

## تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های بینابین و زمستانه جو در منطقه مراغه

### Effect of Drought Stress on Grain Yield and Yield Components of Winter and Facultative Barley Genotypes in Maragheh Region

تیمور دولت‌پناه<sup>۱</sup>، مظفر روستایی<sup>۲</sup>، فرهاد آهک‌پز<sup>۳</sup> و ناصر محبعلی پور<sup>۳</sup>

۱ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، میانه  
۲ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۱۸

#### چکیده

دولت‌پناه، ت.، روستایی، م.، آهک‌پز، ف. و محبعلی پور، ن. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های بینابین و زمستانه جو در منطقه مراغه. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۲۹: ۲۷۵ - ۲۵۷.

به منظور بررسی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های جو دیم در تنش خشکی و آبیاری تکمیلی و تعیین ارتباط این خصوصیات با عملکرد دانه، دوازده ژنوتیپ پیشرفته جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی مراغه مطالعه شدند. در طول دوره رشد از شانزده صفت یادداشت‌برداری به عمل آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که در شرایط تنش خشکی بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات طول سنبله و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در شرایط آبیاری تکمیلی بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات وزن هزاردانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات عملکرد دانه، طول سنبله و وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۵٪ اختلاف‌ها معنی‌دار بود. در شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه با صفات تعداد سنبله در واحد سطح و درصد سبز همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. در شرایط آبیاری تکمیلی، عملکرد دانه با صفت تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت تعداد پنجه بارور همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. در شرایط تنش خشکی شاخص‌های STI، MP و GMP و در شرایط آبیاری تکمیلی شاخص‌های STI، TOL، MP، SSI و GMP دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه بودند. در مجموع لاین شماره ۹ (TOKAK//STEPTO/ANTARES) با در نظر گرفتن شاخص‌ها و با عملکرد دانه ۲۶۹۴ کیلوگرم در هکتار و وزن هزاردانه بالا، به عنوان لاین برتر و متحمل به خشکی در دو شرایط تنش و بدون تنش شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: جو، تنش خشکی، صفات مورفوفیزیولوژیکی، شاخص‌های تحمل به خشکی.

## مقدمه

جو یکی از گیاهان زراعی با اهمیت و جزو چهار غله مهم جهان و یکی از اولین گیاهانی است که توسط انسان اهلی شده است. جو دومین گیاه زراعی کشور در سطحی معادل ۱/۵ میلیون هکتار در کشور کاشته می‌شود که ۶۰ درصد آن به زراعت دیم اختصاص دارد. این گیاه از نظر سازگاری با شرایط اقلیمی مختلف، ویژگی‌های ارزشمند در تغذیه انسان و دام و اهمیت آن در صنایع غذایی، طی هزاران سال همواره جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی داشته است. تولید جهانی آن طی سال ۲۰۰۴ میلادی حدود ۱۵۳/۸۳ میلیون تن بوده است (Anonymous, 2006). به استناد آمارنامه سال ۱۳۸۸ وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ سطح زیر کشت جو در ایران ۱/۶۸ میلیون هکتار بوده که ۵۶/۸۴ درصد آن به کشت دیم و ۴۳/۱۶ درصد به کشت آبی اختصاص داشت. میزان تولید جو در کشور ۳/۴۵ میلیون تن برآورد شده است و میزان عملکرد آن در کشت آبی ۳۲۹۳/۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ۱۱۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار بوده است (Anonymous, 2009).

یکی از موارد مهم استفاده جو در جهان به عنوان مالت و یا غنی کردن محصولات غذایی است، علاوه بر آن برای اهداف صنعتی از قبیل داروسازی و ساخت غذای بچه نیز استفاده می‌شود (Alam et al., 2007)؛ (Anonymous, 2002). کشور ایران از نظر

موقعیت آب و هوایی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود به طوری که متوسط بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر و کمتر از یک سوم میانگین بارندگی جهانی است. علاوه بر آن میزان تبخیر سالیانه در برخی از نقاط آن ۲۰ تا ۴۰ برابر میزان بارندگی است (Khazaie, 2008). آمار نشان‌دهنده عملکرد پایین جو به خصوص در دیم‌زارها با متوسط عملکرد دانه ۹۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است (Anonymous, 2006). دلایل این امر می‌تواند ناشی از این باشد که در مناطق سردسیر و مرتفع کوهستانی که ۴۰-۳۰ درصد اراضی جو دیم در آن‌ها واقع است، اکثراً ارقام بومی کم محصول و حساس به سرما، خشکی، آفات و بیماری‌ها کشت می‌شود (Anonymous, 2006).

با وجود این که جو نسبت به سایر غلات به تنش خشکی متحمل‌تر است، اما این گیاه در دوره رشد و نمو خود در دو مرحله ساقه‌رفتن و تشکیل دانه نسبت به کمبود آب حساس است و تنش خشکی در این مراحل منجر به کاهش عملکرد آن می‌شود (Nor Mohamadi et al., 2001). مهم‌ترین روش تعیین تحمل به تنش خشکی در برنامه‌های به‌نژادی گندم و جو، ارزیابی عملکرد دانه و اجزاء آن و سایر ویژگی‌های مرتبط در شرایط آبیاری و تنش است (Winter et al., 1988). بسیاری از

باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزاردانه و وزن هکتولتر شده و بیشترین تأثیر آن در دوره پرشدن دانه، بین روزهای اول تا چهاردهم بعد از گرده افشانی است.

برای انتخاب گیاهان براساس عملکرد شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. این شاخص‌ها عملکرد گیاه را در دو محیط تنش و غیرتنش در بر می‌گیرند (Fernandez, 1992)، به طوری که هر چه شاخص تحمل کوچک‌تر باشد حساسیت به خشکی ژنوتیپ کمتر بوده و مطلوب‌تر است. شاخص متوسط باروری نیز باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی در شرایط مطلوب دارند، ولی از عملکرد کمی در شرایط نامطلوب برخوردارند (Rosielle and Hamblin, 1981). فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش را ارائه کرد که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش از سایر ژنوتیپ‌ها بود. فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش را پیشنهاد کردند که هرچه مقدار این شاخص کوچک‌تر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است. کلیه این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش از ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در محیط تنش نمی‌باشند. به طور کلی، شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند،

مکانیزم‌های اساسی ژنتیکی برای عملکرد دانه و بیوماس تحت تأثیر محیط قرار دارند، اما در صورت شناسایی عوامل فیزیولوژیک مقاومت به خشکی، به نژادگران می‌توانند از صفات فیزیولوژیک به عنوان شاخص‌های گزینشی در جمعیت‌های بزرگ استفاده کنند (Winter et al., 1988). عملکرد و اجزاء آن تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار داشته و باعث تغییر در عملکرد گیاه می‌شود (Sarmadnia and Kocheiki, 1990). خشکی شایع‌ترین تنش محیطی است که حدود ۲۵ درصد سطح زیر کشت را محدود می‌سازد (Christiansen and Levisse, 1982).

