شفافزاده و همکاران (Shafazade et al., 2005) گزارش کردند که شاخص‌های STI، GMP و MP در هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌دار با

خشکه‌کاری کشت شدند. هر واحد آزمایشی متشکل از چهار خط به طول ۲ متر و با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع بود. فاصله بین دو تکرار یک متر و فاصله بین دو آزمایش ۴ متر بود. کلیه عملیات زراعی طور یکسان برای دو آزمایش انجام شد. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک بود. آبیاری به روش غرقابی و به طور یکسان برابر عرف محل (۲ بار در بهار) برای هر دو آزمایش تا مرحله سنبله‌دهی انجام شد و بعد از مرحله سنبله‌دهی آبیاری در آزمایش تحت تنش قطع گردید و تنش به میزان ۱۰۰٪ اعمال گردید. صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا رسیدن و دوره پرشدن دانه ثبت و برای اندازه‌گیری طول پدانکل، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه، ۱۰ بوته به طور تصادفی و با لحاظ شرایط نمونه‌گیری، اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد بیولوژیک از هر پلات یک خط نیم متری برداشت و پس از شمارش تعداد سنبله، وزن خشک و عملکرد دانه آن اندازه‌گیری شد و سپس شاخص برداشت محاسبه گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها بعد از کنترل نرمال بودن توزیع داده‌ها به صورت بلوک‌های کامل تصادفی برای هر دو محیط آزمایش انجام شد. سپس با استفاده از آزمون بارتلت همگنی واریانس‌های دو آزمایش تایید و تجزیه مرکب انجام گردید. با توجه به عدم وجود اثر متقابل بین لاین‌های مورد بررسی و شرایط آزمایش، مقایسه

نشان داده بود که انتخاب تحت تنش رطوبتی ممکن است در توسعه عملکرد در مقایسه با شرایط غیر تنش موثرتر باشد. این تحقیق به منظور تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در دو شرایط تنش و بدون تنش انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی سازگاری ژنوتیپ‌های جو بهاره به شرایط منطقه و واکنش آن‌ها نسبت به تنش خشکی آخر فصل این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ای واقع در ۲۰ کیلومتر شمالی شهرستان مهاباد با مشخصات ۴۵ درجه، ۴۵ دقیقه و ۵۸ ثانیه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه، ۵۶ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۸۵ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه دارای رژیم رطوبتی خشک و نیمه‌خشک (کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر بارندگی سالانه) و میانگین نزولات آسمانی ۲۸۰ الی ۳۳۰ میلی‌متر و بافت خاک از نوع رسی شنی بوده است. آزمایش به صورت هم‌زمان و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در دو شرایط آبیاری و تنش خشکی آخر فصل به صورت قطع آبیاری در مرحله بعد از سنبله‌دهی اجرا شد. مواد آزمایشی شامل ۱۷ لاین جو همراه با دو رقم شاهد بود. اسامی ارقام مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. زمان اجرای طرح اسفند ماه ۸۸ و زمان برداشت تیر ماه سال ۱۳۸۹ بود. بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس ضد عفونی شدند و به صورت

| | |
|---------------------------|----|
| Lignee131 | ۷ |
| Ste/Antares//YEA762-2 | ۸ |
| Akrash//WI2291 | ۹ |
| چالدران | ۱۰ |
| Arda/Moroc9-75 | ۱۱ |
| Komplex/BCO47 | ۱۲ |
| SLB39 | ۱۳ |
| Matnan-01 | ۱۴ |
| Birlik-1/4/CWB117-5-9-5/3 | ۱۵ |
| Sara/4/H.Spont.96-3/3/ | ۱۶ |
| ER/Apm//Lignee131/4/ | ۱۷ |
| CM67/3/Apro | ۱۸ |
| WI2269/Line251-11-2/3 | ۱۹ |

میانگین فقط بر اساس تجزیه مرکب صورت گرفت. برای این کار از آزمون آماری LSD (حداقل اختلاف معنی دار) در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. کاهش عملکرد دانه در لاین مورد مطالعه با استفاده از عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تحت تنش به منظور معرفی لاین متحمل و حساس به تنش خشکی به صورت درصد محاسبه گردید. شاخص‌های کمی تحمل به خشکی از روابط زیر محاسبه شد:

