Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۶
۵۵-۶۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.531

شناسایی ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) متحمل به خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش

امید نوروزی[۱]، الهه توکل[۲*]، سید عبدالرضا کاظمینی[۳]
۱. کارشناس ارشد اصلاح نباتات بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۲. استادیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۳. دانشیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۷

چکیده

تنش خ شکی انتهای ف صل از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید مح صولات ک شاورزی ا ست. به‌منظور شنا سایی ارقام متحمل به خشکی جو از بین ۷۹ رقم خارجی و یک رقم شاهد ایرانی و نیز تعیین ارتباط بین اجزای عملکرد با شاخص‌های تحمل به تنش، آزمایشی تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. از بین شاخص‌های مختلف تحمل به خ شکی، MP، HMP، GMP و STI بی شترین همب ستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد در هردو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی نشان دادند و به‌عنوان بهترین معیارهای تعیین ارقام متحمل تعیین گردیدند. بعلاوه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله و وزن هزار دانه در هر دو شرایط همبستگی مثبت و معنی‌داری را با شاخص‌های تحمل نشان دادند. با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول توانستند درمجموع ۹۷ درصد از تغییرات را توجیه نمایند که مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه مقاومت و پایداری عملکرد و مؤلفه دوم به‌عنوان مؤلفه حساسیت معرفی شدند. با توجه به آنالیزهای آماری مختلف انجام شده ارقام ۸۸ و ۱۴۵ به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام شنا سایی شدند. تجزیه خو شه‌ای بر ا ساس شاخص‌های تحمل تنش و عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش ۸۰ رقم موردبرر سی را در چهار گروه مجزا قرارداد. نتایج این تحقیق منبع منا سبی برای ا ستفاده در برنامه‌های ا صلاحی ارقام جو پاییزه برای افزایش تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم ایرانی و نیز تولید ارقام متحمل به خشکی فراهم می‌آورد.

***واژه‌های کلیدی*: تنش آبی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، جو.**

مقدمه

در میان تنش‌های غیرزنده، خشکی ازجمله پیچیده‌ترین و مخرب‌ترین تنش‌ها در سطح جهان به‌حساب می‌آید (Ceccarelli, 2010). بر اساس گزارش فائو (FAO, 2013)، ۹۰ درصد از مساحت کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. جو ازجمله کم‌توقع‌ترین گیاهان زراعی است که دامنه‌ی سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی گسترده‌تر بوده و یکی از گیاهان زراعی متحمل نسبت به شوری و خشکی است (Emam, 2010). جو پاییزه برخلاف جو بهاره که عمدتاً برای تهیه مالت استفاده می‌شود، معمولاً برای مصرف دام به‌صورت علوفه و یا دانه به کار می‌رود. این گیاه یکی از مهم‌ترین غلات قابل‌کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Ceccarelli et al., 2007). عملکرد دانه غلات ترکیبی از تعداد بوته در واحد سطح، تعداد سنبله بارور در هر بوته، تعداد سنبلک در سنبله، تعداد دانه در سنبلک و وزن دانه می‌باشد که کاهش هر یک از اجزای عملکرد در اثر تنش خشکی درنهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Rajjala et al., 2009). عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف جو در شرایط خشکی ایران می‌تواند تا ۳۶ درصد کاهش پیدا کند (Zare et al., 2011). اثرات سوء تنش آبی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد دانه تا حدود زیادی به زمان تنش، شدت

* نگارنده پاسخگو: الهه توکل. پست الکترونیک: etavakol@shirazu.ac.ir.

www.SID.ir

Archive of SID

تنش در مراحل نمو و همچنین ویژگی ژنتیکی ارقام بستگی دارد (Paolo and Rinaldi, 2008). برای جلوگیری از کاهش چشم‌گیر عملکرد، افزون بر استفاده از روش‌های جدید بهزراعی، روش‌های به نژادی متفاوتی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم و مناسب کشت در مناطق مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرد. معیار انتخاب ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی شاخص‌های مرتبط با تحمل تنش شامل شاخص حساسیت به تنش SSI (Fisher et al., 1978)، شاخص مقاومت TOL و میانگین بهره‌وری MP (Rosielle and Hamblin, 1981)، شاخص عملکرد YI (Lin et al., 1986)، شاخص تحمل به تنش STI، میانگین هندسی بهره وری GMP و میانگین هارمونی بهره‌وری HMP (Fernandez, 1992) می‌باشند. این شاخص‌ها بر اساس عملکرد محصول زراعی در شرایط تنش در مقایسه با حالت نرمال قابل‌محاسبه‌اند و بهنژادگران را قادر به انتخاب ارقام مناسب می‌کنند (Zare, 2012).

نظری و پاک‌نیت (Nazari and Pakniyat, 2010) و زارع (Zare, 2012) با ارزیابی شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف جو دریافتند که میزان عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری با MP، GMP و STI دارند. خوخار و همکاران (Khokhar et al., 2012) نشان دادند که عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال و تنش افزون بر MP، STI، GMP دارای همبستگی مثبتی با YI است. در پژوهش دیگری با اعمال تنش رطوبتی قبل و بعد از گرده‌افشانی روی ۲۴ ژنوتیپ پیشرفته گندم نان، شاخص‌های STI و GMP برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل برتر از بقیه شاخص‌ها شناخته شدند (Shiri et al., 2010). برخلاف آن‌ها راجلا و همکاران (Rajjala et al., 2009) در مطالعه ۲۰ ژنوتیپ مختلف جو در شرایط تنش آبی مشاهده کردند که شاخص SSI معیار مناسبی برای تعیین ژنوتیپ‌های برتر می‌باشد.