تایزر و زایگر (Tizer and Ziger, 1991) مناطق خشک و نیمه‌خشک را مناطقی دانستند که در آن مناطق، مجموع تعرق گیاهی ۵۰ درصد تعرقی است که گیاه در حالت عدم محدودیت آب انجام می‌دهد. در این مناطق آب عامل اصلی محدود کننده رشد گیاه است. کرمی و همکاران (Karami et al., 2005) با بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جو اظهار داشتند که ژنوتیپ‌ها دارای درجات مختلف تحمل هستند که با انجام تلاقی‌های مرکب می‌توان ارقام با تحمل بیشتری تولید کرد که تعداد بیشتری از ژن‌های تحمل به خشکی را دارا باشند. گودینگ و همکاران (Goding et al., 2003) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش خشکی گزارش دادند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه،

به عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. زیرا این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط هستند. این پژوهش به منظور مطالعه اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزاء آن در ژنوتیپ‌های پیشرفته جو دیم و تجزیه و تحلیل روابط بین صفات و عملکرد دانه اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد دوازده لاین پیشرفته جو در دو آزمایش جداگانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی ارزیابی شدند. رقم جو آیدر به عنوان شاهد در هر دو شرایط تنش و آبیاری تکمیلی در نظر گرفته شد. تیپ رشد این لاین‌ها بینابین، بهاره و یا زمستانه متمایل به بینابین بود. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مراغه به مدت یک سال زراعی (۸۸-۱۳۸۷) اجرا شد. مساحت کاشت هر لاین ۶/۶ متر مربع و مساحت برداشت آن پس از حذف نیم متر حاشیه طولی معادل ۵/۷۶ متر مربع بود. میزان بذر مصرفی در هر کرت براساس تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع بود که با توجه به وزن هزاردانه هر لاین تعیین شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاو آهن قلمی در پاییز سال ۱۳۸۶ و پنجه‌غازی در بهار سال ۱۳۸۷ برای مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. هر دو آزمایش در تاریخ ۸۷/۷/۲۱ کاشته شدند. در آزمایش آبیاری تکمیلی، آبیاری به میزان

۵۰ میلی‌متر به روش بارانی انجام شد. آزمایش آبیاری تکمیلی در تاریخ ۸۷/۸/۱۱ سبز شد در حالی که سبز شدن آزمایش دیم در تاریخ ۸۷/۸/۲۳ شروع شد. در بهار پس از نمونه‌برداری از اعماق مختلف خاک، آبیاری دوم به میزان ۳۰ میلی‌لیتر در تاریخ ۸۸/۳/۱۰ مصادف با مرحله تورم سنبله انجام شد.

در طول دوره رشد از صفات درصد سبز، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد سنبله در واحد سطح، طول سنبله ساقه اصلی، تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی، تعداد پنجه‌های بارور و غیربارور، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی، عملکرد بیولوژیکی، وزن هزاردانه، عملکرد کاه، شاخص برداشت و در نهایت عملکرد دانه یادداشت‌برداری به عمل آمد. برای مطالعه میزان تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌ها شاخص‌های TOL، STL، MP، SSI و GMP محاسبه شدند. تجزیه واریانس ساده و مرکب صفات زراعی با استفاده از نرم‌افزار GenStat و مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با شاهد به روش LSD انجام شد. ضریب همبستگی ساده بین صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی در هر یک از شرایط دیم و آبیاری تکمیلی با استفاده از نرم‌افزاری آماری SPSS محاسبه شد.

### نتایج و بحث

شجره لاین‌های جو مورد استفاده در

تا ظهور سنبله، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات عملکرد دانه، طول سنبله و وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۲).

نتایج تجزیه مرکب صفات نشان داد که اثر رژیم رطوبتی روی صفات وزن هزاردانه، تاریخ ظهور سنبله، تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد پنجه بارور، وزن دانه در سنبله، درصد سبز معنی دار بود (جدول ۳).

آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس در شرایط تنش خشکی نشان داد که بین لاین‌ها از نظر صفات تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات طول سنبله و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار وجود داشت. از نظر بقیه صفات اختلاف‌ها معنی دار نبود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس در شرایط آبیاری تکمیلی نیز نشان داد که بین لاین‌ها از نظر صفات وزن هزاردانه، تعداد روز

جدول ۱- شجره لاین‌های جو استفاده شده در آزمایش  
Table 1. Pedigree of barley lines used in experiment

Line.no.	Pedigree	Growth habit
1	Yesevi-93/Sahand OMR-OMR-OMA-OMR-OMR	F
2	Rhn-03/Lignee 640//ICB-102411/4/Arr/Esp//Alger/Ceres 362-1-1/3/ICB-100175 ICBH96-0577-OAP-OMR-OMR-OMA-OMR-OMR	S
3	Mahali Shahre Kurd/Tokak-OMA ICBH97-0011-OMR-OMR	SF
4	Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/Alpha/Durra/4/ICB-107766/3/Yea560.2//Luther/BK259 ICB01-1724	F
5	PAMIR-158/ZDM1454 ICBH95-0211-0AP-0Shi-0Shi-0Shi-5Shi	F
6	TARM-92	SF
7	ALPHA/QUINN//PAMIR68	F
8	YESEVI93//TIRCHMIR-43	WF
9	TOKAK//STEPTO/ANTARES	WF
10	MAHALI SHAHRE KURD/3/CWB117-77-9-7//...	WF
11	Gara Arpa	F
12	Abidar	F

