

ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی

Evaluation of Drought Tolerance in Durum Wheat Genotypes Using Drought Tolerance Indices

حسین علی‌فلاحی^۱، جعفر آلت‌جعفری‌بای^۱، و فرامرز سیدی^۱

۱- مربی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۶

چکیده

فلاحی، ح. ع.، جعفری‌بای، ج. ا.، و سیدی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷: ۲۲-۱۵.

به منظور ارزیابی لاین‌های تحمل‌کننده تنش خشکی گندم دوروم، تعداد ۴۹ لاین به همراه رقم آریا به عنوان شاهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در دو شرایط تنش و بدون تنش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی شش شاخص تحمل خشکی شامل شاخص حساسیت به تنش، شاخص تحمل، شاخص بهره‌وری متوسط، شاخص تحمل تنش، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین هارمونیک بر اساس عملکرد دانه لاین‌ها در محیط تنش و بدون تنش محاسبه شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین لاین‌های مورد بررسی وجود داشت. بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش به ترتیب متعلق به لاین‌های SULA/AAZ-5//CHEN/ALTAR... (۴۴۵ گرم در مترمربع) و LIRO-3/LOTAIL-6 (۵۲۹ گرم در مترمربع) بود. بیشترین میانگین بهره‌وری، شاخص تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین هارمونیک متعلق به لاین SULA/AAZ-5//CHEN/ALTAR... و بیشترین شاخص تحمل و حساسیت به تنش به ترتیب متعلق به لاین‌های CNDO/PERIMADUR//HAI-OU-17/3/SNITAN و R143/RUFF//STIL/3/YAV79/4/SHAWA/MALD/... بود. نتایج حاصل از مطالعه همبستگی بین شاخص‌ها و میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن لاین‌ها در شرایط تنش و بدون تنش شاخص‌های بهره‌وری متوسط، تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین هارمونیک هستند.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل تنش، عملکرد دانه.

مقدمه

گندم ————— ای دوروم
(*Triticum durum* var. *durum*)
(*Triticum turgidum* var. *durum*) نسبت به
گندم نان (*T. aestivum*) و سایر گندم‌ها به
شرایط نامساعد آب و هوایی خصوصاً خشکی
مقاوم‌تر هستند و با شرایط آب و هوایی
نیمه‌خشک سازگارتر است
(Srivastava, 1984). در بسیاری از مناطق زیر
کشت گندم در دنیا، بخشی از دوره رشد در
معرض کمبود آب قرار می‌گیرد. ایران با
متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر از مناطق
خشک جهان به حساب می‌آید. در نواحی
مدیترانه‌ای، شرایط خشک در زمان سبز شدن
بذر و دمای کم در مراحل اولیه رشد در زمستان
و همچنین گرما و افزایش تقاضای تبخیری در
بهار در مراحل ظهور سنبله و پرکردن دانه،
موجب کاهش عملکرد می‌شود لذا لازم است
ژنوتیپ‌های مقاوم گندم برای این مناطق
شناسائی و مقاومت ژنتیکی آن‌ها به
خشکی مورد بررسی قرار گیرد
(Al Hakimi et al., 1998).

فیشر و مورر (Fischer, and Maurer, 1978)
اذعان داشتند که شاخص معیار خشکی
نشان‌دهنده وضعیت مناسب عملکرد دانه گندم
در شرایط خشک است، بنابراین وضعیت
عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط خشکی و نیز
در شرایط آبی را به عنوان یک نقطه شروع برای
شناسایی صفات مربوط به مقاومت به خشکی و

انتخاب ژنوتیپ‌ها برای اصلاح در محیط‌های
خشک ذکر کرده و شاخص حساسیت به
تنش (SSI) را پیشنهاد کردند. راسیل و هامبلین
(Rosille, and Hamblin, 1981) شاخص
تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری (MP) را
معرفی نمودند. فرناندز (Fernandez, 1992)
شاخص تحمل تنش (STI) را ارائه کرد که قادر
به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر
دو شرایط تنش و بدون تنش باشد. کریستین و
همکاران (Kristin et al., 1997) شاخص
میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) را برای
ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی
پیشنهاد نمودند.

