تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دوازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۸
۷۰۹-۷۲۴
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.1593.1359

مقاله پژوهشی

بررسی سازگاری، پتانسیل عملکرد دانه و روابط بین صفات در ارقام و لاین‌های جو بهاره در استان آذربایجان غربی

رقیه فاطمی[۱]، مهرداد یارنیا[۲*]، سلیمان محمدی[۳]، ابراهیم خلیل‌وند[۴]، بهرام میرشکاری[۲]

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز
۳. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه
۴. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۶

چکیده

به‌منظور ارزیابی سازگاری و پتانسیل عملکرد دانه، فصل با ۱۲ رقم و لاین جو بهاره، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۹۳ و ۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی انتهای فصل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تنش کم‌آبی ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت را به ترتیب ۸/۳۹، ۲/۱۰، ۷/۰۳، ۴۶/۶۳، ۳۷/۱۸، ۴۲/۷۹ و ۵/۷۱ درصد در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال کاهش داد. در بین لاین‌های موردمطالعه رقم جنوب، لاین M-88-2 و MD-88-15 در شرایط آبیاری نرمال به ترتیب با متوسط ۴/۴۲، ۴/۳۳ و ۴/۹۳ و در شرایط تنش کم‌آبی با ۳/۴۴، ۳/۷۵ و ۳/۶۶ تن در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را تولید کردند. در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی، همبستگی عملکرد دانه با وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط نرمال تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع (R^2=۰/۷۶) و در شرایط تنش کم‌آبی صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه (R^2=۰/۶۰) در توجیه تغییرات عملکرد دانه سهم داشتند. تجزیه خوشه‌ای ارقام و لاین‌های جو را در شرایط آبیاری نرمال به دو و در شرایط تنش کم‌آبی به سه گروه دسته‌بندی کرد. در این تحقیق تعداد دانه در سنبله به‌عنوان مؤثرترین صفت بر عملکرد دانه در هر دو شرایط و رقم جنوب، لاین M-88-2 و MD-88-15 به‌عنوان رقم و لاین‌های مناسب و قابل توصیه برای کشت در شرایط استان آذربایجان غربی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: **تجزیه خوشه‌ای، تنش کم‌آبی، جو بهاره، رگرسیون گام‌به‌گام، همبستگی**

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و برهمکنش آن‌ها است. اگرچه تنش‌های زنده و غیرزنده از مهم‌ترین عوامل کاهش تولید محسوب می‌شوند، ولی در بین تنش‌ها، تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده محصولات در سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آید (Debaekeand and Abdellah, 2004). کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک‌سوم متوسط بارندگی جهان را داشته و بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد آن در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (FAO, 2017). جو بعد از گندم بیشترین سطح زیر کشت را در ایران به خود اختصاص داده است و با درجهٔ سازگاری وسیع‌تر ولی باارزش اقتصادی کمتر،

* نگارنده پاسخگو: مهرداد یارنیا. پست الکترونیک: m.yarnia@yahoo.com

در مناطقی از نواحی خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جایگزین گندم می‌شود (Koocheki, 1994). اگر خشکی در مراحل اولیه تشکیل دانه حادث شود اثر سوء آن بیشتر است و باعث لاغر شدن و چروکیده شدن دانه‌ها می‌گردد. بااین‌وجود، تنوع ژنتیکی برای تحمل به تنش کمبود آب گزارش شده است (Nikkhah et al., 2010; Nazari and Pakniyat. 2008). یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016) در مطالعه اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی هفت رقم جو گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد ولی شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. نیازی فرد (Niazifard, 2017) در بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر خصوصیات زراعی هفت لاین پیشرفته جو آبی، به همراه ارقام نصرت و یوسف به‌عنوان شاهد آزمایشی، اظهار داشتند در شرایط آبیاری معمول و تنش آخر فصل، رقم نصرت و لاین MBD-85-8 به ترتیب با میانگین ۶۴۸۰ و ۶۳۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد و لاین MBD-85-14 با میانگین ۴۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.

ازنقطه‌نظر کاربری، عملکرد دانه مهم‌ترین صفت هر برنامه اصلاحی است و علاوه بر داشتن قابلیت توارث پایین، صفت پیچیده‌ای بوده که توسط دامنه‌ای از سازوکارهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متأثر می‌شود؛ بنابراین، با انتخاب غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد دانه که قابل توارث و دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه بوده و به سهولت و سرعت قابل‌اندازه‌گیری باشد، کارایی گزینش افزایش می‌یابد (Dadashi, 2006). عملکرد دانه در جو خصوصیت پیچیده‌ای است به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیر ژن‌های موجود در گیاه است (Bhutta, 2005). آمر (Amer, 1999) در تحقیقی نشان داد که عملکرد دانه در جو با تعداد پنجه‌های بارور همبستگی منفی و غیر معنی‌داری دارد ولی با وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه‌ها در یک سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. باهاتا و ابراهیم (Bhutta et al., 2005) در بررسی همبستگی و تجزیه علیت صفات در جو گزارش کردند که عملکرد دانه با طول سنبله همبستگی منفی و غیر معنی‌دار و با تعداد پنجه بارور همبستگی منفی و معنی‌دار دارد. همچنین، آن‌ها اظهار داشتند عملکرد دانه با صفات ارتفاع گیاه همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار و با وزن هزار دانه، وزن سنبله و تعداد سنبلچه‌ها در یک سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. نجیب و وانی (Najeeb and Wani, 2004) در بررسی همبستگی بین صفات زراعی و عملکرد دانه جو نشان دادند که عملکرد دانه با طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت همچنین، تعداد پنجه بارور هر گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم و معنی‌دار روی عملکرد دانه داشت.