F: Facutative

بینابین

SF: Spring-Facultative

S: Spring

زمستانه

WF: Winter- Facultative

غیربارور، طول سنبله، تعداد دانه ساقه اصلی و وزن دانه ساقه اصلی دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ بودند. معنی دار بودن اختلاف

همچنین لاین‌ها از نظر وزن هزاردانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد پنجه

جدول ۲ - تجزیه واریانس ساده صفات زراعی لاین‌های جو در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی

Table 2. Simple analysis of variance for agronomic characteristics of barley lines in drought and supplementary irrigated conditions

شرایط	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS									
			عملکرد دانه	تاریخ ظهور	تاریخ رسیدگی	شاخص برداشت	تعداد دانه در ساقه اصلی	وزن دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد پنجه بارور	تعداد پنجه غیر بارور	طول سنبله
Condition	S.O.V.	df.	GY	DHE	DPM	HI	GNS	GWS	TKW	FTN	UNFTN	SL
Drought	Replication	2	872735	10.78	2.11	2.71	6.81	1.58	11.11	0.19	3.23	0.53
	Genotype	11	44143 <sup>ns</sup>	20.44 <sup>**</sup>	4.96 <sup>ns</sup>	20.05*	6.94 <sup>**</sup>	0.76 <sup>ns</sup>	10.69 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.61 <sup>ns</sup>	0.37*
	Error	22	129753	3.96	2.41	5.26	1.99	0.58	14.14	0.15	0.32	0.16
	C.V. %		15.70	0.80	0.60	7.90	8.10	12.50	11.10	15.20	23.30	6.40
Supplementary irrigation	Replication	2	32220	4.36	5.86	2.72	1.05	0.71	0.19	0.23	0.29	0.70
	Genotype	11	192498*	3.54 <sup>**</sup>	3.44 <sup>ns</sup>	50.72 <sup>**</sup>	15.11 <sup>**</sup>	3.65*	24.57 <sup>**</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.59*
	Error	22	74458	0.42	2.59	17.54	2.63	1.17	2.26	0.09	0.08	0.21
	C.V. %		10.70	0.30	0.60	13.10	8.90	12.70	3.40	12.90	16.30	7.00

ns, \* و \*\*: ه به ترتیب معنی‌دار، در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

GY: Grain Yield; DHE: Days to Heading; DPM: Days to Physiological Maturity; HI: Harvest Index; GNS: Grain Number per Spike; GWS: Grain Weight per Spike; TKW: Thousand Kernel Weight; FTN: Fertile Tillers Number; UNFTN: Unfertile Tillers Number; SL: Spike Length.

جدول ۳ - تجزیه واریانس مرکب صفات زراعی لاین‌های جو در شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی

Table 3. Combined analysis of variance for agronomic characteristics of barley lines in drought and supplementary irrigated conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS									
		عملکرد دانه	تاریخ ظهور	تاریخ رسیدگی	شاخص برداشت	تعداد دانه در ساقه	وزن دانه در	وزن هزار دانه	تعداد پنجه	تعداد پنجه	طول
		سنبله	سنبله	فیزیولوژیکی	اصولی	سنبله	TKW	بارور	غیر بارور	سنبله	
S.O.V.	df.	GY	DHE	DPM	HI	GNS	GWS	TKW	FTN	UNFTN	SL
D	1	1191196 <sup>ns</sup>	60.68 <sup>**</sup>	512.00 <sup>**</sup>	157.1 <sup>*</sup>	10.60 <sup>ns</sup>	106.70 <sup>**</sup>	1730.70 <sup>**</sup>	1.47 <sup>**</sup>	8.20 <sup>ns</sup>	1.62 <sup>ns</sup>
Error 1	4	407478	7.57	3.98	12.71	3.93	1.15	5.65	0.21	1.76	0.62
Genotype (G)	11	114312 <sup>ns</sup>	19.40 <sup>**</sup>	6.13 <sup>**</sup>	51.20 <sup>**</sup>	18.10 <sup>**</sup>	2.83 <sup>**</sup>	30.30 <sup>**</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>**</sup>	0.78 <sup>**</sup>
G × D	11	122329 <sup>ns</sup>	4.60 <sup>*</sup>	2.27 <sup>ns</sup>	19.6 <sup>ns</sup>	3.94 <sup>ns</sup>	1.58 <sup>ns</sup>	5.01 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>
Error 2	44	102105	2.21	2.50	11.40	2.31	0.87	8.20	0.12	0.20	0.19
C.V. %		13	0.60	0.60	11.10	8.60	12.80	7.40	14.20	21.50	6.70

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

GY: Grain Yield; DHE: Days to Heading; DPM: Days to Physiological Maturity; HI: Harvest Index; GNS: Grain Number per Spike; GWS: Grain Weight per Spike; TKW: Thousand Kernel Weight; FTN: Fertile Tillers Number; UNFTN: Unfertile Tillers Number; SL: Spike Length.

و همکاران (Fathbaheri *et al.*, 2005) و شیخی (Sheikh, 2010) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین صفات زراعی نشان داد که دامنه تغییرات صفت تعداد روز تا ظهور سنبله برای لاین‌های مختلف در شرایط تنش خشکی بین ۲۳۱ تا ۲۳۸ روز بود با وجود این به دلیل تکرارپذیری بالا، این اختلافات پایین هم معنی‌دار بود. لاین‌های شماره ۶ و ۱۱ با ۲۳۸ روز تا ظهور سنبله در شرایط تنش خشکی به عنوان لاین‌های دیررس و لاین شماره ۲ با ۲۳۱ روز به عنوان زودرس‌ترین لاین شناخته شدند (جدول ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی نیز بیشترین و کمترین روز برای ظهور سنبله به ترتیب ۲۳۷ و ۲۴۱ روز بود که کمترین آن مربوط به لاین شماره ۲ و بیشترین آن مربوط به لاین‌های ۱، ۶ و ۱۱ بود (جدول ۵). در مرحله رشد زایشی غلات، دو هفته تا ده روز قبل از گل‌دهی که در آن تقسیم‌کاهشی نیز انجام می‌یابد حساسیت به تنش خشکی بیشتر است (Hashemi Dezfuli *et al.*, 1995).