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب جدول (۱) نشان داد که اثر متقابل بین شرایط آزمایش و رقم برای کلیه صفات به غیر از دوره پرشدن دانه و وزن هزار دانه غیرمعنی دار بود، که حاکی از واکنش یکسان ارقام نسبت به شرایط آزمایش از نظر صفات فوق می‌باشد. همچنین بین کلیه ارقام از نظر اکثر صفات به جز وزن هزار دانه تفاوت بسیار معنی‌دار وجود داشت. لذا بین ارقام مورد بررسی تنوع ژنتیکی کافی از نظر صفات فوق ملاحظه می‌شود و می‌توان بر اساس صفات قید شده اقدام به گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی کرد (جدول ۱). شرایط محیطی آزمایش نیز برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز صفات تعداد روز تا سنبله‌دهی و شاخص برداشت معنی‌دار بود که حاکی از اثر شرایط آزمایش (وجود و عدم وجود تنش خشکی آخر فصل) بر روی صفات فوق می‌باشد و بر این نکته تاکید دارد که جهت

$$SSI = \frac{[1 - Y_S]}{Y_P}$$

$$SI = \frac{SI}{Y_P}$$

$$TOL = Y_P - Y_S$$

$$MP = \frac{Y_P + Y_S}{2}$$

$$GMP = \sqrt{Y_P \cdot Y_S}$$

$$STI = \frac{Y_P \cdot Y_S}{(Y_P)^2}$$

$$HARM = \frac{Y_P \cdot Y_S}{Y_P + Y_S}$$

$$S = 1 - (S_{Y_S} / S_{Y_P})$$

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم افزار MSTATC استفاده شد. و با استفاده از نرم‌افزار Spss، تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها (به روش وارد) انجام گرفت.

جدول ۱- لیست لاین‌های جو مورد آزمایش

Tab 1- experimentally of barley varieties list

| ردیف | لاین |
|------|--------------------------|
| ۱ | سید تاج الدین |
| ۲ | Rubicon/Pamir-168 |
| ۳ | Pamir-168//Lokus/Bda |
| ۴ | Sadik-03/ArabiAswad |
| ۵ | Pamir-168/4/Roho//Alger/ |
| ۶ | Pamir-168/3/Tipper |

سنبله باعث کاهش ۲۱ درصدی عملکرد دانه شده بود. تحت هر دو شرایط آزمایش از نظر عملکرد دانه، نسبت به هر دو شاهد ۱ و ۲، لاین‌های ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ از نظر عملکرد دانه برتر و لاین‌های ۱۷ و ۱۸ در هر دو شرایط و لاین‌های ۲ و ۱۹ در شرایط تنش خشکی نسبت به ارقام شاهد ضعیف‌تر بودند. همبستگی صفات با استفاده از میانگین داده‌های دو آزمایش نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود (جدول ۴). به گزارش برخی محققان میربهار و همکاران (Mirbahar et al., 2009) حداکثر عملکرد دانه تحت آبیاری کامل به دست می‌آید و در آزمایش تنش‌دار معمولاً همه ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط بدون تنش کاهش عملکرد از خود نشان می‌دهند. لیزانا و همکاران (Lizana et al, 2006) به این نتیجه رسیدند که ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا بیشتر از ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. بر اساس گزارش فتحی و همکاران (Fathi et al, 1997) تنش خشکی در مرحله تشکیل دانه از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی موجب کاهش وزن دانه و در نهایت افت عملکرد می‌شود.

شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل می‌توان در شرایط تنش انتخاب صورت داد. ولی با توجه به این‌که اثر متقابل در تجزیه مرکب برای اکثر صفات مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود از تفسیر جداول تجزیه‌های ساده صرف نظر شد. با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد، در برنامه‌های اصلاحی هدف بهبود عملکرد می‌باشد، لذا بر این اساس برای عملکرد شاخص‌های تحمل در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه شده و سایر صفات اقتصادی مرتبط با عملکرد در بخش دیگری یعنی مطالعه روابط علی و معلولی با اجزای آن مورد بررسی قرار گرفت لذا از تفسیر نتایج آن دسته از صفات صرف نظر شده است فقط در جداول مربوطه کلیه صفات جهت اطلاع ارائه شده‌اند. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه لاین‌ها در متوسط دو شرایط (جدول ۲) نشان داد، که لاین‌های ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ به ترتیب با ۳/۵، ۴/۰۴، ۳/۹، ۴/۳ و ۳/۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد و لاین‌های ۲، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ به ترتیب با ۲/۵، ۲/۲۳، ۲/۳ و ۲/۵ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشتند. درصد کاهش عملکرد با استفاده از داده‌های میانگین دو محیط بدون تنش و دارای تنش نشان داد که در محیط بدون تنش عملکرد ۳/۵۲ تن در هکتار و در محیط تحت تنش خشکی ۲/۷۸ تن در هکتار بوده است و در مجموع، تنش خشکی در مرحله بعد از ظهور