با توجه به اینکه استان آذربایجان غربی قطب دام‌پروری محسوب می‌شود، جو از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرفی مناطقی از استان به دلیل شدت سرمای زیاد کشت جو پاییزه به‌شدت خسارت می‌بیند و ارقام محلی جو بهاره اغلب مخلوط و دارای پتانسیل عملکرد دانه پایین هستند، لذا معرفی ارقام جو بهاره سازگار و پر پتانسیل می‌تواند ازنظر تولید و تأمین علوفه موردنیاز اهمیت بسزایی داشته باشد، لذا هدف از این تحقیق شناسایی و معرفی ارقام جو بهاره با عملکرد دانه بالا برای کشت در شرایط استان آذربایجان غربی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال‌های زراعی ۹۳ و ۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ایستگاه مذکور در ۵ کیلومتری شمال غربی شهر در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۴ متری از سطح دریای آزاد واقع شده است. ۱۰ رقم و لاین (جدول ۱) و دو رقم شاهد (چالدران و سید تاج‌الدین) در آزمایش‌های جداگانه‌ای در دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری بعد از ۵۰٪ درصد گلدهی (تنش کم‌آبی مرحله پر شدن دانه) بررسی شدند. محل انجام آزمایش بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، جزو منطقه نیمه‌خشک کشور است (جدول ۱). به‌منظور تعیین عناصر ریزمغذی و ماکرو از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و پس از تهیه نمونه مرکب، عناصر ماکرو و میکرو اندازه‌گیری و بافت خاک نیز تعیین گردید (جدول ۲). عملیات کاشت پس از انجام شخم و دیسک زنی در اواخر اسفند هرسال انجام گرفت. هر رقم در ۶ خط به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و ۵ متر طول با تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع با دستگاه خطی کار غلات کشت شد. قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره از منبع سوپر فسفات‌تریپل، ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاس و در

طول آزمایش کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۹۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. طی مراحل رشد گیاه مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. آبیاری در تیمارهای تنش و بدون تنش تا مرحله ظهور سنبله، بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، بسته به دما و میزان تبخیر و تعرق انجام گرفت. برای اعمال تنش کم‌آبی، در مرحله ظهور سنبله، در تیمار تنش، آبیاری قطع شد ولی در آزمایش بدون تنش تا زمان رسیدگی آبیاری ادامه یافت. کلیه مراقبت‌های زراعی به‌طور یکسان برای همه ارقام و لاین-ها انجام شد. موقع رسیدگی فیزیولوژیکی، صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل (با خط کش و برحسب سانتی‌متر) و وزن بوته، وزن سنبله اصلی و وزن پدانکل، (با ترازوی دیجیتالی و برحسب گرم)، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک (با ترازوی دیجیتالی و برحسب گرم) و شاخص برداشت هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس ساده و تجزیه واریانس مرکب پس از بررسی و تأیید برقراری مفروضات بر اساس داده‌های دو سال انجام شد. از نرم‌افزارهای SAS 9.2 و SPSS جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و تجزیه رگرسیون به روش گام‌به‌گام انجام گرفت.

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های جو موردمطالعه

Table 1. Characteristics of studied barley genotypes

	Genotypes ژنوتیپ	Pedigree شجره
1	Tajadin	
2	FAJRE30	
3	JONOOB	
4	ARASS	
5	RIHANE 03	
6	SINA	
7	Chaldoran	
8	M-84-14	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//Alanda-01
9	M-86-5	Bgs/Dajia//L.1242/4/L.B.IRAN/Una8271//Gloria'S'/3/Alm/Una80
10	M-88-2	Kavir/Badia/3/Torsh/9cr.279-07/Bgs/4/Karoon/Kavir
11	MD-88-15	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"
12	W-83-4	Zrn/Shiroodi/6/Zrn/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil testing

بافت خاک Soil texture	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	پتاسیم قابل‌جذب K	فسفر قابل‌جذب P	ازت کل N	کربن آلی O.C	کربنات کلسیم T. N.V	اسیدیته pH	وزن مخصوص ظاهری B.D	نقطه پژمردگی W.P	هدایت الکتریکی EC	درصد اشباع Sp
	---------- % ----------			-------- ppm --------		---------- % ----------						ds/m	%
لومی رسی سیلت Loam clay silt	28	58	16	444	14.2	0.13	1.3	4.7	8	1.4	12	1.3	43

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها مشاهده شد بین دو سال موردمطالعه ازلحاظ ارتفاع بوته، طول سنبله و طول پدانکل و تعداد سنبله در مترمربع اختلاف معنی‌دار دیده شد. بین دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی ازلحاظ کلیه صفات به‌غیراز طول سنبله و تعداد سنبله در مترمربع اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. برهمکنش مکان در شرایط نیز بر ارتفاع بوته، طول سنبله و طول پدانکل معنی‌دار بود. بین ژنوتیپ‌های موردبررسی ازلحاظ کلیه صفات اختلاف معنی‌دار دیده شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا بین

ژنوتیپ‌ها بوده که امکان انتخاب ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات موردبررسی فراهم می‌سازد لازم به ذکر است که علاوه بر نقش اثرات ژنتیکی، نقش اثرات محیطی نیز در ایجاد تنوع مذکور بی‌تأثیر نیست. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های جو ازلحاظ صفات زراعی در مطالعه یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016)، نیازی‌فر (Niazifard, 2017) و سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2007) گزارش شده است. برهمکنش ژنوتیپ در سال نیز بر کلیه صفات موردبررسی به‌غیراز وزن سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه معنی‌دار بود. برهمکنش ژنوتیپ در شرایط آبیاری نیز بر کلیه صفات به‌غیراز طول سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). به این معنی که واکنش ژنوتیپ‌ها در دو محیط مختلف ازلحاظ صفات موردبررسی متفاوت بوده است. درنهایت برهمکنش ژنوتیپ × سال× شرایط بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. نظر به این‌که در مورد همه صفات برهمکنش ژنوتیپ در شرایط معنی‌دار شد، مقایسه لاین‌ها در هر دو شرایط جداگانه انجام شد (Aharizad et al., 2017).

مقایسه میانگین صفات

ارتفاع بوته

در تحقیق حاضر تنش کم‌آبی از ارتفاع بوته‌ها به مقدار ۹/۹۹ درصد کاست (جدول ۴). می‌توان نتیجه گرفت شرایط نرمال آبیاری، افزایش مقدار آب سبب جذب عناصر کافی و فتوسنتز مناسب می‌شوند. درنتیجه آسیمیلات‌ها به نحو مطلوبی تولیدشده که با تخصیص آن‌ها به رشد رویشی سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شوند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج سایر پژوهش‌گران تطابق دارد (Akcura and Ceri, 2011; Zahedino et al., 2012). ارقام جنوب و فجر ۳۰ به ترتیب با متوسط ۹۳/۹۱ و ۵۹/۵۸ سانتی‌متر در شرایط آبیاری نرمال و ۷۷/۳۳ و ۵۳/۶۶ سانتی‌متر در شرایط تنش کم‌آبی به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جداول ۵ و ۶). اختلاف ارتفاع بوته‌ها می‌تواند مربوط به توانایی ژنوتیپ‌های مختلف در استفاده از شرایط مختلف محیطی باشد (Tabatabaeiet al., 2011). یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016) و موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) بین ارقام جو در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند.