حصادی (Hessadi, 2006) در آزمایشی با
استفاده از ژنوتیپ‌های جو نتیجه گرفت که
شاخص‌های میانگین بهره‌وری، شاخص تحمل
تنش، میانگین هارمونیک و شاخص میانگین
هندسی بهره‌وری برای انتخاب ژنوتیپ‌های با
عملکرد بالا و تحمل‌کننده تنش خشکی مناسب
هستند. گلپور (Golparvar, 2000) در بررسی
گندم‌های نان کلکسیون در شرایط تنش و بدون
تنش گزارش کرد که شاخص‌های STI، GMP
و MP همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد
ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش داشتند و
به همین دلیل به عنوان بهترین شاخص‌ها شناخته
شدند. محققین دیگری نیز همبستگی بین
شاخص‌های STI، GMP و MP با عملکرد در
شرایط تنش و بدون تنش را مثبت و معنی‌دار
گزارش کرده‌اند (Karami et al. 2006)؛

تراکم به میزان ۴۰۰ بذرد در مترمربع در نظر گرفته شد.

کود بر اساس تجزیه خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مصرف شد. کاشت ژنوتیپ‌ها به وسیله ردیف کار مخصوص آزمایش‌های غلات در اوایل آذر ماه انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ به ترتیب از علف‌کش‌های گرانستار و تاپیک استفاده شد. آزمایش در شرایط مطلوب براساس نیاز آبی گیاه، دو نوبت آبیاری نشتی شد و در آزمایش دیم آبیاری انجام نشد.

پس از رسیدگی کامل از سطحی معادل ۳ متر مربع برداشت شد و با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش شاخص‌های تحمل به خشکی به شرح ذیل محاسبه شدند:

شاخص حساسیت به تنش $SSI=1-(Y_s/Y_p) / SI$

شدت تنش $SI=1-(\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$

شاخص تحمل $TOL = Y_p - Y_s$

شاخص میانگین بهره‌وری $MP = (Y_p + Y_s) / 2$

شاخص تحمل به تنش $STI = ((Y_p) (Y_s)) / ((\bar{Y}_p)^2)$

میانگین هندسی بهره‌وری $GMP = \sqrt{(Y_s) (Y_p)}$

میانگین هارمونیک $HM = 2(Y_p * Y_s) / (Y_p + Y_s)$

پس از محاسبه شاخص‌های کمی، عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Y_p) و تنش (Y_s) با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) انجام و

Farshadfar and Sutka, 2003
(Sanjari et al. 2006).

هدف از این پژوهش ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم از نظر تحمل به خشکی، انتخاب مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی لاین تحمل‌کننده تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا شد. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۴۵ متر و اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه خشک است. مشخصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است. به طور کلی منطقه گنبد دارای زمستان‌های سرد و نسبتاً مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است. میزان متوسط بارندگی ده ساله در ایستگاه گنبد ۴۵۳ میلی‌متر است. نزولات جوی بیشتر به صورت باران و در فصول زمستان و بهار باریده می‌شود. در این بررسی تعداد ۴۹ لاین دریافتی از مرکز بین‌المللی سیمیت (CIMMYT) و یک رقم شاهد (آریا) در دو شرایط تنش (دیم) و بدون تنش (پتانسیل) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار و هر کرت آزمایشی در شش خط به طول سه متر و فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر از همدیگر کاشته شدند.

به ترتیب متعلق به لاین‌های شماره ۲۶ (۵۲۹ گرم در مترمربع) و ۴۷ (۴۴۵ گرم در مترمربع) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها در هر دو محیط به تفکیک نشان داد که تفاوت لاین‌ها در شرایط تنش بیشتر از شرایط بدون تنش بود بنابراین به نظر می‌رسد لاین‌ها از نظر واکنش عملکرد به تنش از حساسیت یا مقاومت متفاوتی برخوردار هستند.

همبستگی بین شاخص‌ها و Y_p و Y_s محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین لاین‌های مورد بررسی وجود داشت (جدول ۱). بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد دانه لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش و بدون تنش
Table 1. Analysis of variance for grain yield of durum wheat lines under stress and non-stress conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Ms	
			Y_p	Y_s
Replication	تکرار	1	5112	2635
Genotype	ژنوتیپ	49	3176**	8555**
Error	اشتباه	49	1294	1803
C.V.%	ضریب تغییرات		12.3	8.2

** : Significant at 1% probabilitive level.

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

Y_s : Grain yield in stress condition.