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ارقام و لاین‌های جو تحت دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 1- The combined analysis traits in barley varieties and lines under both irrigated and drought conditions

| میانگین مربعات | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--|
| شاخص برداشت | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | تعداد سنبله در واحد سطح | تعداد دانه در سنبله | طول پدانکل peduncle length | وزن هزار دانه | طول دوره پرشدن دانه | روز تا رسیدگی | تعداد روز تا ظهور سنبله | ارتفاع بوته | درجه آزادی Freedom | منابع تغییر Resources Change |
| harvest index | Biological yield | Grain Yield | Number of spikes per unit area | Grains per spike | peduncle length | 1000 Grain weight | Grain during the period | Grain filling days | days to heading | Height plant | | |
| 2/6 ^{ns} | 177/4 ** | 21/2 ** | 24413/3 ** | 2115/1 ** | 1410/3 ** | 1061/1 ** | 2077/9 ** | 1997/4 ** | 0/24 ^{ns} | 497/5 ** | 1 | شرایط محیطی Environmental conditions |
| 280/7 | 12/7 | 0/13 | 296/13 | 61/9 | 24/53 | 8/84 | 2/24 | 8/32 | 6/3 | 27/7 | 6 | خطای اول The first error |
| 204/54 ** | 12/4 ** | 2/8 ** | 4746/5 ** | 847/9 ** | 39/63 ** | 21/19 ^{ns} | 48/3 ** | 48/13 ** | 58/72 ** | 156/9 ** | 18 | ژنوتیپ Genotype |
| 61/8 ^{ns} | 3/4 ^{ns} | 0/23 ^{ns} | 338/5 ^{ns} | 13/3 ^{ns} | 1/7 ^{ns} | 25/96 ** | 14/3 ** | 10/82 ^{ns} | 0/24 ^{ns} | 14/5 ^{ns} | 18 | ژنوتیپ* شرایط Genotype * condition |
| 70/23 | 3/7 | 0/2 | 364/2 | 22/9 | 5/4 | 3/06 | 2/001 | 8/62 | 14/96 | 15/4 | 108 | خطای دوم The second error |
| 21/8 | 23 | 14/2 | 9/2 | 12/81 | 11/04 | 4/31 | 4/56 | 2/78 | 5/97 | 6/ 5 | | ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%) |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and ** Significant at the %5 and %1 level of probability and non-significant respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین ارقام از نظر صفات مورد مطالعه با استفاده از میانگین داده‌های دو آزمایش بدون تنش و دارای تنش خشکی
 Table 2- Comparison of cultivar studied using data from two experiments mean stress and non-stress

| شاخص برداشت | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه t/h | تعداد سنبله در واحد سطح | تعداد دانه در سنبله | طول پدانکل (cm) | زمان تا رسیدگی (روز) | زمان تا سنبله رفتن (روز) | ارتفاع بوته (cm) | ارقام |
|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------------|------------------|---------|
| H/I | t/h B/F | G/Y | S/M ² | G/S | P/L | T/M | D/H | P/H | Figures |
| 33/59 | 10/06 | 3/000 | 207/3 | 42/88 | 22/13 | 108/0 | 69 | 63/50 | 1 |
| 34/76 | 7/590 | 2/509 | 152/2 | 42/38 | 20/88 | 104/5 | 62 | 56/25 | 2 |
| 35/2 | 9/408 | 3/214 | 213/8 | 45/75 | 20/63 | 104/5 | 61 | 61/50 | 3 |
| 41/16 | 7/405 | 3/034 | 200/9 | 41/63 | 25/50 | 104/5 | 62 | 63/63 | 4 |
| 36/76 | 9/710 | 3/521 | 201/0 | 42/50 | 18/38 | 108/5 | 68 | 54/75 | 5 |
| 44/24 | 8/2 | 3/025 | 193/4 | 40/50 | 20/50 | 108/0 | 63 | 61/00 | 6 |
| 48/72 | 7/365 | 3/334 | 197/2 | 42/50 | 20/38 | 105/5 | 63 | 57/50 | 7 |
| 39/04 | 7/283 | 2/786 | 196/3 | 21/63 | 18/88 | 100/5 | 65 | 56/00 | 8 |
| 36/63 | 9/550 | 3/438 | 206/0 | 43/38 | 21/38 | 107/5 | 68 | 64/25 | 9 |
| 33/26 | 7/637 | 2/537 | 201/3 | 18/88 | 19/63 | 102/0 | 65 | 60/00 | 10 |
| 36/23 | 8/510 | 3/003 | 197/2 | 42/75 | 19/88 | 107/5 | 65 | 59/63 | 11 |
| 37/57 | 9/750 | 3/524 | 230/6 | 42/63 | 17/50 | 109/0 | 70 | 72/13 | 12 |
| 40/52 | 9/965 | 4/035 | 227/9 | 46/75 | 24/00 | 107/0 | 64 | 63/88 | 13 |
| 41/70 | 9/775 | 3/901 | 260/2 | 23/88 | 23/13 | 106/5 | 63 | 60/00 | 14 |
| 41/68 | 10/30 | 4/269 | 253/0 | 49/25 | 24/25 | 104/9 | 62 | 56/88 | 15 |
| 48/22 | 7/770 | 3/729 | 227/6 | 43/25 | 23/75 | 105/5 | 63 | 60/38 | 16 |
| 38/56 | 6/030 | 2/235 | 192/8 | 19/25 | 21/75 | 103/5 | 63 | 55/0 | 17 |
| 30/52 | 7/600 | 2/298 | 189/5 | 38/38 | 20/00 | 108/5 | 68 | 66/75 | 18 |
| 31/87 | 7/890 | 2/526 | 194/0 | 21/75 | 18/38 | 102/5 | 65 | 57/63 | 19 |
| 8/258 | 0/08137 | 1/937 | 19/33 | 3/831 | 1/370 | 3/455 | 0/5146 | 4/000 | LSD |