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات موردمطالعه در لاین‌ها و ارقام جو در دو سال و دو شرایط (شرایط نرمال و تنش کم‌آبی)

Table 3. Combined variance analysis of studied traits in barley lines and cultivars in two two-years and two conditions (in normal and water deficit conditions)

			Mean squares میانگین مربعات				
SOV	منابع تغییر	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant hieght	طول سنبله spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	سنبله در مترمربع spike number / m^2
			---------- cm ----------			g	
Year (Y)	سال	1	393.36**	5.38**	312.53**	0.08^{ns}	1187219**
Irrigation (I)	شرایط آبیاری	1	103.36^{ns}	0.54^{ns}	96.43**	2.15**	202^{ns}
Y× I	سال × شرایط	1	559.11**	5.56**	33.60**	0.04^{ns}	42539^{ns}
E1	خطای ۱	8	44.9	0.27	6.60	0.04	152755
Genotypes (G)	ژنوتیپ	11	760.55**	5.55**	79.64**	0.13*	113409**
Y× G	ژنوتیپ × سال	11	242.44**	4.01**	44.66**	0.05^{ns}	20469^{ns}
G× I	ژنوتیپ × شرایط	11	78.09*	0.80^{ns}	22.66**	0.43**	53906**
G×Y×I	ژنوتیپ × سال× شرایط	11	45.20^{ns}	0.84^{ns}	5.34^{ns}	0.09^{ns}	14945^{ns}
E2	خطای ۲	88	38.53	0.46	1.41	0.06	11682
C.V. (%)	ضریب تغییرات	-	*8.53*	*11.79*	*8.38*	*16.39*	*17.54*

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

Ns, * and **: no Significant, Significant at 5% and 1% levels probability, respectively

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

		میانگین مربعات Mean squares				
SOV	**منابع تغییر**	**تعداد دانه در سنبله Grain number/spike**	**وزن هزار دانه 1000 grain weight** (g)	**عملکرد بیولوژیک Biomass** (t/ha)	**عملکرد دانه Grain yield** t/ha)	**شاخص برداشت HI** (%)
Year (Y)	**سال**	10.54^{ns}	26.26^{ns}	1.06^{ns}	0.07^{ns}	0.009^{ns}
Irrigation (I)	**شرایط آبیاری**	92.12^{**}	221.25^{**}	205.31^{**}	30.50^{**}	0.06^{*}
Y× I	**سال × شرایط**	6.07^{ns}	19.13^{ns}	0.34^{ns}	0.07^{ns}	0.12^{ns}
E1	**خطای ۱**	4.52	5.81	11.74	1.32	0.016
Genotypes (G)	**ژنوتیپ**	367.47^{**}	47.95^{**}	8.01^{**}	0.92^{**}	0.14^{**}
Y× G	**ژنوتیپ × سال**	17.66^{*}	90.12^{**}	6.60^{**}	0.13^{ns}	0.15^{**}
G× I	**ژنوتیپ × شرایط**	63.20^{**}	15.45^{ns}	9.95^{**}	0.070^{**}	0.19^{**}
G×Y×I	**ژنوتیپ × سال× شرایط**	9.19^{ns}	8.45^{ns}	7.43^{**}	0.21^{ns}	0.005^{ns}
E2	**خطای ۲**	9.27	9.90	1.66	0.26	0.005
CV (%)	**ضریب تغییرات (٪)**	*10.46*	*7.07*	*17.03*	*19.80*	*20.74*

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

Ns, * and **: no Significant, Significant at 5% and 1% levels probability, respectively

جدول ۴. مقایسه اثر شرایط آبیاری بر صفات زراعی موردبررسی در ارقام و لاین‌های جو

Table 4. Effect of Irigation levels on understudy characters for barley varity and lines at two years

Conditions	**شرایط**	**ارتفاع بوته Plant Hieght** (cm)	**طول سنبله spike length** (cm)	**طول پدانکل Peduncle length** (cm)	**وزن سنبله Spike weight** (g)	**تعداد سنبله در مترمربع spike number / m²**
Normal	**آبیاری نرمال**	73.62^{a}	5.83^{a}	25.40^{a}	1.66^{a}	616.60^{a}
Water deficet	**تنش کم‌آبی**	66.93^{b}	5.71^{a}	23.73^{b}	1.51^{b}	598.12^{a}

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

Conditions	**شرایط**	**تعداد دانه در سنبله Grain number / spike**	**وزن هزار دانه 1000 grain weight** (g)	**عملکرد بیولوژیک Biomass** (t/ha)	**عملکرد دانه Grain yield** (t/ha)	**شاخص برداشت HI** (%)
Normal	**آبیاری نرمال**	29.12a	45.72a	8.77a	3.07a	45.72a
Water deficet	**تنش کم‌آبی**	27.46b	28.54b	6.38b	2.15b	43.25b

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند

Means in each column with the same letter are not significantly different at P<0.05

طول سنبله

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها ازلحاظ طول سنبله نشان داد ژنوتیپ‌های ارس و ریحان ۳ به ترتیب با متوسط ۷/۵۲ و ۴/۴۸ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را در این شرایط نرمال به خود اختصاص دادند (جدول ۵)، درحالی‌که در شرایط تنش کم‌آبی بالاترین طول سنبله به لاین M-84-14 و ارقام ارس و چالدران به ترتیب با متوسط ۶/۷۲، ۶/۵۵ و ۶/۵۱ اختصاص داشت در شرایط تنش کم‌آبی نیز کمترین طول سنبله در رقم ریحانه با متوسط ۴/۷۵ سانتی‌متر دیده شد (جدول ۶). عبادی و همکاران (Ebadi et al., 2011) بین ژنوتیپ‌ها ازنظر ارتفاع بوته و طول سنبله اختلاف معنی‌داری گزارش نمودند و اظهار داشتند ژنوتیپ‌هایی که دارای طول سنبله و طول ریشک بیش‌تری هستند، سهم بیش‌تری در عملکرد دانه دارند.

طول پدانکل

در مطالعه حاضر تنش کم‌آبی موجب کاهش طول پدانکل در شرایط نرمال شد به‌طوری‌که تنش کم‌آبی طول پدانکل را در مقایسه با شرایط نرمال ۷/۰۳ درصد کاهش داد (جدول ۴). در این مطالعه در شرایط آبیاری نرمال لاین MD-88-15 با متوسط ۲۹/۱۲ سانتی‌متر بالاترین و ژنوتیپ شماره فجر۳۰ با متوسط ۲۱/۰۳ سانتی‌متر کمترین طول پدانکل را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در شرایط تنش کم‌آبی نیز بیشترین و کمترین طول پدانکل به ترتیب با متوسط ۳۰/۱۷ و ۱۸/۳۸ سانتی‌متر به ترتیب به ژنوتیپ‌های سینا و سید تاج‌الدین اختصاص یافت (جدول ۶). زاهدی نو و همکاران (Zahedino et al., 2012) و موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) اختلاف معنی‌دار بین ارقام جو ازلحاظ طول پدانکل گزارش نموده‌اند.