با توجه به پیچیدگی پاسخ به تنش خشکی، ژنوتیپ‌های مختلف جو ازنظر تحمل به تنش خشکی دارای تنوع زیادی هستند، درنتیجه بهنژادگران همواره به دنبال منابع جدید ژنتیکی برای بهبود عملکرد جو می‌باشند (Jallel et al., 2009; Shahmoradi et al., 2011)؛ بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی جو پاییزه و بررسی رابطه بین شاخص‌های تحمل به تنش با عملکرد و اجزای آن در بین ۷۹ ژنوتیپ خارجی و یک رقم ایرانی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی نحوه پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف جو پاییزه به شرایط تنش خشکی، ۷۹ ژنوتیپ جو خارجی دو و شش ردیفه (تهیه‌شده از مرکز تحقیقات فیرنزولا، ایتالیا) و رقم ایرانی ریحان ۰۳ به‌عنوان رقم شاهد منطقه (جدول ۲) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۸ کیلومتری شمال شرقی شیراز (۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی،۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ مورد مقایسه قرار گرفتند. آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سطح آبیاری نرمال و تنش آبی به‌عنوان فاکتور اصلی و ۸۰ ژنوتیپ جو به‌عنوان فاکتور فرعی در سه تکرار اجرا شد. تهیه بستر کشت شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین بود و کشت در ۱۵ آبان ماه انجام شد. میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در ۲ نوبت (نیمی در زمان کاشت و نیمی در زمان پنجه زدن گیاه) و ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار به کرت‌ها به‌طور یکنواخت داده شد. در تیمار آبیاری نرمال، گیاهان از زمان کاشت تا پایان مرحله رشد بر اساس ظرفیت مزرعه‌ای با دور ۷ روز یک‌بار آبیاری شدند. در تیمار تنش آبی بعد از مرحله ۳ برگی آبیاری به‌طور کامل متوقف گردید. آمار بارش و دمای ماهیانه از ثبت‌شده در ایستگاه هواشناسی باجگاه در دوره رشد گیاهان در جدول ۱ ارائه شده است که نشان می‌دهد بارش فصلی هم‌زمان با شروع مرحله گلدهی متوقف گردیده است.

هر ژنوتیپ روی دوپشته ۶۰ سانتی‌متری به فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۵ سانتی‌متر روی هر ردیف به طول دو متر به‌طور دستی کشت گردید. در مرحله داشت برای مبارزه با علف‌های هرز از مبارزه مکانیکی استفاده شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ۱۲ بوته از هر کرت فرعی و با رعایت حاشیه از ۲ خط وسط به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و از میانگین عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک در هر دو شرایط تنش آبی نرمال و تنش آبی برای محاسبات استفاده گردید. برای وزن هزار دانه ۲۰۰ بذر وزن شده و با محاسبات وزن هزار دانه محاسبه شد (Pask et al, 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های تحمل به تنش بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند (Fischer et al., 1978; Rosielle et al., 1981; Lin et al., 1986; Fernandez, 1992):

$$SSI = \frac{1-\left(\frac{Ys}{Yp}\right)}{S} \quad [۱]$$

$$TOL = Y_p - Y_s \quad [۲]$$

$$MP=\frac{Y_p+Y_s}{2} \quad [۳]$$

$$TOL=Y_p-Y_s \quad [۴]$$

$$YI=\frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \quad [۵]$$

$$HMP=\frac{2\times Y_p\times Y_s}{Y_p+Y_s} \quad [۶]$$

$$STI=\frac{Y_p\times Y_s}{\bar{Y}_p^{\,2}} \quad [۷]$$

$$GMP=\sqrt{(Y_p)\times(Y_s)} \quad [۸]$$

که در اینجا Y_p عملکرد در شرایط نرمال، Y_s عملکرد در شرایط تنش، $\bar{Y}_p$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال و $\bar{Y}_s$ میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشد.

جدول ۱. میانگین ماهانه بارش (میلی‌متر) و دما (درجه سانتی‌گراد) در طول دوره فصل رشد ۹۲- ۱۳۹۱ .

Table 1- Monthly precipitation (mm) and temperature (C) during the growing season 1391-92.

ماه Month	آبان Oct.	آذر Nov.	دی Dec.	بهمن Jan.	اسفند Feb.	فروردین Mar.	اردیبهشت Apr.	خرداد Jun.	تیر Jul.
میانگین بارش Mean of rainfall	37	152.5	60.5	42	20.5	96	39	0	0
میانگین دما Mean of temperature	11.5	6.02	3.55	6.63	9.11	11.7	13.8	21.4	25.4

به‌منظور محاسبه شاخص‌های کمی تحمل به خشکی از نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد. برای آزمون تجزیه واریانس، مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و تعیین ضرایب همبستگی از نرم‌افزار SAS 9.1، برای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم نمودار بای‌پلات از نرم‌افزار SPSS19 و برای رسم نمودار سه‌بعدی و تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار Minitab16 استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و شاخص‌های تحمل به تنش به روش Ward و فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، ازنظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و نیز تمام شاخص‌های تحمل به خشکی موردبررسی، بین آبیاری نرمال و تنش آبی، بین ژنوتیپ‌ها و نیز برهمکنش بین آن‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (داده‌ها نشان داده نشده‌اند)؛ بنابراین ازنظر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و نیز شاخص‌های تحمل به تنش خشکی تنوع قابل‌توجهی در جمعیت موردمطالعه وجود دارد. افزون بر این، در این آزمایش تنش خشکی به‌طور میانگین باعث کاهش ۵۳ درصدی عملکرد دانه جو در ژنوتیپ‌های موردمطالعه شد که میزان این کاهش از ۱۴٪ در ژنوتیپ ۱۲۲ تا ۷۲٪ در ژنوتیپ ۱۲۱ متغیر بود. گونزالز و همکاران (Gonzalez et al., 2010) در مطالعه‌ای روی ۱۱ رقم جو نیز کاهش عملکرد دانه در شرایط خشکی به دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص عنوان کردند.

نتایج آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در ژنوتیپ‌های مختلف برای میانگین عملکرد در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و نیز شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی در جدول ۲ ارائه شده است. ژنوتیپ ۸۸ برای شاخص‌های تحمل

www.SID.ir

Archive of SID

به تنش MP، GMP و STI بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد، همچنین مقادیر بالای شاخص‌های تحمل به تنش برای ژنوتیپ‌های ۱۴۵، ۷۷، ۱۱۰ و ۶۵ به دست آمد (جدول ۲). مقادیر بالاتر این شاخص‌ها نشان‌دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش خشکی می‌باشد (Fernandez, 1992; Rosielle and Hamblin, 1981).