جدول ۳- مقایسه میانگین برای صفات دارای اثر متقابل

Table 3- Comparison of the characteristics of interaction

| وزن هزار دانه (گرم) 1000G/W | | دوره پر شدن دانه (روز) Grain filling period | | ارقام Figures |
|-------------------------------------|---|--|---|------------------|
| شرایط تنش دار Drought conditions | شرایط بدون تنش Non-stress conditions | شرایط تنش دار Drought conditions | شرایط بدون تنش Non-stress conditions | |
| 36/25 | 41/25 | 25 | 37.25 | 1 |
| 36/125 | 48/75 | 27 | 38 | 2 |
| 37/50 | 42/50 | 27 | 38 | 3 |
| 38/75 | 40/00 | 26 | 38 | 4 |
| 37/50 | 45/00 | 28 | 32 | 5 |
| 37/50 | 40/00 | 31 | 39 | 6 |
| 36/25 | 43/75 | 28 | 37 | 7 |
| 37/50 | 43/75 | 22 | 29 | 8 |
| 40/00 | 41/25 | 27 | 32 | 9 |
| 38/75 | 45/00 | 24 | 30 | 10 |
| 37/50 | 41/25 | 30 | 35 | 11 |
| 37/50 | 43/75 | 27 | 31 | 12 |
| 40/00 | 45/00 | 30 | 36 | 13 |
| 43/75 | 43/75 | 31 | 36 | 14 |
| 37/50 | 46/25 | 29 | 37 | 15 |
| 35/00 | 47/50 | 28 | 37 | 16 |
| 40/00 | 43/75 | 28 | 33 | 17 |
| 37/50 | 40/00 | 27 | 33 | 18 |
| 37/50 | 37/50 | 24 | 31.25 | 19 |
| 4/639 | 5/419 | 0/5931 | 2/774 | LSD %5 |

جدول ۴- همبستگی صفات مورد مطالعه با استفاده از میانگین صفات تحت دو شرایط آزمایش

Table 4- Correlation using the average attributes studied under two experimental conditions

| | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته | ارتفاع بوته |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | P/H | T/H | T/M | G/P | 1000G/W | P/L | G/S | S/M ² | B/F | H/I | G/Y |
| Plant height | 1 | | | | | | | | | | |
| Time to heading | 0.501* | 1 | | | | | | | | | |
| Time to maturity | 0.552* | 0.509* | 1 | | | | | | | | |
| Grain during the period | -0.001 | -0.568* | 0.419 | 1 | | | | | | | |
| 1000 Grain weight | -0.232 | -0.276 | -0.111 | 0.184 | 1 | | | | | | |
| Peduncle length | 0.001 | -0.516* | -0.010 | 0.534* | 0.323 | 1 | | | | | |
| Number of grains per spike | 0.339 | 0.027 | 0.628** | 0.572* | -0.098 | 0.292 | 1 | | | | |
| Number of spikes per unit area | 0.252 | -0.023 | 0.194 | 0.210 | 0.376 | 0.396 | 0.125 | 1 | | | |
| Biological function | 0.346 | 0.313 | 0.548* | 0.193 | 0.171 | 0.114 | 0.527* | 0.628** | 1 | | |
| Harvest index | -0.176 | -0.466* | -0.092 | 0.403 | 0.371 | 0.502* | 0.207 | 0.449 | -0.069 | 1 | |
| Grain Yield | 0.141 | -0.086 | 0.355 | 0.430 | 0.418 | 0.432 | 0.535* | 0.808** | 0.742** | 0.613** | 1 |

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and ** Significant at the %5 and %1 level of probability and non-significant respectively