جدول ۵. مقایسه میانگین ارقام و لاین‌های جو ازلحاظ صفات زراعی موردبررسی در شرایط آبیاری نرمال

Table 5. Comparison of barley lines and variety in terms of agronomic traits under normal irrigation conditions.

Genotyps	ژنوتیپ	ارتفاع بوته Plant Hieght (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	طول پدانکل Peduncle length (cm)	وزن سنبله Spike weight (g)	تعداد سنبله در مترمربع Spike number / m^2
Seyed tajiddin	**سید تاج‌الدین**	73.0^{de}	$5.75b^{cd}$	22.61^{de}	1.97^{bc}	880.01^{a}
Fajr 30	**فجر۳۰**	59.58^{f}	6.47^{b}	21.03^{e}	1.65^{cd}	772.50^{bc}
Junob	**جنوب**	93.91^{a}	5.48^{de}	25.62^{bc}	2.24^{ab}	815.83^{ab}
Aras	**ارس**	84.04^{b}	7.52^{a}	24.67^{bcd}	1.87^{cd}	708.33^{cd}
Reyhan3	**ریحان۳**	72.91^{cd}	4.48^{f}	27.41^{ab}	1.81^{cd}	720^{cd}
Sina	**سینا**	74.91^{cd}	5.13^{def}	25.82^{bc}	1.81^{cd}	580^{e}
M-84-14	**M-84-14**	67.25^{de}	6.27^{bc}	26.36^{abc}	1.60^{d}	741.37^{cd}
M-86-5	**M-86-5**	67.33^{de}	5.47^{de}	25.61^{bc}	1.68^{cd}	741.50^{cd}
M-88-2	**M-88-2**	74.00^{cd}	4.75^{ef}	25.30^{bcd}	2.22^{ab}	880^{a}
MD-88-15	**MD-88-15**	79.41^{bc}	5.32^{de}	29.12^{a}	2.37^{a}	877.50^{a}
W-83-4	**W-83-4**	63.00^{ef}	5.63^{cd}	23.91^{cde}	1.72^{cd}	670.83^{d}
Chaldron	**چالدران**	75.16^{bc}	6.28^{bc}	27.29^{ab}	1.67^{cd}	545^{e}

جدول ۵. ادامه

Table 5. Continued

Genotyps	ژنوتیپ	تعداد دانه در سنبله Grain number / spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biomass (t/ha)	عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	شاخص برداشت HI (%)
Seyed tajiddin	**سید تاج‌الدین**	18.36^{d}	46.75^{b-d}	8.89^{cd}	3.25b	37.20^{bcd}
Fajr 30	**فجر۳۰**	30.90^{b}	44.58^{cde}	8.06^{cde}	2.62c	33.01^{cd}
Junob	**جنوب**	38.27^{a}	56.16^{a}	12.31^{a}	4.42a	41.01^{bc}
Aras	**ارس**	22.61^{c}	45.08^{cd}	8.89^{c}	3.11bc	35.58^{bcd}
Reyhan3	**ریحان۳**	31.72^{b}	43.58^{de}	7^{de}	3.04bc	44.91^{ab}
Sina	**سینا**	31.37^{b}	46.58^{bcd}	9.68^{bc}	2.71bc	27.99^{d}
M-84-14	**M-84-14**	31.24^{b}	40.83^{e}	9.02^{c}	2.72bc	32.45^{cd}
M-86-5	**M-86-5**	35.81^{a}	$46b^{cd}$	9.39^{bc}	2.67bc	28.53^{d}
M-88-2	**M-88-2**	37.47^{a}	47.91^{bc}	19.02^{ab}	4.33a	39.50^{bc}
MD-88-15	**MD-88-15**	35.90^{a}	49.25^{b}	12.31^{a}	4.93a	40.67^{bc}
W-83-4	**W-83-4**	37.07^{a}	43.50^{de}	8.70^{cd}	2.74bc	35^{bcd}
Chaldron	**چالدران**	21.17^{cd}	46.66^{bcd}	6.20^{e}	2.74bc	52.01^{a}

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند

Means in each column with the same letter are not significantly different at P<0.05

جدول ۶. مقایسه میانگین ارقام و لاین‌های جو ازلحاظ صفات زراعی موردبررسی در شرایط تنش کم‌آبی انتهای فصل

Table 6. Comparison of barley lines and variety in terms of agronomic traits under normal water deficit condition

Genotyps	ژنوتیپ	ارتفاع بوته Plant hieght (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	طول پدانکل Peduncle length (cm)	وزن سنبله Spike weight (g)	سنبله در مترمربع Spike number / m²
Seyed tajiddin	سید تاج‌الدین	67.33^{bc}	5.53^{b-e}	18.38^{f}	0.83^{f}	620^{bc}
Fajr 30	فجر۳۰	53.66^{d}	6.04^{d-e}	24.06^{de}	1.49^{d}	535.83^{b-e}
Junob	جنوب	77.33^{a}	6.25^{ab}	22.12^{d}	1.71^{a}	726.67^{a}
Aras	ارس	72.91^{a}	6.55^{a}	21de	1.22^{e}	502.50^{b-e}
Reyhan3	ریحان۳	63.16^{c}	4.75^{e}	26.31^{bc}	1.51^{c-d}	637.50^{b}
Sina	سینا	75.41^{a}	5.55^{be}	30.17^{a}	1.58^{a-d}	418.33^{e}
M-84-14	M-84-14	63.16^{c}	6.72^{a}	20.25^{e}	1.55^{bcd}	576.67^{bcd}
M-86-5	M-86-5	62^{c}	5.40^{cde}	26.03^{bc}	1.66^{abc}	490.83^{cde}
M-88-2	M-88-2	64.66^{c}	5.22^{de}	25.82^{bc}	1.70^{ab}	799.17^{a}
MD-88-15	MD-88-15	68.41^{bc}	6.07^{abc}	27.33^{b}	1.65^{abc}	753.33^{a}
W-83-4	W-83-4	62.33^{c}	5.41^{cde}	21.51^{de}	1.55^{bcd}	637.50^{b}
Chaldron	چالدران	71.75^{ab}	6.51^{a}	25.14^{bc}	1.15^{e}	475de