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و شاخص‌های تحمل به تنش در ژنوتیپ‌های جو .

Table 2. Mean comparison of grain yield in both normal irrigation and waters tress conditions and drought tolerance indices among barley genotypes.

ژنوتیپ Genotype	ردیف Row-type	عملکرد پتانسیل Yp	عملکرد در تنش آبی Ys	میانگین تولید MP	شاخص تحمل TOL	میانگین هارمونی تولید HMP	میانگین هندسی تولید GMP	شاخص عملکرد YI	شاخص تحمل به تنش STI	شاخص حساسیت به تنش SSI
G065	6	33.90	11.47	22.63	22.33	17.11	19.67	1.15	0.91	1.28
G066	6	19.23	7.97	13.60	11.27	11.25	12.37	0.80	0.36	1.13
G067	6	21.03	9.57	15.30	11.47	13.14	14.18	0.96	0.47	1.05
G068	2	20.090	9.07	14.98	11.83	12.60	13.74	0.91	0.44	1.09
G069	2	30.50	11.43	20.97	19.07	16.63	18.67	1.15	0.82	1.21
G070	2	21.83	8.67	15.25	13.17	12.40	13.75	0.87	0.44	1.17
G071	2	28.97	11.90	20.43	17.07	16.84	18.55	1.19	0.81	1.14
G072	6	21.93	14.53	18.23	7.40	17.48	17.85	1.46	0.75	0.65
G073	2	14.10	10.37	12.23	3.73	11.95	12.09	1.04	0.34	0.51
G074	6	17.27	7.93	12.60	9.33	10.86	11.70	0.79	0.32	1.04
G075	2	22.70	8.03	15.37	14.67	11.86	13.50	0.80	0.43	1.25
G076	6	16.35	10.70	13.53	5.65	12.92	13.22	1.07	0.41	0.67
G077	2	30.30	14.13	22.22	16.17	19.25	20.68	1.42	1.00	1.03
G078	6	20.50	14.40	17.45	6.10	16.91	17.18	1.44	0.69	0.58
G079	6	11.93	7.87	9.90	4.07	9.48	9.69	0.79	0.22	0.66
G080	6	11.53	7.47	9.50	4.07	9.06	9.28	0.75	0.20	0.68
G082	2	14.00	10.50	12.25	3.50	11.98	12.11	1.05	0.34	0.48
G083	6	13.77	6.23	10.00	7.53	8.58	9.26	0.62	0.20	1.06
G084	2	19.93	9.90	14.92	10.03	13.23	14.05	0.99	0.46	0.97
G085	2	23.77	8.37	16.07	15.40	12.37	14.10	0.84	0.47	1.25
G086	6	28.77	10.23	19.50	18.53	15.06	17.13	1.02	0.69	1.24
G087	2	27.23	11.10	19.17	16.13	15.75	17.37	1.11	0.71	1.14
G088	6	38.50	15.27	26.88	23.23	21.86	24.24	1.53	1.38	1.17
G089	2	24.20	9.07	16.63	15.13	13.18	14.80	0.91	0.51	1.21
G090	2	15.53	5.65	10.59	9.88	8.28	9.37	0.57	0.21	1.23
G091	2	12.15	6.40	9.28	5.75	8.36	8.80	0.64	0.18	0.91
G092	6	20.43	13.03	16.73	7.40	15.89	16.31	1.31	0.62	0.70
G093	2	25.87	9.37	17.62	16.50	13.74	15.55	0.94	0.57	1.23
G094	2	12.83	9.53	11.18	3.30	10.94	11.06	0.95	0.29	0.49
G095	6	20.73	10.23	15.48	10.50	13.70	14.56	1.02	0.50	0.98
G096	6	15.43	7.93	11.68	7.50	10.47	11.06	0.79	0.29	0.94
G097	2	19.33	15.43	17.38	3.90	17.16	17.27	1.55	0.70	0.39
G098	2	15.23	7.87	11.55	7.37	10.36	10.94	0.79	0.28	0.93
G099	6	14.90	9.63	12.27	5.27	11.69	11.97	0.96	0.34	0.68
G100	2	17.03	10.70	13.87	6.33	13.12	13.49	1.07	0.43	0.72
G101	6	15.37	5.90	10.63	9.47	8.52	9.52	0.59	0.21	1.19
G102	2	24.80	10.07	17.43	14.73	14.32	15.80	1.01	0.59	1.15
G103	6	14.97	4.73	9.85	10.23	7.19	8.41	0.47	0.17	1.32
G104	6	12.30	7.30	9.80	5.00	9.13	9.46	0.73	0.21	0.78
G105	2	23.83	8.67	16.25	15.17	12.69	14.36	0.87	0.48	1.23
G106	6	14.03	7.57	10.80	6.47	9.83	10.30	0.76	0.25	0.89
G107	2	21.00	7.20	14.10	13.80	10.72	12.29	0.72	0.36	1.27
G108	6	12.53	7.57	10.05	4.97	9.42	9.73	0.76	0.22	0.76