جدول ۵- برآورد شاخص‌های تحمل به خشکی ارقام جو مورد بررسی

Table 5- Estimated indices of drought tolerance of barley cultivars

| ژنوتیپ | MP | GMP | SSI | STI | TOL | HARM | S | ys | yp |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|
| 1 | 3/000 | 18/31 | 0/3250 | 0/7400 | 0/2950 | 2/990 | 0/095 | 2/85 | 3/15 |
| 2 | 2/513 | 12/36 | 0/2900 | 0/4975 | 0/8075 | 2/432 | 0/275 | 2/11 | 2/91 |
| 3 | 3/217 | 20/26 | 0/2150 | 0/8200 | 0/8675 | 3/125 | 0/238 | 2/78 | 3/65 |
| 4 | 3/035 | 18/34 | 0/3575 | 0/7425 | 0/6125 | 2/987 | 0/183 | 2/73 | 3/34 |
| 5 | 3/523 | 24/22 | 0/2575 | 0/9750 | 1/143 | 3/410 | 0/279 | 2/95 | 4/09 |
| 6 | 3/028 | 18/27 | 0/3475 | 0/7375 | 0/7050 | 2/972 | 0/210 | 2/67 | 3/38 |
| 7 | 3/335 | 21/80 | 0/2800 | 0/8775 | 1/060 | 3/245 | 0/272 | 2/81 | 3/86 |
| 8 | 2/787 | 15/26 | 0/3175 | 0/6150 | 0/6975 | 2/735 | 0/220 | 2/44 | 3/13 |
| 9 | 3/440 | 23/27 | 0/1375 | 0/9375 | 0/9775 | 3/362 | 0/249 | 2/95 | 3/93 |
| 10 | 2/537 | 12/99 | 0/1875 | 0/5250 | 0/3150 | 2/520 | 0/115 | 2/38 | 2/69 |
| 11 | 3/003 | 17/92 | 0/1200 | 0/7250 | 0/5100 | 2/965 | 0/156 | 2/75 | 3/26 |
| 12 | 3/508 | 25/27 | 0/1625 | 1/023 | 0/3175 | 3/493 | 0/085 | 3/35 | 3/66 |
| 13 | 4/037 | 32/52 | 0/2375 | 1/313 | 0/5700 | 4/005 | 0/132 | 3/75 | 4/32 |
| 14 | 3/903 | 30/10 | 0/3725 | 1/212 | 0/8400 | 3/835 | 0/194 | 3/48 | 4/32 |
| 15 | 4/270 | 35/49 | 0/3825 | 1/433 | 1/460 | 4/130 | 0/292 | 3/54 | 5/00 |
| 16 | 3/727 | 26/81 | 0/2650 | 1/080 | 1/358 | 3/588 | 0/308 | 3/05 | 4/41 |
| 17 | 2/235 | 9/657 | 0/1575 | 0/3875 | 0/6300 | 2/153 | 0/247 | 1/92 | 2/55 |
| 18 | 2/295 | 10/76 | 0/2950 | 0/4325 | 0/3350 | 2/280 | 0/138 | 2/13 | 2/47 |
| 19 | 2/528 | 12/81 | 0/1875 | 0/5150 | 0/6425 | 2/463 | 0/228 | 2/20 | 2/85 |

جدول ۶- نتایج همبستگی ساده میان شاخص‌ها و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی
 Table 6- Results of simple correlation between indices and yield and drought stress condition

| | YP | YS | S | HARM | TOL | STI | SSI | GMP | MP |
|------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|-------|
| YP | 1/000 | | | | | | | | |
| YS | 0/889** | 1/000 | | | | | | | |
| S | 0/367 ^{ns} | -0/092 ^{ns} | 1/000 | | | | | | |
| HARM | 0/966** | 0/977** | 0/119 ^{ns} | 1/000 | | | | | |
| TOL | 0/726** | 0/330 ^{ns} | 0/894** | 0/524* | 1/000 | | | | |
| STI | 0/968** | 0/968** | 0/141 ^{ns} | 0/995** | 0/542* | 1/000 | | | |
| SSI | 0/294 ^{ns} | 0/219 ^{ns} | 0/163 ^{ns} | 0/265 ^{ns} | 0/278 ^{ns} | 0/275 ^{ns} | 1/000 | | |
| GMP | 0/969** | 0/967** | 0/144 ^{ns} | 0/995** | 0/545* | 1/000** | 0/276 ^{ns} | 1/000 | |
| MP | 0/980** | 0/962** | 0/178 ^{ns} | 0/998** | 0/575* | 0/995** | 0/270 ^{ns} | 0/995** | 1/000 |

، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد^{ns}

ns, *and ** Significant at the %5 and %1 level of probability and non-significant respectively