از نظر طول سنبله در هر دو شرایط محیطی بین لاین‌ها در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۲ و ۳). در شرایط تنش خشکی لاین‌های شماره ۴ و ۸ با ۷ سانتی‌متر بیشترین و لاین‌های شماره ۲ و ۳ با ۶ سانتی‌متر کمترین طول سنبله ساقه اصلی را داشتند (جدول ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی لاین‌های شماره ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰ و ۱۲ با ۷ سانتی‌متر بیشترین طول سنبله و لاین‌های شماره

لاین‌ها از نظر اکثر صفات، گویای این است که بین لاین‌های مورد مطالعه در این پژوهش تنوع ژنتیکی وجود دارد. اثر متقابل رژیم آبیاری  $\times$  ژنوتیپ در بسیاری از صفات غیر معنی‌دار بود، فقط در صفت تاریخ ظهور سنبله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ وجود داشت و این نشان می‌دهد که لاین‌ها در دو شرایط محیطی عکس‌العمل چندان متفاوتی از خود نشان ندادند. شاید یکی از دلایل اصلی معنی‌دار نشدن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط ناشی از وقوع تنش سرما در آزمایش آبیاری تکمیلی در پاییز و زمستان ۱۳۸۷ بوده به طوری که بعد از اولین بارش موثر در آبان طی ماه‌های آذر، دی و نیمه اول بهمن بارندگی و حتی پوشش برف وجود نداشت (جدول ۴)، ولی دما پایین بود و لاین‌ها تحت تاثیر سرما قرار گرفتند و رشد آن‌ها بسیار بطئی بود. از طرف دیگر نیمه دوم اردیبهشت ماه به بعد میزان بارش‌ها و توزیع آن‌ها مناسب نبوده و موجب وقوع تنش خشکی و آبیاری به میزان ۳۰ میلی‌متر در آزمایش آبیاری تکمیلی شد. یک هفته بعد از آبیاری، بارندگی موثر در خرداد اتفاق افتاد که به دلیل اختلاف زمانی در مرحله فنولوژیکی آزمایش دیم با آبیاری تکمیلی موجب شد که لاین‌ها در آزمایش دیم از این بارندگی‌ها برای پرکردن دانه بیشترین استفاده را داشته باشند و شاید این بارندگی یکی از مهم‌ترین عوامل برای معنی‌دار نشدن اثر متقابل برخی صفات از جمله عملکرد دانه باشد، که با نتایج فتح‌باهری



جدول ۴ - آمار هواشناسی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه  
 Table 4. Crop growing season meteorological details for Maragheh station (2008-2009)

Month	ماه	بارندگی Rainfall (mm)	حداقل و حداکثر دمای مطلق ABS. Temp.		متوسط دمای حداقل و حداکثر Mean Temp.		متوسط دما Mean Temp.	تعداد روز زیر صفر No days below zero	درصد رطوبت نسبی Mean RH (%)	تبخیر Evaporation (mm)
			Min	Max	Min	Max				
Sept.-Oct.	مهر	34.1	3.0	27.0	7.11	18.72	12.91	0	45.9	176.0
Oct.-Nov.	آبان	72.1	-6.0	16.4	1.40	6.90	4.15	13	78.9	36.3
Nov.-Dec.	آذر	1.8	-14.5	11.0	-4.78	3.92	-0.43	24	55.9	0.0
Dec.-Jan.	دی	7.7	-13.0	7.6	-6.35	0.76	-2.79	26	46.7	0.0
Jan.-Feb.	بهمن	33.3	-11.5	11.4	-3.61	3.57	-0.05	27	60.7	0.0
Feb.-Mar.	اسفند	46.1	-7.5	19.0	-2.30	5.90	1.80	22	66.1	0.0
Mar.-Apr.	فروردین	46.8	-8.5	16.6	-0.19	8.74	4.27	17	59.6	0.0
Apr.-May	اردیبهشت	34.2	-0.5	26.4	5.70	16.19	10.90	1	48.7	170.9
May-Jun.	خرداد	21.0	4.0	29.8	10.89	22.40	16.68	0	35.7	297.1
Jun.-July	تیر	14.2	9.0	34.6	15.22	28.49	21.85	0	29.2	379.5

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی لاین‌های جو در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی

Table 5. Means of agronomic characteristics of barley lines in drought and supplementary irrigated conditions

شماره لاین Line No.	عملکرد دانه GY		تاریخ ظهور سنبله DHE		شاخص برداشت HI		تعداد دانه در ساقه اصلی GNS		وزن هزار دانه TKW		طول سنبله SL		وزن دانه در سنبله GWS	
	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی
	RF	IR	RF	IR	RF	IR	RF	IR	RF	IR	RF	IR	RF	IR
1	2384c	2445c	237.00c	241.00c	30.02c	31.41c	18.10c	19.17c	32.00c	42.33c	6.44c	7.03c	6.00c	8.81c
2	2308c	2378c	231.33e	237.33d	28.00c	29.30c	14.03e	15.03e	36.67c	50.33a	5.60c	5.97c	5.73c	8.15c
3	2230c	2385c	231.67e	239.00c	26.42c	23.35d	14.50e	13.97e	38.33b	47.33a	6.80c	5.84d	5.14c	6.51e
4	2095c	2141e	232.00d	238.30c	24.13c	31.31c	17.90c	18.87c	32.67c	39.33d	6.93c	6.91c	6.05c	7.88c
5	2439c	2570c	237.33c	240.33c	29.60c	33.94c	18.10c	20.93c	34.00c	44.00c	6.36c	7.15c	6.67c	10.33c
6	2196c	2572c	238.33c	240.67c	27.41c	29.54c	17.63c	20.27c	33.67c	41.67c	6.12c	6.65c	5.74c	9.13c
7	2277c	2618c	237.00c	239.33c	33.08a	35.08c	17.90c	19.43c	34.00c	43.00c	6.16c	6.90c	6.57c	9.04c
8	2196c	2642c	237.33c	240.33c	32.20a	35.71c	18.77c	18.90c	33.33c	44.33c	6.57c	6.74c	6.87c	9.00c
9	2428c	2960c	237.00c	237.67d	29.30c	35.95c	17.17c	18.63c	34.67c	45.00c	6.27c	6.40c	6.11c	8.83c
10	2150c	2813c	238.33c	240.33c	30.76b	36.84c	18.57c	19.03c	33.00c	43.67c	6.49c	6.95c	6.06c	8.88c
11	2329c	2468c	238.33c	240.67c	29.91c	26.63c	18.27c	14.73e	33.67c	41.67c	6.47c	6.03c	6.54c	6.55e
12	2170c	2798c	236.33c	239.33c	26.28c	33.50c	17.77c	19.27c	31.67c	42.67c	6.48c	6.71c	5.61c	9.20c
Total mean	2267	2566	235.89	239.69	28.93	31.88	17.39	18.19	33.97	43.78	52.04	6.61	6.09	8.53
LSD%5	609.9	462.1	3.369	1.138	3.883	7.091	2.393	2.785	6.638	2.543	6.828	0.7798	1.293	1.829
LSD%1	829	628	4.580	3.703	5.277	9.638	3.251	3.785	8.655	3.456	9.281	1.0599	1.758	2.485

میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند..