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

ژنوتیپ Genotype	ردیف Row-type	عملکرد پتانسیل Yp	عملکرد در تنش آبی Ys	میانگین تولید MP	شاخص تحمل TOL	میانگین هارمونی تولید HMP	میانگین هندسی تولید GMP	شاخص عملکرد YI	شاخص تحمل به تنش STI	شاخص حساسیت به تنش SSI
G109	6	22.10	5.77	13.93	16.33	9.14	11.28	0.58	0.30	1.43
G110	6	25.03	15.87	20.45	9.17	19.42	19.93	1.59	0.93	0.71
G111	6	22.13	11.80	16.97	10.33	15.39	16.16	1.18	0.61	0.90
G112	2	22.43	10.30	16.37	12.13	14.09	15.18	1.03	0.54	1.04
G113	6	22.57	9.83	16.20	12.73	13.69	14.89	0.98	0.52	1.09
G114	6	20.07	13.60	16.83	6.47	16.17	16.50	1.36	0.64	0.61
G115	2	19.43	11.20	15.32	8.23	14.20	14.75	1.12	0.51	0.82
G116	6	24.73	11.77	18.25	12.97	15.93	17.05	1.18	0.68	1.01
G117	2	22.30	11.37	16.83	10.93	15.06	15.92	1.14	0.60	0.95
G118	6	21.50	9.30	15.40	12.20	12.97	14.13	0.93	0.47	1.10
G119	2	29.80	10.10	19.95	19.70	15.06	17.33	1.01	0.70	1.28
G120	6	22.43	14.47	18.45	7.97	17.58	18.01	1.45	0.76	0.69
G121	6	24.75	6.87	15.81	17.88	10.74	13.03	0.69	0.40	1.40
G122	6	9.63	8.23	8.93	1.40	8.85	8.89	0.82	0.19	0.27
G123	6	21.93	6.97	14.45	14.97	10.55	12.34	0.70	0.36	1.31
G124	6	11.50	6.77	9.13	4.73	8.52	8.82	0.68	0.18	0.80
G125	2	24.95	13.90	19.43	11.05	17.84	18.62	1.39	0.81	0.86
G126	6	13.67	7.13	10.40	6.53	9.37	9.87	0.71	0.23	0.92
G127	6	24.60	7.27	15.93	17.33	11.21	13.36	0.73	0.42	1.36
G128	6	28.97	9.77	19.37	19.20	14.60	16.82	0.98	0.66	1.28
G130	2	30.30	9.47	19.88	20.83	14.43	16.94	0.95	0.67	1.33
G131	2	23.47	8.63	16.05	14.83	12.62	14.23	0.86	0.47	1.22
G132	2	23.37	14.07	18.72	9.30	17.55	18.12	1.41	0.77	0.77
G133	2	23.83	15.67	19.75	8.17	18.89	19.31	1.57	0.87	0.66
G134	2	18.90	11.07	14.98	7.83	13.92	14.44	1.11	0.49	0.79
G135	6	14.47	8.43	11.45	6.03	10.64	11.04	0.84	0.29	0.81
G136	2	17.67	7.50	12.58	10.17	10.52	11.51	0.75	0.31	1.11
G137	2	24.80	14.27	19.53	10.53	18.08	18.79	1.43	0.83	0.82
G138	2	17.33	8.97	13.15	8.37	11.80	12.46	0.90	0.37	0.93
G139	2	24.50	11.67	18.08	12.83	15.79	16.90	1.17	0.67	1.01
G140	2	22.10	14.33	18.22	7.77	17.38	17.79	1.44	0.74	0.68
G141	6	21.30	9.27	15.28	12.03	12.89	14.04	0.93	0.46	1.09
G142	2	23.47	11.97	17.72	11.50	15.83	16.75	1.20	0.66	0.95
G143	6	14.70	8.40	11.55	6.30	10.69	11.11	0.84	0.29	0.83
G144	2	17.17	10.23	13.70	6.93	12.81	13.25	1.02	0.41	0.78
G145	6	31.85	16.77	24.31	15.08	21.95	23.10	1.68	1.25	0.92
ریحان	6	7.97	4.80	6.38	3.17	5.99	6.18	0.48	0.09	0.77
LSD	-	59.3	56.1	1.08	11.2	94.0	94.0	10.0	0.70	0.13
میانگین Mean	-	66.20	98.9	32.15	67.10	24.13	22.14	1.00	50.0	0.95
انحراف معیار Standard deviation	-	0.600	83.2	93.3	99.4	39.3	59.3	28.0	25.0	0.25
حداقل Min	-	92.7	73.4	38.6	40.1	99.5	18.6	47.0	0.90	27.0
حداکثر Max	-	50.38	77.16	88.26	23.23	95.21	24.24	68.1	38.1	43.1

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی بین عملکرد و اجزای آن با شاخص‌های تحمل به تنش

نتایج آزمایش نشان داد که همبستگی بالا و مثبت بین شاخص‌های تحمل میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هارمونی بهره‌وری (HMP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) با عملکرد دانه در دو شرایط آبی نرمال و تنش وجود دارد (جدول ۳)؛ بنابراین شاخص‌های مذکور به‌عنوان بهترین شاخص‌ها و معیارهای غیر مستقیم برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شدند. فیروزی و همکاران (Firoozi et al., 1391) در پژوهش مشابهی برای ارزیابی تحمل به خشکی ارقام مختلف گندم همبستگی مثبت بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش با HMP، GMP و STI را گزارش کردند. علاوه بر شاخص‌های مذکور شفیعی خورشیدی و همکاران (Shafiee Khorshidi et al., 2013) در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی، شاخص MP و پوریامچی و همکاران (Pouriamchi et al., 2011) در بررسی ژنوتیپ‌های نخود، شاخص پاسخ به خشکی DRI، خوخار و همکاران (Khokhar et al., 2012) در بررسی ارقام جو، شاخص YI را به‌عنوان شاخص‌های برتر انتخاب ژنوتیپ های متحمل معرفی کردند. هرچند برخی پژوهشگران (Farshadfar et al., 2001; Moghaddam and Hadizadeh, 2002) شاخص STI را بهترین شاخص گزینش ژنوتیپ‌های متحمل دانسته، زیرا قادر است ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالای در هر دو محیط تنش و بدون تنش را شناسایی نماید که نتایج همبستگی مطالعه حاضر نیز این امر را تایید می‌نماید.