جدول ۶. ادامه

Table 6. Continued

Genotyps	ژنوتیپ	تعداد دانه در سنبله Grain number / spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biomass (t/ha)	عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	شاخص برداشت HI (%)
Seyed tajiddin	سید تاج‌الدین	15.02^{f}	37.85^{b-f}	6.63^{de}	2.42^{b}	35.78^{cd}
Fajr 30	فجر۳۰	28.10^{c}	37.07^{c-f}	7.02^{cd}	2.11^{bcd}	32.31^{d}
Junob	جنوب	35.94^{a}	41.35^{a}	9.80^{a}	3.44^{a}	45.50^{a}
Aras	ارس	21.95^{d}	34.2^{f}	6.83^{cde}	2.01^{bcd}	30.83^{d}
Reyhan3	ریحان۳	27.72^{c}	40.89^{ab}	4.63^{g}	1.86^{cd}	37.91^{bc}
Sina	سینا	30.82^{b}	37.25^{cf}	5.28^{fg}	1.86^{d}	32.66^{cd}
M-84-14	M-84-14	29.87^{bc}	37.25^{cf}	6.58^{de}	2.21^{bcd}	32.53^{cd}
M-86-5	M-86-5	28.12^{c}	40.4^{abc}	5.69^{efg}	2.15^{bcd}	37.86^{bc}
M-88-2	M-88-2	34.46^{a}	38.08^{a-e}	8.88^{ab}	3.75^{a}	42.17^{ab}
MD-88-15	MD-88-15	36.06^{a}	41.5^{a}	8.59^{b}	3.66^{a}	43.33^{ab}
W-83-4	W-83-4	27.27^{c}	36.71^{def}	6.13^{def}	2.39^{b}	37.97^{bc}
Chaldron	چالدران	18^{e}	40^{a-d}	7.83^{bc}	2.33^{bc}	30.03^{d}

میانگین دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند

Means in each column with the same letter are not significantly different at P<0.05

وزن سنبله

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها ازنظر وزن سنبله نشان داد در شرایط آبیاری نرمال لاین‌های MD-88-15 و M-84-14 به ترتیب با متوسط ۲/۳۷ و ۱/۶۰ گرم و در شرایط تنش کم‌آبی ارقام جنوب و سید تاج‌الدین به ترتیب با متوسط ۱/۷۱ و ۰/۸۳ گرم بیشترین و کمترین طول سنبله را به خود اختصاص دادند. در مطالعه موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) بین ژنوتیپ‌های جو در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی ازلحاظ وزن سنبله اختلاف معنی‌دار گزارش شده است. وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام را می‌توان به تفاوت در زمینه ژنتیکی آن‌ها و همچنین اثر محیط بر آن‌ها نسبت داد.

سنبله در مترمربع

در شرایط آبیاری نرمال سه رقم سید تاج‌الدین، M-88-2 و MD-88-15 به ترتیب با متوسط ۸۸۰/۰۱، ۸۸۰ و ۸۷۷/۵ سنبله در مترمربع بیشترین و رقم چالدران با متوسط ۵۴۵ کمترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد. این در

حالی بود که در شرایط تنش کم‌آبی بیشترین تعداد سنبله در مترمربع به لاین‌های جنوب، M-88-2 و MD-88-15 به ترتیب با متوسط ۷۲۶/۶۷، ۷۹۹/۱۷ و ۷۵۳/۳۳ عدد در مترمربع و کمترین مقدار نیز با متوسط ۴۱۸/۳۳ به رقم سینا اختصاص یافت (جداول ۵ و ۶). اولین جزء عملکرد به‌طور ژنتیکی کنترل‌شده تعداد سنبله در هر گیاه است که تابعی از تراکم بوته، قدرت پنجه‌زنی و بقای پنجه‌ها می‌باشند. تعداد مطلوب سنبله در واحد سطح با رژیم رطوبتی خاک در اوایل فصل رشد یعنی قبل از ساقه رفتن و اختصاصاً مرحله پنجه‌زنی گیاه جو ارتباط نزدیکی دارد. نیازی فر (Niazifard, 2017) و فروزانفر و همکاران (Frozanfar et al., 2011) گزارش کرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی بین ژنوتیپ‌ها ازنظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند.

تعداد دانه در سنبله

در این تحقیق تنش کم‌آبی تعداد دانه در سنبله را در مقایسه با شرایط نرمال ۷/۰۲ درصد کاهش داد (جدول ۴). گزارش شده است که تنش کم‌آبی باعث خشک شدن دانه گرده و افت میزان گل‌های تلقیح شده گردید درنتیجه درصد دانه-های پوک افزایش و یا تعداد دانه‌ها کاهش می‌یابد (Oelke, 2004). کافی و همکاران (Kafi et al., 2000) اظهار داشتند که یکی از دلایل کاهش تعداد دانه به هنگام تنش کم‌آبی کاهش تعداد گل و کم شدن تعداد گل‌های بارور در غلات است. کاهش تعداد دانه در سنبله جو در اثر تنش کم‌آبی در مطالعات شریف و همکاران (Sharif et al., 2007) و موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) گزارش شده است. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال نشان داد رقم جنوب و لاین‌های M-88-2، W-4-83، MD-88-15 و M-5-86 به ترتیب با متوسط ۳۸/۲۷، ۳۷/۴۷، ۳۷/۰۷، ۳۵/۹۰ و ۳۵/۸۱ دانه بیشترین تعداد و رقم سید تاج‌الدین با متوسط ۱۸/۳۶ دانه کمترین تعداد دانه را به خود اختصاص دادند. تحت شرایط تنش کم‌آبی نیز رقم جنوب و لاین‌های MD-88-15 و M-88-2 به ترتیب با متوسط ۳۵/۹۴، ۳۶/۰۶ و ۳۴/۴۶ دانه بیشترین و رقم چالدران با متوسط ۱۸ دانه کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (جداول ۵ و ۶). یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016) و موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) بین ژنوتیپ‌های جو ازلحاظ تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند.