Means with similar letters in each column are not significantly different.

GY: Grain Yield; DHE: Days to Heading HI: Harvest Index; GNS: Grain Number per Spike; TKW: Thousand Kernel Weight; GWS: Grain Weight per Spike; SL: Spike Length.

For pedigree of lines see Table 1.

برای شجره لاین‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

تغییرات عملکرد دانه بین ۲۱۲۷ کیلوگرم در هکتار و ۲۹۶۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که بیشترین آن مربوط به لاین شماره ۹ و کمترین آن مربوط به لاین شماره ۳ بود (جدول ۵). با مقایسه میزان عملکرد دانه در دو محیط ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ شماره ۹ در هر دو محیط بیشترین عملکرد دانه را داشته و از پایداری تولید برخوردار بود. مستقیم‌ترین معیار برای ارزیابی پاسخ به استرس‌ها میزان عملکرد است. مکانیزم‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی که فرایند تولید محصول را کنترل می‌کنند تحت تأثیر محیط هستند.

هانتر و همکاران (Hunter et al., 2004) گزارش کردند که صفات مورفوفیزیولوژیکی که دارای توارث‌پذیری بالا هستند در افزایش عملکرد مهم محسوب می‌شوند. مطالعه وزن هزاردانه در لاین‌های مورد ارزیابی نشان داد که تنوع برای این صفت در شرایط آبیاری تکمیلی وجود داشت به طوری که اختلاف آن‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ولی در محیط تنش خشکی لاین‌ها از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری نداشتند. در شرایط آبیاری تکمیلی دامنه تغییرات وزن هزاردانه لاین‌ها از حدود ۳۹ تا ۵۰ گرم در نوسان بود به طوری که لاین شماره ۲ با حدود ۵۰ گرم دارای بیشترین وزن هزاردانه و لاین شماره ۴ با حدود ۳۹ گرم دارای کمترین وزن هزاردانه بودند (جدول ۵). نتایج نشان داد که وزن هزاردانه لاین‌ها در شرایط تنش خشکی کمتر از شرایط

۲ و ۳ با طول ۶ سانتی‌متر کمترین طول سنبله را داشتند (جدول ۵). لاین شماره ۴ در هر دو شرایط محیطی با طول ۷ سانتی‌متر بیشترین و لاین‌های شماره ۲ و ۳ با طول ۶ سانتی‌متر کمترین طول سنبله را داشتند. در شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی تنوع ژنتیکی برای شاخص برداشت وجود داشت. در شرایط بدون تنش بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین شماره ۱۰ با ۳۶/۸ درصد و کمترین آن مربوط به لاین شماره ۳ با ۲۳/۴ درصد بود (جدول ۵). در شرایط تنش خشکی بیشترین میزان شاخص برداشت مربوط به لاین شماره ۷ به میزان ۳۳/۱ درصد و کمترین آن مربوط به لاین شماره ۴ به میزان ۲۴/۱ درصد بود (جدول ۵). وان‌گینکل و همکاران (van Ginkel et al., 1988) اظهار داشتند گرچه شاخص برداشت ارقام جدید در شرایط مطلوب حدود ۵۰ درصد است، ولی در شرایط تنش این شاخص به حدود ۳۵ درصد تنزل پیدا می‌کند. بنابراین در شرایط خشک مقدار قابل توجهی از پتانسیل عملکرد آزاد نمی‌شود. برآورد بازدهی وراثت‌پذیری برای شاخص برداشت بیانگر آن است که بخش اعظم تنوع مشاهده شده ژنتیکی بوده و سهم بخش محیطی واریانس ناچیز بوده است (Moghaddam et al., 1997). اختلاف عملکرد دانه لاین‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار ولی در شرایط تنش خشکی اختلاف بین آن‌ها غیر معنی‌دار بود (جدول ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی دامنه

آبیاری تکمیلی بود. زارع فیض‌آبادی و قدسی (Zare Feizabadi and Ghodsi, 2002). رینولدز و همکاران (Reynolds *et al.*, 2000) نیز نتایج مشابهی اشاره کرده‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده از نظر صفت تعداد دانه در سنبله اصلی، بین لاین‌ها در هر دو شرایط محیطی در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در شرایط تنش خشکی لاین‌های شماره ۸ و ۱۰ با ۱۹ عدد بیشترین و لاین شماره ۲ با حدود ۱۴ عدد کمترین تعداد دانه در سنبله اصلی را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در شرایط آبیاری تکمیلی بیشترین تعداد دانه در سنبله اصلی مربوط به لاین شماره ۵ با ۲۱ عدد و کمترین آن مربوط به لاین شماره ۳ با ۱۴ عدد بود (جدول ۵). معنی‌دار شدن صفت تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی در هر دو محیط با نتایج سنجری و یزدان‌سپاس (Sanjari and Yazdansepas, 2008) مطابقت دارد. وزن دانه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترها در عملکرد دانه لاین‌ها در شرایط خشکی محسوب می‌شود به طوری که اکثر گزارش‌ها نشان دادند که ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از وزن دانه نسبتاً بالایی برخوردارند. در این بررسی نتایج حاصله نشان داد که اختلاف بین لاین‌ها از نظر صفت وزن دانه در سنبله ساقه اصلی در شرایط آبیاری تکمیلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. در حالی که در شرایط تنش خشکی این اختلاف معنی‌دار نبود. دامنه تغییرات بین لاین‌ها در

شرایط آبیاری تکمیلی بیشترین وزن دانه در سنبله ساقه اصلی مربوط به لاین شماره ۱۰ و کمترین میزان آن مربوط به لاین شماره ۳ بود (جدول ۵).