نشان داد که لاین‌های ۲، ۵، ۱۵ و ۱۶ با داشتن بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب با ۰/۲۷۵، ۰/۲۷۹، ۰/۲۹۲ و ۰/۳۰۸ بیشترین افت عملکرد و در نتیجه حساسیت بیشتر و لاین ۱۲ با ۰/۰۸۵ کمترین افت عملکرد و در نتیجه حساسیت کمتری را نشان داد. بنابراین از نظر این شاخص لاین ۱۲ نسبت به لاین‌های دیگر از تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی برخوردار می‌باشد. لاین‌های مورد بررسی از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI) تفاوت قابل ملاحظه از یکدیگر نشان دادند. به گزارش شیری و همکاران (Shiri et al., 2010) استفاده از شاخص SSI برای انتخاب ارقام متحمل و کم بازده با تغییرات کمتر عملکرد در هر دو شرایط است. بنابراین، بهتر است از شاخص SSI برای حذف ارقام حساس، نه برای انتخاب ارقام متحمل به تنش استفاده کرد (جدول ۵). همبستگی ساده بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM مثبت و بسیار معنی‌دار بود. بنابراین می‌توان گفت که شاخص‌های چهارگانه میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، شاخص تحمل به خشکی (STI) و میانگین هارمونیک (HARM) جزو شاخص‌های برتر محسوب می‌شوند (جدول ۶). فرناندز و نورمندموید (Fernandez 1992; Normandmoed, 1998) گزارش کردند که بالاترین ضریب همبستگی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش به ترتیب با شاخص‌های MP، STI، GMP و HARM به دست آمده است ولی در

در این بررسی جهت تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، از شاخص‌های تحمل مختلف بر اساس عملکرد ارقام در محیط بدون تنش (YP) و در محیط تنش (YS) استفاده گردید. بلوم و فرناندز (Fernandez, 1992; Blum, 1988) با توجه به همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش، بهترین شاخص‌ها را معرفی کرده‌اند و بر همین اساس مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب شدند. نتایج حاصل از برآورد شاخص‌ها (جدول ۵) به شرح زیر بود. با توجه به اینکه بالا بودن MP نشان دهنده تحمل به خشکی بیشتر ارقام است بنابراین ارزیابی لاین‌ها با استفاده از شاخص MP، GMP، STI و HARM نشان داد که متحمل‌ترین لاین‌ها به تنش خشکی آخر فصل، لاین‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵ بودند لاین ۱۵ از نظر شاخص TOL نیز متحمل‌ترین رقم بود (جدول ۵). این لاین‌ها به ترتیب با ۴/۳، ۴/۳ و ۵ تن در هکتار در شرایط بدون تنش و با ۳/۸، ۳/۵ و ۳/۵ تن در هکتار در شرایط تحت تنش خشکی، نسبت به سایر ارقام ضمن داشتن عملکرد بیشتر از تفاوت عملکرد کمتری در دو محیط برخوردار بودند. روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) معتقدند که شاخص (MP) در جهت بالا بردن پتانسیل عملکرد عمل کرده و در اکثر آزمایش‌های عملکرد، همبستگی میان MP و Ys نیز مثبت می‌باشد. بالا بودن میزان شاخص میانگین هندسی (GMP) نیز حاکی از تحمل بیشتر ارقام است. ارزیابی لاین‌ها بر اساس شاخص S

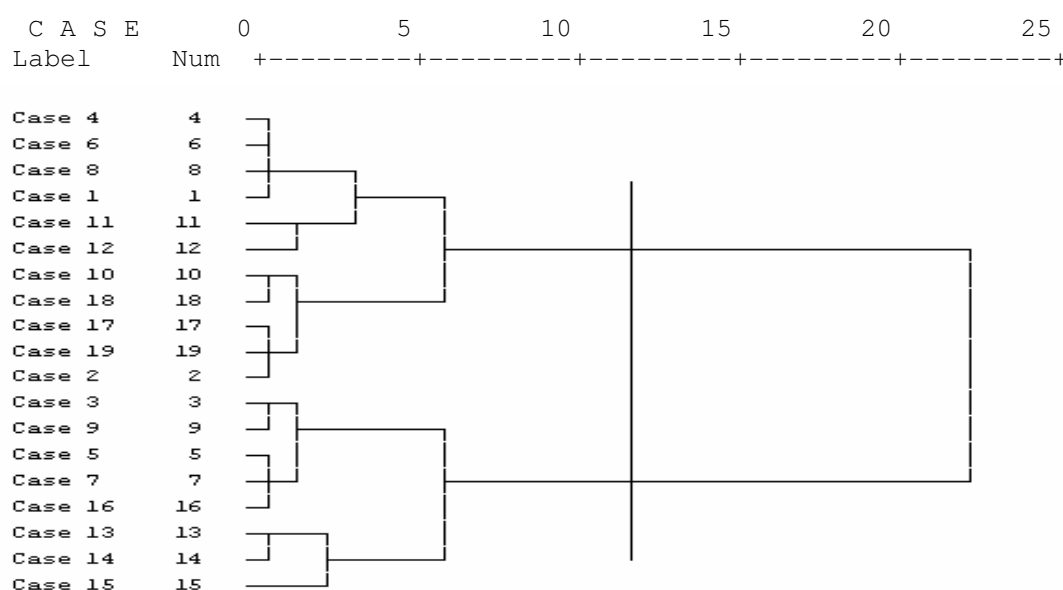
تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی

مقاومت به خشکی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. بنابراین چهار شاخص مذکور برای ارزیابی تحمل به تنش لاین‌ها مناسب‌تر بودند. در این رابطه شفازاده و همکاران (Shafazade et al., 1995) نیز گزارش کردند که شاخص‌های STI، GMP و MP در هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند. مقدم و هادی زاده (Mogaddam and Hadizade, 2003) گزارش کردند که میان شاخص‌های TOL، MP، SSI و STI، شاخص STI از مزایای بیشتری جهت گزینش ارقام مطلوب در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار است.

شرایط تنش این همبستگی به ترتیب با HARM، STI، GMP و MP حاصل گردید. به گزارش فتح باهری و همکاران (Fathebaheri et al., 2004) نیز ضرایب همبستگی شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بسیار معنی‌دار بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین مشابهت دارد. ایوانس (Evans, 2000) نیز اعلام داشت که شاخص‌های STI، GMP و MP که بر اساس جمع یا حاصل ضرب مقادیر Y_p و Y_s به دست می‌آیند.

شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر

Fig 1- Cluster analysis obtained dendrogram



صفات در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تنش و بدون تنش وجود دارد.

۲- مقایسات میانگین لاین‌های مورد مطالعه نشان داد که لاین‌های شماره ۱۳، ۱۴ و ۱۵ از نظر اکثر صفات مورد بررسی در هر دو شرایط نسبت به سایر لاین‌ها برتری داشت.

۳- برآورد ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد با اجزایی نظیر تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد.

۴- تجزیه خوشه‌ای با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که لاین‌های مورد بررسی به دو گروه متحمل و پر محصول و حساس و کم محصول تقسیم می‌شوند که در برنامه‌های اصلاحی می‌توان با تلاقی دو گروه هیبریدهای متحمل و پر محصول را توسعه داد.

۵- برآورد شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که شاخص‌های MP، GMP و STI در گزینش هیبریدهای متحمل به تنش و با عملکرد بالا نسبت به سایر شاخص‌ها برتر بودند و بر اساس این شاخص‌ها سه هیبرید شماره ۱۳، ۱۴ و ۱۵ به عنوان متحمل‌ترین هیبریدها به تنش خشکی شناخته شدند..

پیشنهادات

به منظور درک بهتر ماهیت مقاومت به خشکی در هیبریدهای مورد بررسی پیشنهاد می‌شود که از نشانگرهای مولکولی در کنار روش‌های

تجزیه خوشه‌ای یا کلاستر در واقع روشی است برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های افراد از دیدگاه p صفت. در این گروه‌بندی افرادی که در یک کلاس قرار می‌گیرند شباهت زیاد و افرادی که در خوشه‌های متفاوت قرار می‌گیرند فاصله بیشتری از هم دارند. در این گروه‌بندی لاین‌های مورد مطالعه در دو گروه تقسیم شدند. در گروه اول که شامل لاین‌های ۴، ۶، ۸، ۱، ۱۱، ۱۲، ۱۰، ۱۸، ۱۷، ۱۹ و ۲ بود از نظر شاخص‌های TOL, SSI و YS کمترین مقدار را دارا بودند. گروه دوم که شامل لاین‌های ۳، ۹، ۵، ۷، ۱۶، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ بود از نظر شاخص‌های YP، MP، GMP، STI، YS بیشترین مقدار را داشتند. بنابراین لاین‌های گروه اول را می‌توان لاین‌های متحمل‌تر نسبت به تنش ولی از نظر عملکرد پایین و لاین‌های گروه دوم را لاین‌های با عملکرد بالا و حساس‌تر نسبت به خشکی نامید (شکل ۱). از لاین‌های گروه برتر می‌توان برای افزایش ارزش این صفات در دورگ‌گیری‌های احتمالی استفاده کرد. مورفی و همکاران (Murphy et al., 1986) کاربرد تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را جهت دسته‌بندی ژنوتیپ‌های گندم به منظور انتخاب ارقام بومی، واریته‌های هیبرید و جوامع اصلاحی در گندم توصیه نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

۱- نتایج تجزیه واریانس بیانگر وجود تنوع میان هیبریدها از نظر اکثر صفات بود. بنابراین امکان گزینش در برنامه‌های اصلاحی برای این

متداول استفاده شود. پیشنهاد می‌شود آزمایش به صورت چند سال در چند مکان اجرا شود. پیشنهاد می‌شود آزمایش با اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیک انجام شود.