افزون بر این، در تحقیق حاضر صفات تعداد سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک در هر دو شرایط همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه و شاخص‌های MP، HMP، GMP و STI نشان دادند که در بین آن‌ها عملکرد بیولوژیک از بیشترین همبستگی با عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی برخوردار بود (جدول ۳). گزارشات قبلی نیز همبستگی بالای بین صفات وزن هزار دانه (Shahmoradi et al., 2011)، عملکرد بیولوژیک (Golparyar et al., 2006) و تعداد سنبله (Dolatoanah et al.,2011) با عملکرد در غلات گندم و جو در هردو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و نیز شاخص‌های تحمل تنش را تایید می‌نماید.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

بر اساس‌نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی هفت شاخص تحمل به تنش و عملکرد دانه ۸۰ ژنوتیپ جو در شرایط تنش آبی و نرمال، مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه تحمل و پایداری عملکرد و مؤلفه دوم به‌عنوان مؤلفه حساسیت توانستند درمجموع ۹۷ درصد (مؤلفه اول ۷۰ درصد و مؤلفه دوم ۲۷ درصد) از تغییرات را توجیه نمایند (جدول ۴). از آن‌جا که شاخص‌های تحمل به خشکی ازجمله MP، GMP، HMP و STI ضرایب بالایی در مؤلفه اول و شاخص‌حساسیت از ضرایب بالا در مؤلفه دوم برخوردار بودند، می‌توان مؤلفه‌های اول و دوم را به ترتیب به‌عنوان مؤلفه تحمل و مؤلفه حساسیت به تنش نام‌گذاری نمود. واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2011) نیز در ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های پیشرفته جو بیان داشتند که دو مولفه‌ی اول درمجموع ۹۹/۸۴ درصد از تغییرات بین داده‌ها را توجیه می‌نماید و مولفه‌ی اول درصد بالایی از کل تغییرات را شامل می‌شود.

تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی

به‌منظور تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی از بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه، از نمودار بای‌پلات با استفاده از دو مؤلفه اول به دست آمده در تجزیه به مولفه‌های اصلی و نیز از نمودار سه بعدی عملکرد در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و شاخص STI، به‌عنوان بهترین شاخص تحمل بر اساس نتایج همبستگی، استفاده گردید.

با توجه به نتایج نمودار سه‌بعدی عملکرد در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و نیز شاخص STI ژنوتیپ‌های شماره ۸۸ و ۱۴۵ بیشترین مقادیر را برای صفات مذکور به خود اختصاص دادند (شکل ۱) و بنابراین می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های مناسب که دارای پتانسیل عملکرد بالا در هر دو شرایط آبی نرمال و تنش آبی هستند، معرفی گردند. استفاده از نمودار سه‌بعدی Yp، Ys و STI برای تشخیص ارقام متحمل به تنش خشکی در لوبیا توسط فرناندز (Fernandez, 1992) نیز مورداستفاده و تایید قرار گرفته است.

www.SID.ir

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تنش با عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های جو.

Table 3. Correlation coefficient among drought tolerance indices, grain yield and its components in barley genotypes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1																
2	0.54**	1															
3	0.95**	0.77**	1														
4	0.88**	0.08	0.700	1													
5	0.77**	0.95**	0.93***	0.40**	1												
6	0.88**	0.88**	0.98***	0.56**	0398**	1											
7	0.54**	0.90**	0.78***	0.09	0.95**	0.88**	1										
8	0.86**	0.87**	0.97***	0.54**	0.97**	0.99**	0.87**	1									
9	-0.51**	0.40**	0.26	0.84**	-0.09	0.08	-0.04	0.06	1								
10	0.38**	0.36**	0.40**۰	0.19	0.43**	0.42**	0.38**	0.38**	0.04	1							
11	0.08	-0.17	-0.14	-0.13	-0.12	-0.13	-0.08	-0.01	-0.04	-0.25*	1						
12	0.25*	0.35**	0.34**	0.26*	0.3**	0.33**	0.25*	0.28*	0.11	0.23*	-0.31**	1					
13	0.58**	0.90**	0.87**۰	0.72**	0.76**	0.83**	0.5**	0.81**	0.38**	0.39*	-0/10	0.07	1				
14	0.28*	0.09	0.17	-0.05	0.24*	0.21	0.27*	0.2	-0.2	0.06	-0.15	0.38**	0.34**	1			
15	0.01	-0.11	-0.07	-0.13	-0.04	-0.06	0.01	-0.02	-0.15	0.48**	0.83**	-0.24**	0.02	0.57**	1		
16	0.49**	0.22*	0.31**	-0.06	0.43**	0.38**	0.48**	0.33**	-0.29**	0.05	0.3**	0.48**	0.1	0.05	-0.22	1	
17	0.93**	0.6**	0.77**	0.16	0.90**	0.85**	0.92**	0.86**	0.3*	0.14	-0.02	0.12	0.65**	0.28*	0.11	0.23*	1

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۱. عملکرد در شرایط تنش، ۲. عملکرد پتانسیل، ۳. میانگین تولید، ۴. شاخص تحمل، ۵. میانگین هارمونی تولید، ۶. میانگین هندسی تولید، ۷. شاخص عملکرد، ۸. شاخص تحمل به تنش، ۹. شاخص حساسیت به تنش، ۱۰. تعداد سنبله، ۱۱. تعداد دانه در سنبله،۱۲. وزن هزار دانه، ۱۳. عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری، ۱۴. تعداد سنبله در بوته، ۱۵. تعداد دانه در سنبله، ۱۶. وزن هزار دانه، ۱۷. عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش

* and **: significant at 5% and 1% probability level, respectively.

1.Ys, 2. Yp, 3. MP, 4. TOL, 5. HMP, 6. GMP, 7. YI, 8. STI, 9. SSI, 10. Spike no per plant under irrigation (I), 11. Grain no per spike under I, 12.Thousand grain weight under I, 13. Biological yield under I, 14. Spike no. under water stress (S), 15. Grain no. in spike under S, 16. Thousand grain weight under S, 17. Biological yield under S

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. بردار و مقادیر ویژه و سهم تجمعی شاخص‌های تحمل و عملکرد در دو شرایط محیطی در ژنوتیپ‌های جو.