رابطه همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نشان داد که این صفت با صفات تعداد سنبله در واحد سطح و درصد سبز در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۶). حسین‌زاده و همکاران (Hoseinzade *et al.*, 2009) به منظور ارزیابی مقاومت به تنش خشکی در بین لاین‌های گندم دوروم، مشخص کردند که در شرایط مطلوب، صفات ارتفاع گیاه، طول پدانکل، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه و در شرایط محدود آبی، صفات طول سنبله، طول پدانکل، تعداد سنبله در سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه تأثیر بیشتری روی عملکرد دانه داشتند. همبستگی در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که رابطه عملکرد دانه با صفت تعداد دانه ساقه اصلی ( $r = 0/59^*$ ) مثبت و معنی‌دار بود. در حالی که با صفت تعداد پنجه بارور رابطه منفی و معنی‌دار ( $r = -0/73^{**}$ ) داشت (جدول ۷). دلیل غیر معنی‌دار بودن عملکرد دانه با تعداد پنجه بارور می‌تواند ناشی از این باشد که تعداد پنجه بارور ۳ الی ۴ عدد در شرایط زراعت دیم مطلوب‌تر بوده و بیشتر از آن با برخورد به تنش آخر فصل، باعث کاهش عملکرد دانه خواهد بود (Sanjari and Yazdansepas, 2008). در شرایط آبیاری تکمیلی رابطه عملکرد دانه با

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفات زراعی لاین‌های جو در شرایط تنش خشکی  
 Table 6. Simple coefficients between agronomic characteristics of barley lines in drought stress condition

Traits	عملکرد دانه GY	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد کاه SY	شاخص برداشت HI	وزن هزار دانه TKW	تعداد سنبله در واحد سطح SPM	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی DPM	درصد سبز GP	تعداد پنجه بارور FTN	تعداد پنجه غیر بارور UNFTN	طول سنبله SL	طول پدانکل PL	تعداد دانه ساقه اصلی GNS	
GY	0.31 <sup>ns</sup>														
BY	0.18 <sup>ns</sup>	0.96 <sup>**</sup>													
SY	0.21 <sup>ns</sup>	-0.53 <sup>ns</sup>	-0.73 <sup>**</sup>												
HI	0.55 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	-0.12 <sup>ns</sup>											
TKW	0.68 <sup>*</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.72 <sup>**</sup>										
SPM	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.63 <sup>*</sup>	-0.70 <sup>*</sup>	0.61 <sup>*</sup>	-0.58 <sup>*</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>									
DHE	-0.47 <sup>ns</sup>	-0.66 <sup>*</sup>	-0.61 <sup>*</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>								
DPM	0.65 <sup>*</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	0.60 <sup>*</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>							
GP	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	-0.39 <sup>ns</sup>	-0.31 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>						
FTN	-0.12 <sup>ns</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	-0.45 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	-0.34 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	0.70 <sup>*</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.33 <sup>ns</sup>					
UNFTN	-0.58 <sup>ns</sup>	-0.22 <sup>ns</sup>	-0.17 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.81 <sup>**</sup>	0.78 <sup>**</sup>	0.35 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	-0.60 <sup>*</sup>	-0.36 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>				
SL	-0.19 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	-0.35 <sup>ns</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.46 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.43 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>			
PL	-0.45 <sup>ns</sup>	-0.54 <sup>ns</sup>	-0.56 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	-0.86 <sup>**</sup>	-0.67 <sup>*</sup>	0.78 <sup>**</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	-0.36 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>ns</sup>	0.84 <sup>**</sup>	0.00 <sup>ns</sup>		
GNS	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.52 <sup>ns</sup>	-0.63 <sup>*</sup>	0.70 <sup>*</sup>	-0.41 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	-0.34 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	0.68 <sup>*</sup>	

ns, \* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار، در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

GY: Grain Yield; BY: Biologic Yield; SY: Stubble Yield; DHE: Days to Heading; DPM: Days to Physiological Maturity; HI: Harvest Index; GNS: Grain Number per Spike; GWS: Grain Weight per Spike; TKW: Thousand Kernel Weight; SPM: Spike No. M<sup>-2</sup>; GP: Growth Percent; PL: Peduncle; FTN: Fertile Tillers Number; UNFTN: Unfertile Tillers Number; SL: Spike Length.

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین صفات زراعی لاین‌های جو در شرایط آبیاری تکمیلی

Table 7. Simple correlation coefficients between agronomic characteristics of barley lines in supplementary irrigation

	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد کاه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد روز تا ظهور سنبله	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	درصد سبز	تعداد پنجه بارور	تعداد پنجه غیر بارور	طول سنبله	طول پدانکل	تعداد دانه ساقه اصلی
	GY	BY	SY	HI	TKW	SPM	DHE	DPM	GP	FTN	UNFTN	SL	PL	GNS
GY	0.17 <sup>ns</sup>													
BY	-0.26 <sup>ns</sup>	0.86 <sup>**</sup>												
SY	0.76 <sup>**</sup>	-0.21 <sup>ns</sup>	-0.67 <sup>*</sup>											
HI	0.10 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>										
TKW	0.05 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>									
SPM	0.39 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	-0.10 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	-0.49 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>								
DHE	0.01 <sup>ns</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	-0.52 <sup>ns</sup>	-0.61 <sup>*</sup>	0.53 <sup>ns</sup>							
DPM	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.01 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	-0.43 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>**</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	-0.53 <sup>ns</sup>						
GP	-0.73 <sup>**</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	-0.60 <sup>*</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.41 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>					
FTN	0.56 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	-0.48 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.67 <sup>*</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.27 <sup>ns</sup>	-0.48 <sup>ns</sup>				
UNFTN	0.32 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>**</sup>	-0.59 <sup>*</sup>	-0.73 <sup>**</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	0.44 <sup>ns</sup>	-0.70 <sup>*</sup>	-0.26 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>			
SL	0.21 <sup>ns</sup>	-0.19 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	-0.32 <sup>ns</sup>	-0.36 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.27 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>		
PL	0.50 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	-0.40 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>**</sup>	-0.53 <sup>ns</sup>	-0.69 <sup>*</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	-0.64 <sup>*</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	
GNS	0.59 <sup>*</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>**</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.57 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	-0.55 <sup>ns</sup>	-0.50 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>**</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	0.89 <sup>**</sup>

ns, \*, \*\* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

GY: Grain Yield; BY: Biologic Yield; SY: Stubble Yield; DHE: Days to Heading; DPM: Days to Physiological Maturity; HI: Harvest Index; GNS: Grain Number per Spike; GWS: Grain Weight per Spike; TKW: Thousand Kernel Weight; SPM: Spike No. M<sup>2</sup>; GP: Growth Percent; PL: Peduncle; FTN: Fertile Tillers Number; UNFTN: Unfertile Tillers Number; SL: Spike Length.