Referenses

منابع مورد استفاده

- ✓ Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC press. Boca Raton, FL. Pp: 38- 78.
- ✓ Brigs, K. G., and A. Aytenu. 1980. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring spring wheat. *Crop Sci.* 20: 350- 354.
- ✓ Evans, L. T., R. M. Visperas, and B. S. Veragara. 1984. Morphological and physiological changes among rice varieties use in a Philippines over and last seventy years. *Field Crops Res.* 8: 105- 124.
- ✓ Fathebaheeri, S., A. Jawanshir., H. Kazemi, and S. Aharizad. 2004. Some recent indicators of drought tolerance of genotypes of spring barley. *Journal of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University.* 13 (3): 95- 101. (In Persian)
- ✓ Fathi, G., G. K. Macdonald, and R. C. M. L. Ance. 1997. Effects of post anthesis water stress on the yield grain protein concentration of barley grown at two level of nitrogen. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 67- 80. (In Persian)
- ✓ Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for Assessing plant stress tolerance. In: C. G. Kuo. (eds.), *Adaptation of food crops to temperature and water-stress.* AVRDC, Shanhou, Taiwan. Pp: 259- 270.
- ✓ Fischer, R. A., and R. Maureur. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: Grain yield responses. *Agust. J. Agic. Res.* 29: 897- 912.
- ✓ Jafari, A., F. Paknejad, and M. J. Al-Ahmadi. 2009. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn hybrids. *Int. J. Plant Prod.* 3: 33- 38.
- ✓ Juskiw, P. E., Y. Jame, and L. Kryzanowski. 2001. Phonological development of spring barley in a short- season area. *Agron. J.* 93: 370- 379.
- ✓ Koochaki, A. 1995. *Agriculture in arid areas.* Jahad University Press. 202 Pp. (In Persian)
- ✓ Krugman T., V. Chagué., Z. Peleg., S. Balzergue., J. Just., AB. Korol., E. Nevo., Y. Saranga., B. Chalhoub, and T. Fahima. 2010. Multilevel regulation and signalling processes associated with adaptation to terminal drought in wild emmer wheat. *Functional & Instegrative Genomics.* 10: 167- 186.
- ✓ Lizana, C., M. Wentworth., J. P. Martinez., D. Villegas, and R. Meneses. 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effects of drought on yield and photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 57: 685- 697.
- ✓ Mirbahar, A. A., G. S. Markhand., A. R. Mahar., S. A. Abro, and N. A. Kanhar. 2009. Effect of water stress on yield and yield components of wheat varieties. *Pak. J. Bot.* 41: 1303- 1310.
- ✓ Mughaddam, A., and M. H. Hadizadeh. 2003. Reaction of corn hybrids and their parental lines to drought stress tolerance using various indicators. *Seedlings and seeds.* 19 (3): 272- 255. (In Persian)
- ✓ Murphy, J. P., T. Cox, and D. M. Rodgers. 1986. Cluster analysis of red winter wheat cultivars based upon coefficient of parentage. *Crop Sci.* 26: 672- 676.
- ✓ Nazari, L., and H. Pakniyat. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *J. Applied Sci.* 10: 151- 156.

-
- ✓ Nagarajan, S., J. Rane., M. Maheswari, and P. N. Gambhir. 1999. Effect of post-anthesis water stress on accumulation of dry matter carbon and nitrogen and their partitioning in wheat varieties differing in drought tolerance. *J. Agron. Crop Sci.* 183: 129- 136.
 - ✓ Normandemuid, F. 1998. Evaluation of quantitative traits and their relation to bread wheat yield in rainfed and irrigated conditions, and the index of drought resistance. Master's thesis plant breeding String. Faculty of Agriculture, Tehran University.
 - ✓ Peleg, Z. T. Fahima., S. Abbo., T. Krugman., E. Nevo., D. Yakir, and Y. Saranga. 2005. Genetic diversity for drought resistance in wild emmer wheat and its eco-geographical association. *Plant Cell & Environment.* 28: 176- 191.
 - ✓ Rosielle, A. A., and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 934- 946.
 - ✓ Shafazade, M., A. Eazdansepas., FA. Amini, and V. M. R. Ganadha. 2005. Evaluation of drought tolerance of winter wheat and intermediate end of the season in promising genotypes using indices of sensitivity and stress tolerance. *Seedlings and Seeds.* 20 (1): 71-57. (In Persian)
 - ✓ Shiri, M., R. T. Aliyev, and R. Choukan. 2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. *Res. J. Environ. Sci.* 4: 75- 82.
 - ✓ Simane, B., J. M. Peacock, and P. C. Struik. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among during resistance and susceptible cultivar of durum wheat. *Plant and Soil.* 157: 155- 160.
 - ✓ Walton, J. A. 1971. The use of Fctor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica.* 20: 416- 421.