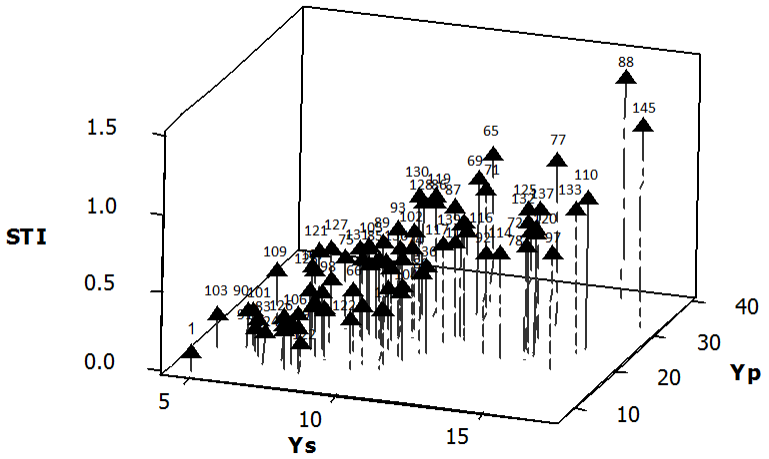
Table 4. Eigen values and vectors, and cumulative proportion of tolerance indices and grain yield in two environmental conditions in barley genotypes.

مؤلفه‌های اصلی PCA	مقادیر ویژه Eigen value	درصد واریانس تجمعی Cumulative percent variance	میانگین تولید MP	شاخص تحمل TOL	میانگین هارمونی تولید HMP	میانگین هندسی تولید GMP	شاخص عملکرد YI	شاخص حساسیت به تنش SSI	شاخص تحمل به تنش STI	عملکرد پتانسیل Yp	عملکرد در تنش آبی Ys
1*	69.97	69.97	0.97	0.54	0.98	0.99	0.87	0.04	0.98	0.88	0.87
2*	27.39	97.36	0.16	0.83	-0.16	-0.01	-0.47	0.98	-0.05	0.45	-0.47

*مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه تحمل و پایداری عملکرد و مؤلفه دوم به‌عنوان مؤلفه حساسیت نامگذاری شده اند.

* The first component named as tolerance and stability component and the second component named as susceptibility component.

نمودار بای‌پلات امکان مطالعه همزمان بیش از سه متغییر را فراهم می‌کند و بنابراین با در نظر گرفتن دو مؤلفه اول به دست آمده در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای گزینش دقیق‌تر ژنوتیپ‌های متحمل به تنش آبی مورداستفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله ژنوتیپ‌ها را ازنظر تحمل به خشکی به چهار دسته کلی تقسیم نمود، ژنوتیپ‌هایی که دارای ضرایب منفی برای هردو عامل و یا ضرایب مثبت برای هر دو عامل هستند جزء ژنوتیپ‌های حد واسط تقسیم‌بندی گردیدند، ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر مثبت از مؤلفه اول و مقادیر منفی از مؤلفه دوم بودند، جزء ژنوتیپ‌های متحمل و مناسب گروه‌بندی شدند و در نهایت ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر مثبت برای مؤلفه دوم و مقادیر منفی برای مؤلفه اول بودند، جزء ژنوتیپ‌های حساس دسته‌بندی گردیدند (شکل ۲). بر این اساس افزون بر ژنوتیپ‌های ۱۴۵ و ۸۸، می‌توان ژنوتیپ‌های ۷۱، ۱۱۰، ۱۳۲، ۱۲۰، ۱۲۵، ۷۷ و ۱۳۷ را نیز به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های به تنش آبی در این آزمایش معرفی نمود. فیروزی و همکاران (Firoozi et al., 2013) در ارزیابی ارقام مختلف گندم، خورشیدی و همکاران (Shafiee Khorshidi et al., 2013) در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی و پوریامچی و همکاران (Pouriamchi et al., 2011) در بررسی ژنوتیپ‌های نخود نیز از این روش برای ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ های موردبررسی استفاده کردند.

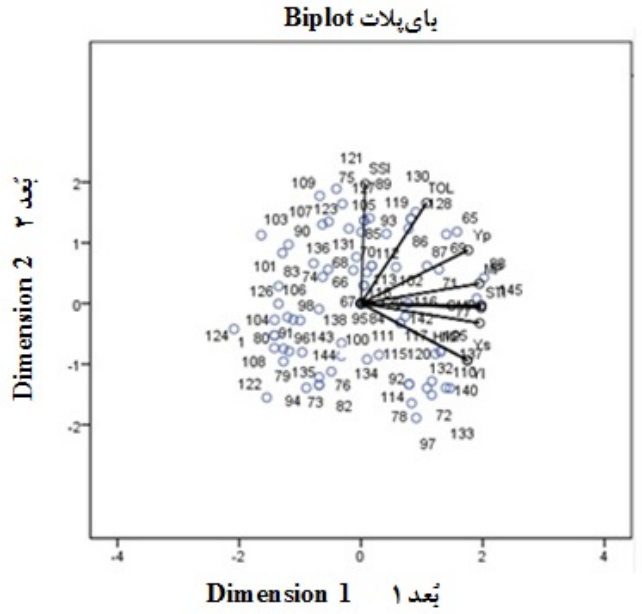


شکل ۱. نمودار سه بعدی مربوط به شاخص STI و عملکرد دانه شرایط آبیاری (Yp) و تنش آبی (Ys) در ژنوتیپ‌های جو پاییزه.

Fig. 1. Three dimensional graph for STI and grain yield under irrigation (Yp) and water stress (Ys) conditions in winter barley genotypes.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نمودار بای‌پلات ژنوتیپ‌های جو پاییزه برای عملکرد و شاخص‌های تحمل تنش بر اساس دو مؤلفه اصلی اول.

Fig. 2. The biplot display of winter barley genotypes for yield and drought tolerance indices based on first and second main components.

خوشه‌بندی

به‌منظور تعیین ارتباط بین ۸۰ ژنوتیپ جو پاییزه موردمطالعه ازنظر شاخص‌های تحمل تنش و عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری و تنش آبی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش وارد انجام شد. بر این اساس ژنوتیپ‌های جو در چهار گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۳). با دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشابه می‌توان از حجم کارهای اصلاحی کاسته و در هزینه‌ها صرفه جویی به عمل آورد (Zakizadeh et al., 2010).