Y_p : Grain yield in non-sterss condition.

(جدول ۲). راسیل و هامبلین (Rosille and Hamblin, 1981) پیشنهاد کردند که هر چه شاخص TOL کوچک‌تر باشد حساسیت به خشکی ژنوتیپ کمتر و مطلوب‌تر است، ولی گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایین ولی در شرایط دارای تنش عملکرد بالقوه بالایی دارند. شاخص MP نیز باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی

بیشترین کاهش عملکرد دانه (۳۹/۸٪) ناشی از تنش خشکی در لاین شماره ۳۴ اتفاق افتاد (جدول ۲). در حالی که کمترین کاهش عملکرد دانه (۷/۵٪) در لاین شماره ۲ مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص‌های TOL و SSI به ترتیب متعلق به لاین‌های شماره ۱۶ و ۳۴ بود. لاین‌های شماره ۲، ۳، ۹ و ۲۸ دارای کمترین مقدار شاخص TOL و لاین شماره ۵ نیز کمترین مقدار شاخص MP را داشت

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی

Table 2. Comparison of mean grain yield of durum wheat lines under stress and non-stress conditions and different drought tolerance indices

شماره No.	لاین Line	عملکرد	عملکرد	تحمل	میانگین	شاخص	شاخص	میانگین	میانگین
		دانه بدون تنش خشکی	دانه در شرایط تنش خشکی	تنش	حسابی عملکرد دانه	حساسیت به تنش	تحمل تنش	هندسی عملکرد دانه	هارمونیک
		Yp (gm ²)	Ys (gm ²)	TOL (gm ²)	MP (gm ²)	SSI	STI	GMP (gm ²)	HM
1	LOCAL CHECK(Aria)	395	336	59	365	0.6845	0.6914	364	363
2	MEXICALI 75	389	360	29	375	0.3486	0.7275	374	374
3	YAVAROS 79	385	354	31	370	0.3676	0.7073	369	369
4	ALTAR 84	370	298	72	334	0.8591	0.5719	331	329
5	1A.1D 5+10-6/3*MOJO//RCOL	358	285	73	321	0.8772	0.5259	318	315
6	ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR 84/3/SNITAN	446	398	48	422	0.5061	0.9210	421	420
7	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_...	396	294	102	345	1.1234	0.5983	340	334
8	ALBIA_1/ALTAR 84//RCOL/3/PLATA_6/GREEN_17	463	407	57	435	0.5576	0.9769	434	433
9	ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1	452	406	46	429	0.4667	0.9522	428	427
10	AVILLO_1/SNITAN	483	337	146	410	1.3813	0.8422	403	396
11	CABECA_2/PATKA_4//ZHONG ZUO/2*GREEN_3	502	382	120	442	1.1068	0.9954	438	434
12	CANELO_9.1//SOOTY_9/RASCON_37	442	311	131	376	1.3441	0.7106	370	364
13	CANELO_9.1/SNITAN	470	388	82	429	0.8079	0.9491	427	425
14	CARGO_8/THKNEE_11	447	319	127	383	1.2893	0.7350	376	370
15	CHEN_11/POC//TANTLO/4/ENTE/MEXI_2//HUI/3/...	469	351	118	410	1.1400	0.8557	405	401
16	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN	507	317	190	412	1.7099	0.8278	399	387
17	CNDO/VEE//7*PLATA_8/3/GUANAY	414	284	130	349	1.4312	0.6079	342	335
18	D86135/ACO89//PORRAN_4/3/SNITAN	463	345	118	404	1.1802	0.8332	399	395
19	DIPPER/LOTUS_5//ALTAR 84/3/SOOTY_9/RASCON_37	452	344	107	398	1.1036	0.8088	394	391
20	DIPPER_2/BUSHEN_3//SNITAN	497	325	172	411	1.6368	0.8557	401	391
21	GAUNT_10/SNITAN	459	307	153	383	1.5138	0.7259	372	362
22	GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/...	470	389	81	430	0.8278	0.9634	427	425
23	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11	444	337	108	390	1.1086	0.7739	386	381
24	GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11	460	312	148	386	1.4907	0.7549	379	372