وزن هزار دانه

تنش کم‌آبی وزن هزار دانه را در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال ۱۸/۶۱ درصد کاهش داد (جدول ۴). اعمال تنش خشکی موجب عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره‌شده به دانه‌ها می‌گردد (Richard et al., 2001) که می‌تواند دلیلی برای کاهش تعداد دانه یا وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌ها باشد. محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2008) گزارش کردند که خشکی و گرمای انتهای دوره رشد سبب کاهش دوره رشد، اختلال در فتوسنتز و جریان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و درنهایت کاهش وزن دانه می‌شود. در شرایط آبیاری نرمال رقم جنوب و لاین M-84-14 به ترتیب با متوسط ۵۶/۱۶ و ۴۰/۸۳ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند این در حالی بود که در شرایط تنش کم‌آبی بالاترین وزن هزار دانه با متوسط ۴۱/۳۵ و ۴۱/۵۰ گرم به رقم جنوب و لاین MD-88-15 و کمترین مقدار به رقم ارس با متوسط ۳۴/۲۰ گرم اختصاص یافت (جداول ۵ و ۶). جعفری و محلوجی (Jafari and Mahloji, 2010) در مقایسه ارقام مختلف جو بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه ازنظر صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده کرده و با مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها مشاهده کردند ژنوتیپ IFN -۱۳ و CB-۷۴ درمجموع دو سال آزمایش بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین زاهدی نو و همکاران (Zahedino et al., 2012) در ارزیابی ارقام مختلف جو بین ژنوتیپ‌ها ازنظر صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده و گزارش کردند که ارقام رادیکال و والفجر به ترتیب با میانگین۴۷/۳۳ گرم و ۵۳/۵۳ گرم، بیشترین و کمترین تعداد دانه را نشان داده‌اند.

عملکرد بیولوژیک

در این تحقیق تنش کم‌آبی مقدار عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال ۳۷/۴۶ درصد کاهش داد. صدیق و همکاران (Siddique et al., 1999) و سی‌وسه مرده و همکاران (Siosemardeh et al., 1999) نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش قابل‌توجهی در هدایت روزنه‌ای،

توسعه و رشد برگ‌ها می‌شود که این امر کاهش تولید گیاه را به دنبال دارد. در مطالعه یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016) با قطع آبیاری پس از ظهور سنبله، عملکرد بیولوژیک به مقدار ۲۵/۲۱ درصد تقلیل یافت، در شرایط آبیاری نرمال رقم جنوب و لاین MD-88-15 به ترتیب با متوسط ۱۲/۳۱ و ۱۲/۳۱ تن در هکتار بالاترین و رقم چالدران با متوسط ۶/۲۰ تن در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد، این در حالی بود که در شرایط تنش کم‌آبی ارقام جنوب و ریحان۳ به ترتیب با متوسط ۹/۸۰ و ۴/۶۳ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جداول ۵ و ۶). حسن‌زاده قورت تپه و همکاران (Hassanzadeh Gorttapeh et al., 2008) نشان دادند که ارقامی که دارای عملکرد زیستی بالاتری هستند، توانایی باروری تعداد گلچه-های بیشتری را دارند و درنتیجه این ارقام دارای تعداد دانه در سنبله بیشتری بوده و درنهایت از عملکرد بالاتری نیز برخوردار هستند.

عملکرد دانه

تنش کم‌آبی انتهای فصل مقدار عملکرد دانه را در مقایسه با شرایط آبیاری نرمال ۴۲/۷۹ درصد کاهش داد (جدول ۴). در زمان بروز تنش، میزان مواد فتوسنتزی صادرشده از برگ‌ها کاهش می‌یابد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم‌آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس (تورگر) نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و درنهایت از مقدار آسیمیلات ذخیره-ای می‌کاهد (Tabatabaei et al., 2011). به عقیده پژوهشگران تنش کم‌آبی می‌تواند باعث بسته شدن روزنه و درنتیجه کاهش جذب دی‌اکسید کربن، فتوسنتز و تولید ماده خشک شود (Shiri et al., 2010) و از این طریق رشد و تولید محصول را کاهش دهد. پیر و همکاران (Pierre et al., 2008) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش خشکی در گندم گزارش دادند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پر شدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه و بیشترین تأثیر آن نیز در دوره پر شدن دانه، بین روزهای اول تا چهاردهم بعد از گرده‌افشانی است که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارند. سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2017) نشان دادند تنش خشکی باعث کاهش ۳۶ درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های موردبررسی شد. همچنین آن‌ها گزارش کردند بعد از عملکرد دانه، به ترتیب صفات عملکرد زیستی، عملکرد کاه، تعداد پنجه‌های بارور و شاخص برداشت کاهش در اثر تنش خشکی را نشان دادند پاک‌نژاد و همکاران (Paknejad et al., 2008) نتیجه گرفتند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه مربوط به تنش خشکی در زمان گلدهی تا پایان دوره رشد بوده است. در شرایط آبیاری نرمال بالاترین عملکرد دانه در رقم جنوب و لاین‌های، M-88-2 و MD-88-15 به ترتیب با متوسط ۴/۴۲، ۴/۳۳ و ۴/۹۳ تن در هکتار دیده شد، کمترین عملکرد دانه نیز با متوسط ۲/۶۲ تن در هکتار به رقم فجر ۳۰ اختصاص یافت. در شرایط تنش کم‌آبی نیز لاین‌های M-88-2، MD-88-15 و رقم جنوب به ترتیب با متوسط ۳/۷۵، ۳/۶۶ و ۳/۴۴ تن در هکتار بالاترین و رقم سینا با متوسط ۱/۸۶ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جداول ۵ و ۶). نیازی فرد و همکاران (Niazifard, 2017)، موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) و سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2017) بین ارقام مختلف جو ازلحاظ عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند.

شاخص برداشت

شاخص برداشت در شرایط آبیاری نرمال با متوسط ۴۵/۷۲ از شرایط تنش کم‌آبی با متوسط ۴۳/۲۵ درصد بالاتر بود (جدول ۴). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال نشان داد رقم چالدران با متوسط ۵۲/۰۱ بالاترین، رقم ریحان۳ و لاین M-86-5 به ترتیب با متوسط ۲۷/۹۹ و ۲۸/۵۳ درصد کمترین مقدار شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. در شرایط تنش کم‌آبی بالاترین شاخص برداشت با متوسط ۴۵/۵۰ به رقم جنوب اختصاص داشت، کمترین مقدار شاخص مذکور نیز با متوسط ۳۰/۰۳ و ۳۲/۳۱ درصد به ترتیب به ارقام فجر ۳۰ و چالدران اختصاص داشت (جداول ۵ و ۶). در تحقیق نیازی فرد (Niazifard, 2017) بین ارقام و ژنوتیپ‌های جو ازلحاظ شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار گزارش شده است.

تعیین ضرایب همبستگی ساده

در هر دو شرایط نرمال آبیاری همبستگی عملکرد دانه با وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک و شاخص

برداشت مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷)، علاوه بر صفات مذکور در شرایط آبیاری نرمال عملکرد دانه با ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ بنابراین می‌توان گفت ژنوتیپ‌هایی که وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالایی برخوردار هستند دارای عملکرد دانه بیشتر بودند. مجیر شیبانی و همکاران (Mojirsheybani et al., 2013) با انجام تحقیقی بر روی ۲۴ رقم جو نتیجه گرفتند که بین عملکرد با صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، دوره پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده کردند. گل‌آبادی و همکاران (Golabadi et al., 2009) نیز در تحقیقی بر روی اثر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد گندم دوروم بین عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده کردند.