محیط داشتند. لذا در این بررسی این شاخص‌ها به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند. نتایج مذکور با یافته‌های فرناندز (۱۹۹۲) مطابقت دارد.

انتخاب براساس شاخص SSI باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که متحمل به تنش هستند ولی پتانسیل عملکردشان پایین است (Kargar and Ghanaadha, 2004)؛ (Schneider et al., 1997). براساس این شاخص لاین شماره ۲ و ۴ دارای کمترین مقادیر SSI بودند. هر چه مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است (جدول ۹). انتخاب بر اساس شاخص TOL باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در محیط بدون تنش عملکرد و میانگین بهره‌وری پایینی دارند (کارگر و قنادها، ۲۰۰۴؛ فرناندز، ۱۹۹۲). لذا شاخص TOL به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی گروه A باشد. بر اساس شاخص تحمل لاین‌های شماره ۴، ۲، ۱ و ۵ انتخاب شدند. لاین‌های شماره ۹، ۱۲، ۵، ۷ و ۱۰ از نظر شاخص STI بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند. در بین لاین‌های مذکور لاین شماره ۹ بزرگ‌ترین عدد شاخص تحمل به تنش را دارا بود (جدول ۹). ژنوتیپی که مقادیر بالاتری از نظر شاخص فوق نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشته باشد، به عنوان لاین متحمل به خشکی در مناطق دیم به شمار می‌رود

شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود که با نتایج گل‌پرور و همکاران (Golparvar et al., 2002) مطابقت دارد. در شرایط تنش خشکی رابطه وزن هزاردانه با تعداد روز تا ظهور سنبله منفی و معنی‌دار ( $r = -0.58^*$ ) بود، رابطه منفی بین وزن هزاردانه با تعداد روز تا ۵۰ درصد سنبله توسط پیغمبری و همکاران (Peighambari et al., 2005) گزارش شده است. علتش می‌تواند ناشی از این باشد که با تأخیر در تعداد روز تا ظهور سنبله، احتمال برخورد مرحله دانه‌بندی با خشکی آخر فصل بیشتر شده و لذا این امر روی دانه بندی تأثیر منفی گذاشته و باعث کاهش وزن هزاردانه می‌شود.

شاخص‌های تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها: طبق نظر فرناندز (Fernandez, 1992) مناسب‌ترین معیار برای تنش باید بتواند ژنوتیپ‌های گروه اول (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد مطلوب دارند) را از سایر گروه‌ها تفکیک نماید. با توجه به این که بهترین شاخص‌ها آن‌هایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی باشند و بتوانند گروه A را از سایر گروه‌ها تمیز دهند، لذا با مراجعه به جدول ۸ همبستگی شاخص‌ها با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ( $Y_s$ ) و آبیاری تکمیلی ( $Y_p$ ) ملاحظه می‌شود که شاخص‌های STI، MP و GMP همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو

جدول ۸- همبستگی شاخص‌های تحمل به خشکی با عملکرد در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

Table 8. Correlation between drought tolerance indices in drought and supplementary irrigated conditions

MP	Y <sub>s</sub>	Y <sub>p</sub>	SSI	TOL	STI	MP
Y <sub>p</sub>	0.21 <sup>ns</sup>					
SSI	-0.29 <sup>ns</sup>	0.87 <sup>**</sup>				
TOL	-0.28 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>**</sup>	0.99 <sup>**</sup>			
STI	0.63 <sup>*</sup>	0.89 <sup>**</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>		
MP	0.59 <sup>*</sup>	0.91 <sup>**</sup>	0.60 <sup>*</sup>	0.61 <sup>*</sup>	0.99 <sup>**</sup>	
GMP	0.63 <sup>*</sup>	0.89 <sup>**</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.99 <sup>**</sup>	0.99 <sup>**</sup>

ns, \* and \*\*: به ترتیب معنی‌دار، در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

YS: Stress Yield; Y<sub>p</sub>: Potential Yield; SSI: Susceptibility Index; TOL: Tolerance Index;

STI: Stress Tolerance Index; MP: Mean Productivity; GMP: Geometric Mean Productivity.

جدول ۹- شاخص‌های تحمل به خشکی لاین‌های جو در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

Table 9. Drought tolerance indices of barley lines in drought and supplementary irrigated conditions

Line No.	Y <sub>s</sub>	Y <sub>p</sub>	SSI	TOL	STI	MP	GMP
1	2384	2445	0.5	61	0.885	2415	2414
2	2308	2378	0.24	70	0.834	2343	2342
3	2230	2385	0.53	155	0.808	2308	2306
4	2095	2141	0.25	46	0.681	2118	2118
5	2439	2570	0.42	131	0.952	2505	2504
6	2196	2572	1.20	376	0.858	2384	2377
7	2277	2618	1.10	341	0.905	2448	2442
8	2196	2642	1.40	446	0.881	2419	2409
9	2428	2960	1.50	532	1.100	2694	2681
10	2150	2813	2.00	663	0.920	2482	2459
11	2329	2468	0.47	139	0.873	2399	2397
12	2170	2798	1.87	628	0.922	2484	2464
mean	2267	2566	0.96	299	0.885	2417	2409

SI = % 12

YS: Stress Yield; Y<sub>p</sub>: Potential Yield; SSI: Susceptibility Index; TOL: Tolerance Index;

STI: Stress Tolerance Index; MP: Mean Productivity; GMP: Geometric Mean Productivity

For pedigree of lines see Table 1.