25	GS/CRA/SBA81/3/HO/4/MEXI_1/5/MEMO/6/2*ALTAR 84/...	406	281	125	343	1.3830	0.5874	336	330
26	LIRO_3/LOTAI_6	529	344	185	437	1.5834	0.9368	424	412
27	MINIMUS_6/PLATA_16//IMMER/3/SORA/2*PLATA_12	398	343	55	371	0.6231	0.7114	370	369
28	NETTA_4/DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_...	422	383	38	403	0.4228	0.8396	402	402
29	OSU-388005/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/KUCUK_2	418	321	97	369	1.0712	0.6951	366	362
30	GUANAY/SNITAN	470	378	92	424	0.9035	0.9253	422	419
31	GUANAY//TILO_1/LOTUS_4	404	333	72	368	0.8079	0.6962	366	364
32	GUANAY//TILO_1/LOTUS_4	447	329	117	388	1.2163	0.7651	383	379
33	PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-...	399	352	48	375	0.5413	0.7282	375	374
34	R143/RUFF//STIL/3/YAV79/4/SHWA/MALD/5/ALTAR-...	427	257	170	342	1.8220	0.5645	329	317
35	RANCO//CIT71/CII/3/COMDK/4/TCHO//SHWA/MALD-...	453	380	73	416	0.7433	0.8929	415	413
36	RASCON_37/2*TARRO_2/4/ROK/FGO//STIL/3/BISU_...	377	310	67	343	0.8162	0.6056	341	339
37	RCOL/THKNEE_2	457	323	134	390	1.3563	0.7655	384	378
38	ROLA_5/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//...	417	338	78	378	0.8339	0.7280	375	372
39	SN TURK MI83-84 503/LOTUS_4//MUSK_4/3/CANELO_9	428	314	113	371	1.1316	0.6912	365	359
40	SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4	370	298	72	334	0.9264	0.5757	331	329
41	SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4	449	368	82	408	0.8459	0.8580	406	404
42	SOMAT_4/INTER_8	421	376	45	398	0.4955	0.8210	398	397
43	SOMAT_4/INTER_8	466	377	89	421	0.8857	0.9106	419	416
44	SOMAT_4/INTER_8	490	367	123	428	1.1658	0.9326	424	419
45	SRN_3/AJAIA_15//PICOM/3/GREEN/6/CMH82A.1062/...	465	391	74	428	0.7332	0.9473	426	425
46	STOT//ALTAR 84/ALD/3/PATKA_7/YAZI_1	381	335	46	358	0.5504	0.6613	357	356
47	SULA/AAZ_5//CHEN/ALTAR ...	495	445	50	470	0.4597	1.1424	469	468
48	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1	433	338	95	386	1.0241	0.7636	383	379
49	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI	472	398	73	435	0.7010	0.9725	433	431
50	USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/...	427	346	81	386	0.8771	0.7658	384	381
	LSD5%	72.29	85.32	-	-	-	-	-	-

بدون تنش نیز بعد از لاین‌های شماره ۲۶، ۱۱ و ۲۰ در رتبه سوم، اما بدون تفاوت معنی‌دار قرار گرفت. این امر حاکی از توانایی شاخص STI در شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش است (Fernandez, 1992). بر اساس شاخص‌های GMP و HM نیز لاین شماره ۴۷ بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

نتایج همبستگی فنوتیپی بین شاخص‌های مورد بررسی و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش در جدول ۳ ارائه شده است.

می‌شود که عملکرد بالایی در شرایط مطلوب دارند ولی از عملکرد کمی در شرایط نامطلوب برخوردارند.

کمترین SSI متعلق به لاین شماره ۲ (MEXICALI 75) بود، اما همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود این لاین در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالا ولی در محیط بدون تنش عملکرد پایینی داشت.