جدول ۷. ضرایب همبستگی صفات در شرایط نرمال رطوبتی (اعداد پایین) و شرایط تنش کم‌آبی (اعداد بالا) بر اساس میانگین دو سال

Table 7. Correlation coefficients of traits under normal condition (low numbers) and water difict condition (high numbers) based on the average of two years

Traits	صفات	ارتفاع بوته Plant hieght	طول سنبله Spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	سنبله در مترمربع Spike no./m^2
Plant Hieght	**ارتفاع بوته**	1	0.39**	0.16^{ns}	-0.07^{ns}	-0.02^{ns}
Spike length	**طول سنبله**	-0.06^{ns}	1	0.16^{ns}	-0.12^{ns}	0.11^{ns}
Peduncle length	**طول پدانکل**	0. 33**	-0.16^{ns}	1	0.32**	0.06^{ns}
Spike weight	**وزن سنبله**	0.40**	-0.14^{ns}	0.19^{ns}	1	-0.08^{ns}
Spike no./m^2	**تعداد سنبله در مترمربع**	0. 30**	0.03^{ns}	0.14^{ns}	0.03^{ns}	1
Grain no./spike	**تعداد دانه در سنبله**	-0.03^{ns}	0.34**	0.14^{ns}	0.23*	0.04^{ns}
1000 grain weight	**وزن هزار دانه**	0. 33**	-0.06^{ns}	0.03^{ns}	0.32*	0.03^{ns}
Biological yield	**عملکرد بیولوژیک**	0. 33**	0.24*	0.08^{ns}	0.15^{ns}	0.48**
Grain yield	**عملکرد دانه**	0.45**	0.19^{ns}	0.23*	0.27**	0.55**
Harvest index	**شاخص برداشت**	0.21^{ns}	0.13^{ns}	0.03^{ns}	0.32**	0.02^{ns}

Table 7. Continued

جدول ۷. ادامه

Traits	صفات	دانه در سنبله Grain no./spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI
Plant Hieght	**ارتفاع بوته**	0.06^{ns}	0.01^{ns}	0.12^{ns}	0.26*	0.06^{ns}
Spike length	**طول سنبله**	-0.07^{ns}	-0.09^{ns}	0.24*	0.05^{ns}	0.08^{ns}
Peduncle length	**طول پدانکل**	0.19^{ns}	0.30**	0.06^{ns}	0.01^{ns}	0.14^{ns}
Spike weight	**وزن سنبله**	0.85**	0.12^{ns}	0.16^{ns}	0.34**	0.38**
Spike no./m^2	**تعداد سنبله در مترمربع**	0.08^{ns}	-0.13^{ns}	-0.02^{ns}	0.09^{ns}	0.15^{ns}
Grain no./spike	**تعداد دانه در سنبله**	1	-0.09^{ns}	0.21^{ns}	0.38**	0.21^{ns}
1000 grains weight	**وزن هزار دانه**	0.12^{ns}	1	0.11^{ns}	0.18^{ns}	0.24*
Biological yield	**عملکرد بیولوژیک**	0.04^{ns}	0.12^{ns}	1	0.80**	-0.38**
Grain yield	**عملکرد دانه**	0.47**	0. 30**	0.33**	1	0.73**
Harvest index	**شاخص برداشت**	0.09^{ns}	0.22**	-0.45**	0.33**	1

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

ns, * and **: no Significant, Significant at 5% and 1% levels probability, respectively

تجزیه رگرسیون و علیت

برای حذف اثر صفات غیر مؤثر و یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیون گام‌به‌گام تحت شرایط آبیاری معمولی با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل به دست آمد. در شرایط نرمال صفات تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع (R^2=۰/۷۶) و در شرایط تنش کم-آبی صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه (R^2=۰/۶۰) در توجیه تغییرات عملکرد دانه سهم داشتند (جداول ۸ و ۹). در مطالعه موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014) در شرایط آبیاری نرمال تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه و وزن سنبله درمجموع ۹۹/۲۵ درصد و در شرایط تنش کم‌آبی تعداد سنبله در مترمربع، وزن دانه و وزن هزار دانه با توجیه ۹۶/۷۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه وارد مدل رگرسیونی شدند.

جدول ۸. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 8. Results of stepwise regression analysis of traits with grain yield under normal conditions

Variables	متغیرها	1	2	3
Contrast	عدد ثابت	1.40	-0.52	-0.63
Grain no./spike	تعداد دانه در سنبله	0.20	0.16	0.12
Spike weight	وزن سنبله		1.22	1.07
Spike no./m^2	سنبله در مترمربع			0.01
R^2	ضریب تبین	0.57	0.73	0.76

جدول ۹. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی

Table 9. Results of stepwise regression analysis of u traits with grain yield under water difict conditions

Variables	متغیرها	1	2	3
Contrast	عدد ثابت	1.16	-0.50	-2.35
Grain no./spike	تعداد دانه در سنبله	0.5	0.5	0.05
Plant Hieght	ارتفاع بوته		0.02	0.02
1000 grains weight	وزن هزار دانه			0.4
R^2	ضریب تبین	0.49	0.56	0.60

نتایج تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۱۰) نشان داد که صفات تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه نشان دادند. همچنین صفات مذکور به‌صورت غیرمستقیم و از طریق دیگر صفات وارد مدل شده توانستند به اثر مثبتی در افزایش عملکرد دانه داشته باشند. با توجه به نتایج تجزیه علیت، بالا بودن عملکرد دانه در رقم جنوب، لاین‌های M-88-2 و MD-88-15 در شرایط آبیاری نرمال را می‌توان به بالا بودن تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بالای آن‌ها نسبت داد. نتایج تجزیه علیت در شرایط تنش کم‌آبی حاکی از آن بود که صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه نشان دادند. نتایج نشان داد تعداد دانه در سنبله از طریق ارتفاع بوته اثر مثبت و از طریق وزن هزار دانه اثر منفی غیرمستقیم بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱۱). این در حالی بود که ارتفاع بوته اثر مثبت غیرمستقیمی بر عملکرد دانه به‌واسطه تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه داشت. درنهایت وزن هزار دانه از طریق ارتفاع بوته اثر مثبت و از طریق تعداد دانه اثر منفی غیرمستقیمی بر عملکرد دانه نشان داد. اثر مثبت مستقیم و غیرمستقیم ارتفاع بوته بر

عملکرد دانه را در شرایط تنش کم‌آبی می‌توان به اهمیت ذخایر ساقه و انتقال مجدد آن در پر شدن دانه نسبت داد، به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع بوته بر مقدار انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول به دانه افزوده شد و وزن هزار دانه افزایش و متعاقباً عملکرد دانه افزایش خواهد یافت. همانند شرایط آبیاری نرمال، بالا بودن عملکرد دانه در رقم جنوب، لاین‌های M-88-2 و MD-88-15 در مقایسه با لاین‌های دیگر را می‌توان به بالا بودن تعداد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته نسبت داد. داداشی و همکاران (Dadashi, 2006) نیز با توجه به نتایج تجزیه علیت در بررسی لاین‌های جو لخت نشان دادند که صفات تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد دانه داشته و گزینش بر اساس این صفات جهت بهبود عملکرد دانه مؤثر خواهد بود.