انتخاب شدند (جدول ۹). همان‌طور که

ملاحظه می‌شود انتخاب بر اساس STI، MP و

GMP نتایج مشابهی دارد و در هر سه حالت

لاین‌های شماره ۹، ۱۲، ۵، ۷ و ۱۰ بعنوان

لاین‌های متحمل شناخته شدند. لذا به منظور

حصول اطمینان از پایداری عملکرد از بین

لاین‌های مذکور لاین شماره ۹ که بیشترین

عملکرد را در شرایط تنش خشکی (Y<sub>s</sub>)

داشت، می‌تواند انتخاب شود (جدول ۹).

(Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006)

لاین‌های ۹، ۱۲، ۵، ۷ و ۱۰ بر اساس

شاخص MP به عنوان لاین‌های برتر انتخاب

شدند، شاخص متوسط باروری نیز باعث

گزینش لاین‌هایی می‌شود که عملکرد بالایی

در شرایط مطلوب دارند، ولی از عملکرد پایینی

در شرایط نامطلوب برخوردارند (جدول ۹). بر

اساس شاخص GMP لاین‌های شماره ۹، ۱۲،

۵، ۷ و ۱۰ به عنوان لاین‌های مقاوم به خشکی



## References

- Alam, M. Z., Haider, S. A., and Paul, N. K. 2007.** Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in relation to nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science Research* 3: 1022-1026.
- Anonymous 2002.** FAOSTST: Statistics database. [Online.] [Subset Production within Agriculture database.] Available at <http://apps.fao.org>.
- Anonymous 2006.** Barley Production in Iran. Forages Office Publications, Ministry of Jihad-e-Agricultural, Tehran, Iran. 205 pp. (in Persian).
- Anonymous 2009.** Agricultural Statics of 2007-2008 Growing Season, Vol. 1., Technology and Information Office, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).
- Christiansen, M. N., and Levis, C. F. 1982.** Breeding Plants for Less Favorable Environments. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Fathbaheri, C., Javanshir, A., Kazemi, H., and Aharizad, C. 2005.** Irrigation effects on different phenologic stages of spring barley agronomic triads. *Iranian Journal of Agricultural Science* 36 (1): 169-176 (in Persian).
- Fernandez, G. C. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Kuo, C. O. (ed.) *Proceedings of a Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. AVRDC Publications, Tainan, Taiwan.
- Fisher, R. A., and Maurer, R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
- Goding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., and Schofield, J. D. 2003.** Effects of restricted water availability and increased temperature on grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Sciences* 37: 295-309.
- Golparvar, A., Ghannadha, M., Zali, A., and Ahmadi, A. 2002.** Selection of the best method for improving wheat genotypes yield in drought stress. *Seed and Plant* 18 (2): 144-155 (in Persian).
- Hashemi Dezfuli, A., Kochehi, A., and Banayan Aval, M. 1995.** *Crop Yield Indices*. Publications of Mashhad University, Mashhad, Iran. 287 pp. (in Persian).

- Hoseinzade, A., Khezre Efrani, M., Miri, C, T., and Peighambari, S. A. 2009.** Evaluation of durum wheat different lines in irrigated and limited irrigation. Iranian Journal of Agricultural Sciences 40 (3): 161-169 (in Persian).
- Hunter, D. A., Ferrante, A., Vernieri, P., and Ried, M. S. 2004.** Role of abscisic acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* Dutch Master). Physiologia Plantarum 121: 313-321.
- Karami, A., Ghannadha, M., Naghavi, M. R., and Mardi, M. 2005.** Dry lands tolerance evaluation in barley. Iranian Journal of Agricultural Sciences 36 (2): 547-560 (in Persian).
- Kargar, C., and Ghannadha, M. 2004.** Evaluation of drought tolerance Indexes in some soybean genotypes in limited irrigation. Iranian Journal of Agricultural Sciences 35 (1): 129-142 (in Persian).
- Khazaie, A. 2008.** Drought and its effect on the maize crops production in dry lands. Ministry of Agriculture, The Rural Research Office Center, Tehran, Iran (in Persian).
- Moghaddam, M., Ehdai, B., and Waines, J. G. 1997.** Genetic variation and interrelationship of organic characters in landraces of wheat from south western Iran. Euphytica 95: 369-391.
- Nor Mohamadi, G., Seiadat, A., and Kashani, A. 2001.** Cereal Agronomy. Vol. 1. Shahid Chamran University Publications. Ahvaz, Iran (in Persian).
- Peighambari, S. A., Yazdi Samadi, B., Abdmishani, S., Sarafi, A., Taleie, A. R., and Ghannadha, M. R. 2005.** Evaluation of drought tolerance and grain yield in doubled haploid Barley lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences 46 (4): 957-967 (in Persian).
- Reynolds, M. P., Skovmand, B. R., Tresthowan, M., Singh, R. P., and van Ginkel, M. 2000.** Applying physiological strategies to wheat breeding. pp. 49-56. In: Anonymous, Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program. 1999-2000. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Rosielle, A. A., and Hamblin, A. J. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science 21: 943-946.
- Sarmadnia, G., and Kocheiki, A. 1990.** Physiology of Agronomic Crops. Mashhad University Publications, Mashhad, Iran (in Persian).

- Schneider, K. A., Rosales-Seerna, R., Iarra-Peres, F., Caeares-Enriques, B., Acosta-Gallegos, J. A. A., Ramires-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J. D. 1997.** Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science* 37: 43-50.
- Sanjari, A. G., and Yazdansepas, A. 2008.** Genetic variation of stem stored materials in bread wheat genotypes in drought stress after flowering stage. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 39: 181-192 (in Persian).
- Sheikhi, F. 2010.** Study of moisture stress effects on grain yield and yield components of promising wheat varieties in Golestan province condition. *Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress*. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (in Persian).
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Postini, K., and Mohammadi, V. 2006.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Research* 98: 222-229.
- Tizer, L., and Ziger, E. 1991.** *Plant Physiology*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc., California, USA.
- van Ginkel, M. D., Calhoun, G., Gebeyehu, A., Miranda, C., Tian You, R., Pargas, R. M., Terthowan, L., Sayre, J., Crossa, K., and Rajaram, S. 1988.** Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica* 100: 109-121.
- Winter, S. R., Musick, J. T., and Porter, K. B. 1988.** Evaluation of screening techniques for breeding drought resistant winter wheat. *Crop Science* 28: 512-516.
- Zare Feizabadi, A., and Ghodsi, M. 2002.** Determination of drought tolerance of wheat lines in cold regions of Iran. *Journal of Science and Agricultural Industry* 16 (2): 181-189 (in Persian).