لاین شماره ۴۷ بیشترین مقدار شاخص STI را داشت (جدول ۲). این لاین در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بیشترین عملکرد دانه را در شرایط تنش خشکی داشت و در شرایط

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی با عملکرد دانه گندم دوروم در شرایط تنش و بدون تنش

Table 3. Correlation coefficients between drought tolerance indices and durum wheat grain yield under stress and non-stress conditions

	Yp	Ys	TOL	MP	SSI	STI	GMP
Ys	0.32**						
TOL	0.56**	-0.59**					
MP	0.81**	0.82**	0.03 ^{ns}				
SSI	0.43**	-0.71**	0.98**	-0.17 ^{ns}			
STI	0.74**	0.87**	-0.13 ^{ns}	0.99**	-0.28**		
GMP	0.74**	0.87**	-0.14 ^{ns}	0.99**	-0.28**	0.99**	
HM	0.67**	0.91**	-0.23*	0.97**	-0.37**	0.99**	0.99**

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not-significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively. Yp: Grain yield under non-stress conditions; Ys: Grain yield under stress condition; TOL: Tolerance index; MP: Mean productivity; SSI: Stress susceptibility index; STI: Stress tolerance index; GMP: Geometric mean productivity; HM: Harmonic mean.

شاخص‌ها را دارا بودند به عنوان لاین‌های برتر در شرایط بدون تنش شناخته شدند. در شرایط تنش همبستگی شاخص‌های TOL و SSI با

همبستگی کلیه شاخص‌های مورد بررسی با عملکرد در شرایط بدون تنش مثبت و معنی‌دار بود، بنابراین لاین‌هایی که میزان بالایی از این

همبستگی مثبت و معنی‌دار STI، MP و GMP در شرایط تنش و بدون تنش در هماهنگی با یافته‌های سایر محققین (Farshadfar and Sutka, 2003؛ Karami *et al.*, 2006؛ Fernandez, 1992؛ Ahmadi *et al.*, 2005؛ Golparvar, 2000؛ Sanjari *et al.*, 2006) بود.

عملکرد معنی‌دار، اما منفی بود. از آن‌جا که لاین‌هایی با مقادیر کوچک‌تر TOL و SSI به عنوان لاین‌های تحمل‌کننده شناخته می‌شوند انتخاب براساس این شاخص باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی در محیط دارای تنش داشته ولی عملکرد آن‌ها در محیط بدون تنش کم است، بنابراین شاخص‌های TOL و SSI نمی‌توانند در شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم مفید باشند.

References

- Ahmadi, A., Saeedi, M., and Zalli, A. 2005. Drought resistance and its relation with yield, leaf area and crop growth rate during reproductive stage in bread wheat genotypes with different breeding backgrounds. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 12 (5): 82-90. (in Persian).
- Al Hakimi, A., Monneveux, P., and Nachit, M. M. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat \times durum wheat crosses. *Euphytica* 100 (1-3): 287-294.
- Farshadfar, E., and Sutka, J. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Research Communications* 31 (1): 33-40.
- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assesing plant stress tolerance. In *Proceedings of a Symposium*. Taiwan, 13-16 Aug. pp.257-270.
- Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
- Golparvar, A. R. 2000. Evaluation of some genotypes of wheat under drought stressed and non-stressed conditions and determination of the most suitable selection criteria in both conditions. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian).
- Hessadi, P. 2006. Selection for drought resistance in lines of barley in Kermanshah region. *Journal of Agricultural Sciences* 1: 143-153.

- Karami, E., Ghannadha, M. R., Naghavi, M. R., and Mardi, M. 2005.** An evaluation of drought resistance in barley. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36: 547-560 (in Persian).
- Karami, E., Ghannadha, M. R., Naghavi, M. R., and Mardi, M. 2006.** Detection of drought tolerant cultivars in barley. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 37: 371-379 (in Persian).
- Kristin, A. S., Serna, R. R., Perez F. I., Enriquez, B. C., Gallegos, J. A. A., Vallejo, P. R., Wassimi, N., and Kelley, J. D. 1997.** Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science* 37: 43-50.
- Rosille, A. A., and Hamblin, J. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science* 21: 943-946.
- Sanjari, A. G., Vallizadeh, M., Majidi Hervan, E., and Shiri, M. R. 2006.** Evaluation of response of new wheat cultivars to various drought stress conditions for grain yield and some other agronomical and physiological traits. *Agricultural Sciences* 16 (3): 97-112 (in Persian).
- Srivastava, J. P. 1984.** Durum wheat: Its world status and potential in the Middle East and North Africa. *Rachis* 3:1-8.