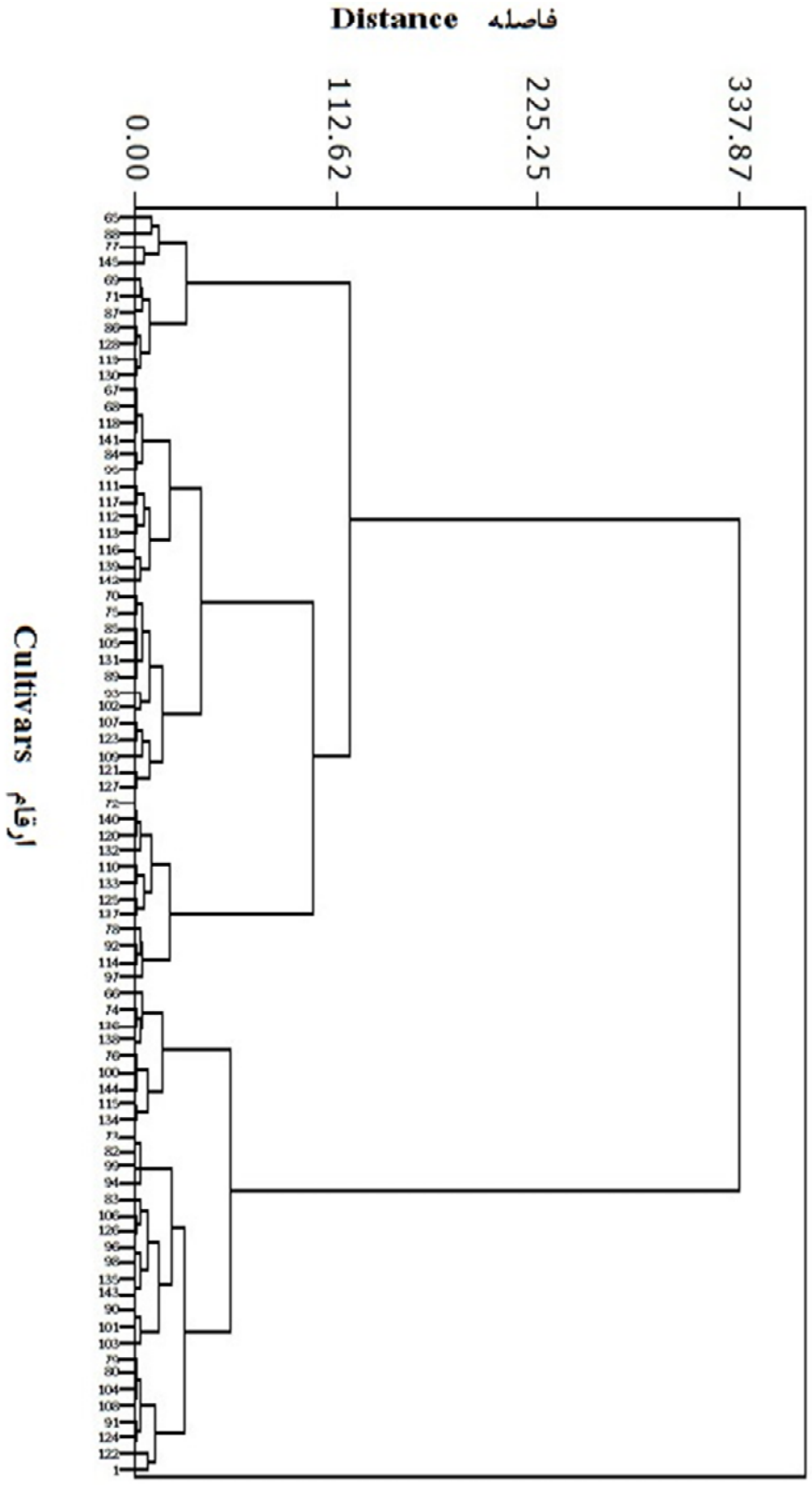
میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های هر گروه در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی و نیز میانگین شاخص‌های تحمل در هر گروه در جدول ۵ ارائه شده است. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه اول دارای عملکرد نسبی بالا در شرایط آبیاری نرمال و نیز دارای تحمل نسبی به تنش خشکی بودند. در حالی که بیش‌تر ژنوتیپ‌های گروه سوم دارای تحمل نسبی به تنش آبی و عملکرد نسبی بالا در شرایط تنش آبی بودند و ژنوتیپ‌های گروه دوم به‌عنوان ژنوتیپ-های نیمه حساس شناسایی شدند. در مقابل گروه چهارم شامل ژنوتیپ‌های حساس و دارای عملکرد پایین در هر دو شرایط بود. در بررسی مشابهی روی ۴۲ رقم جو در شرایط تنش آبی و آبیاری نرمال عیوضی و همکاران (Eivazi et al., 2013) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای توانستند ارقام حساس و متحمل به خشکی را در دو گروه مجزا طبقه بندی نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ازنظر تحمل به خشکی بین ژنوتیپ‌های جو پاییزه مورد بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. بر اساس شاخص‌های مختلف تحمل به تنش و نتایج بای‌پلات مولفه‌های اصلی و نمودار سه بعدی عملکردها و شاخص STI، ژنوتیپ‌های ۸۸ و ۱۴۵ و نیز ژنوتیپ‌های ۷۱، ۱۱۰، ۱۳۲، ۱۲۰، ۱۲۵، ۷۷ و ۱۳۷ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناخته شدند. به دلیل همبستگی مثبت و معنی‌دار اجزای عملکرد تعداد سنبله، وزن هزار دانه و نیز عملکرد بیولوژیک با عملکرد در هر دو شرایط آبیاری و نیز شاخص‌های تحمل به تنش استفاده از این صفات در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی جو پاییزه توصیه می‌گردد. با توجه به تفکیک ژنوتیپ‌های موردمطالعه در چهار گروه مجزا به نظر می‌رسد با تلاقی این ژنوتیپ‌ها بتوان تنوع زیادی را ایجاد کرده که

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. دندروگرام حاصل از گروه‌بندی ۸۰ ژنوتیپ‌های جو بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری نرمال وتنش آبی و شاخص‌های SSI، TOL، MP ، YI، STI، GMP، HMP با استفاده از روش Ward.

Fig. 3. Cluster analysis of 80 barley genotypes based on grain yield under normal irrigation and water stress conditions and SSI, TOL, MP, YI, STI, GMP, and HMP indices according to Ward method.

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند برای شناسایی ژن‌های موثر در تحمل به تنش خشکی مورداستفاده قرار گیرد. استفاده از ژنوتیپ‌های موردبررسی در این پژوهش در آزمایش‌های تکمیلی برای کشت در مناطق دارای خشکی آخر فصل و یا در برنامه‌های اصلاحی در جهت بهبود تحمل به خشکی ارقام جو پاییزه ایرانی نوید بخش باشد.

جدول ۵. میانگین صفات موردبررسی در بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جو.

Table 5. Mean of evaluated traits among resulted groups from cluster analysis of barley genotypes.

گروه Clusters	میانگین صفات Mean of traits								
	Yp	Ys	MP	TOL	HMP	GMP	YI	STI	SSI
اول First	30.81a	11.96b	21.39a	18.84a	17.14a	19.13a	1.19b	0.87a	1.18a
دوم Second	22.78b	9.26c	16.02c	13.51b	13.07b	14.45b	0.92c	0.49c	1.14a
سوم Third	22.39b	14.46a	18.43b	7.93c	17.52a	17.97a	1.45a	0.75b	0.67c
چهارم Fourth	14.61c	8.14c	11.37d	6.46c	10.34c	10.84c	0.81c	0.28d	0.83b

منابع

Ceccarelli, S., 2010. Drought and drought resistance. Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food. 1, 205–207.

Ceccarelli, S., Grando, S., Baum, M., 2007. Participatory plant breeding in water limited environment. Experimental Agriculture. 43, 1-25.

Dolatoanah, T., Rostaie, M., Ahalpazsnd, F., Mohealipor, N., 2011. Effect of drought stress on grain yield and yield components of winter and facultative barley genotypes in maragheh region. Seed and Plant Improvement Journal. 1(29), 257-275. [In Persian with English Summary]

Eivazi, A.R., Mohammadi, S., Rezaei, M., Ashoriand, S., Pour, F.H., 2013. Effective selection criteria for assessing drought tolerance indices in barley (*Hordeum vulgare* L.) accessions. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(4), 813-821.

Emam, Y., 2010. Cereal Production. 4th ed, Shiraz University Press. 190 p. [In Persian]

FAO database collection retrieved June 15, 2015, from http// www.fao.org.

Farshadfar, E., Zamani, M.R., Matlabi M., Emam-Jome, E.E., 2001. Selection for drought resistance chickpea lines. Journal of Agricultural Science. 32, 65-77. [In Persian with English Summary].

Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. p. 257-270. In proceedings of the international symposium on adaptation of vegetables and other food crops to temperature and water stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.

Firoozi, B., Sofalian, O., Shekarpour, M., Razoulzade, A., Ahmad pour, F., 2013. Evaluation of spring wheat genotypes using drought tolerance indices and principle component analysis. Environmental Stresses in Crop Science. 5(2), 99-113. [In Persian with English Summary].

Fisher, R.A., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research. 29, 897-912.

Golparyar, A.R., Ghanadha, M.R., Zali, A.A., Ahmadi, A., Harvan E.M., Ghasemipirbalooti, A., 2006. Factor analysis of morphological and morpho-physiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under

www.SID.ir

Archive of SID

drought and non-drought stress conditions. Pajouhesh and Sazandegi. 72, 52-59. [In Persian with English Summary].

Gonzalez, A., Bermjo, V., Gimeno, B.S., 2010. Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. Journal of Agricultural Science. 148, 319-328.

Jallel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farook, M., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2009. Drought characteristics and pigments compositions. International Journal Agricultural Biotechnology. 11, 100-105.

Khokhar, M.I., Teixeira da Silva, J.A., Spiertz, H., 2012. Evaluation of barley genotypes for yielding ability and drought tolerance under irrigated and water-stressed conditions. American Eurasian Journal Agricultural Environment Science. 12(3), 287-292.

Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovitch. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Science. 26, 894-900.

Moghaddam, A., Hadizadeh, M.H., 2002. Response of corn (Z*ea mays* L.) Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Seed and Plant Improvement Journal. 18(3), 255-272. [In Persian with English Summary].

Nazari, L., Pakniyat, H., 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. Journal of Applied Sciences.10, 151-156.

Paolo, E.D., Rinaldi, M., 2008. Yield response of corn irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crop Research. 105, 202-210.

Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M., Reynolds, M.P., 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F.: CIMMYT.

Pouriamchi, H.M.A., Bihamta, M.R., Peighambari, S.A., Naghavi, M.R., 2011. Evaluation of drought tolerance in Kabuli type Chickpea genotypes. Seed and Plant Improvement Journal. (3), 1-27. [In Persian with English Summary].

Rajjala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen S., Peltonen-Sainio, P., 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crops Research. 114, 263-271.

Rosielle, A.A., Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science. 21, 943-946.

Shafiee Khorshidi, M., Bihamta, M.R., Khialparast, F., Naghavi, M.R., 2013. Comparison among some common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought tolerance using stress indices. Iranian Crop Science Journal. 44(1), 95-107. [In Persian with English Summary].

Shahmoradi, S., Shafaoddin, S., Yousefi, A., 2011. Phenotypic diversity in barley ecotypes of arid-zone of Iran. Seed and Plant Improvement Journal. 27(4), 495-515. [In Persian with English Summary].

Shiri, M., Aliyev, R.T., Choukan, R., 2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. Journal of Environmental Sciences. 4, 75-84.

Vaezi, B., Bavei, V., Ghanavati, M., Ebrahimpor, F., 2011. Evaluation of barley lines for drought tolerance under field condition. Agronomy Journal. 97, 10-20.

Zakizadeh, M., Esmaeilzadeh, M., Kahrizi, D., 2010. Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes-using multivariate analysis. Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (2), 18-30. [In Persian].

Zare, M., 2012. Evaluation of drought tolerance indices for the selection of Iranian barley (*Hordeum vulgare*) cultivars. African Journal of Biotechnology. 11(93), 15975-15981.

Zare, M., Azizi, M.H., Bazrafshan, F., 2011. Effect of drought stress on some agronomic traits in ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Technical Journal Engineering and Applied Science. 1(3), 57-62.

www.SID.ir