جدول ۱۰. تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 10. Path analysis of traits affecting grain yield under normal condition

			Indirect effect		اثر غیرمستقیم
Variables	متغیرها	اثر مستقیم Direct effect	تعداد دانه در سنبله Grain number / spike	وزن سنبله Spike weigh	سنبله در مترمربع spike number / m^2
Grain no./spike	تعداد دانه در سنبله	0.36**	-	0.09	0.01
Spike weight	وزن سنبله	0.40**	0.08	-	0.01
spike no./m^2	سنبله در مترمربع	0.25**	0.01	0.012	-

جدول ۱۱. تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط در شرایط تنش کم‌آبی

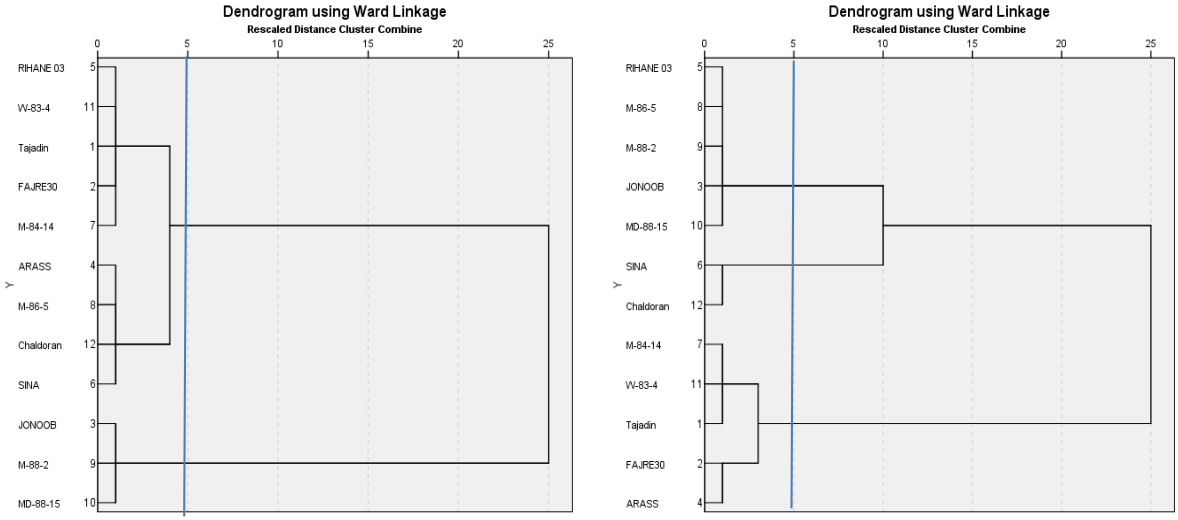
Table 11. Path analysis of traits affecting grain yield under under water difict condition

			Indirect effect		اثر غیرمستقیم
Variables	متغیرها	اثر مستقیم Direct effect	تعداد دانه Grain no./spike	ارتفاع بوته Plant hieght	وزن هزار دانه 1000 grains weight
Grain no./spike	تعداد دانه در سنبله	0.38**	-	0.014	-0.018
Plant hieght	ارتفاع بوته	0.24*	0.022	-	0.002
1000 grains weight	وزن هزار دانه	0.21*	-0.034	0.002	-

تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۲ رقم و لاین‌های جو بهاره درمجموع دو سال و در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی در شکل (۱) آمده است. بر اساس تجزیه واریانس چند متغیره در هر دو شرایط نرمال رطوبتی و تنش کم‌آبی برش دندروگرام از فاصله ۵ بیشترین مقدار F و درنتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون‌گروهی را فراهم کرد. بر این اساس، ارقام و لاین‌های جو بهاره در شرایط آبیاری نرمال به دو و در شرایط کم‌آبی به سه گروه دسته‌بندی شدند. (شکل ۱). تجزیه واریانس ازنظر صفات موردمطالعه در شرایط نرمال نشان داد که بین این گروه‌ها ازنظر کلیه صفات به‌غیراز طول سنبله، طول پدانکل و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱۲). خوشه یک شامل لاین‌های ریحانه ۰۳، W-83-4، تاج‌الدین، فجر ۳۰، M-84-14، ارس، M-86-5، چالدران و سینا بود. ژنوتیپ‌های موجود در این گروه ازنظر ارتفاع بوته، وزن سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از مقادیر کمتری در مقایسه با میانگین خوشه‌ها برخوردار بودند. کلاستر شماره دو دربرگیرنده ژنوتیپ‌های جنوب، M-88-2 و MD-88-15 بود ژنوتیپ‌های خوشه مذکور از مقادیر بالاتر صفات ارتفاع بوته، وزن سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با میانگین کل خوشه‌ها برخوردار بودند. تحت شرایط تنش کم‌آبی انتهای فصل بین سه گروه ایجادشده ازلحاظ ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار دیده شد (جدول ۱۳). در شرایط تنش کم‌آبی خوشه یک که دربرگیرنده ژنوتیپ‌های شماره ریحانه ۰۳، M-86-5، M-88-2، جنوب و MD-88-15 بود ژنوتیپ‌های خوشه مذکور از ارتفاع بوته، تعداد سنبله در

مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. در کلاستر شماره دو ژنوتیپ شماره فجر ۳۰ و چالدران قرار گرفتند ژنوتیپ‌های کلاستر شماره دو از ارتفاع بوته و طول پدانکل و تعداد سنبله در مترمربع بالاتر از میانگین کل و از وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کمتر از میانگین کل کلاسترها برخوردار بودند. کلاستر سه دربرگیرنده ژنوتیپ‌های M-84-14، W-83-4، تاج‌الدین، فجر ۳۰ و ارس بود ژنوتیپ‌های کلاستر شماره سه از ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کمتر از میانگین کل کلاسترها برخوردار بودند. در تحقیق حاضر در هر دو شرایط نرمال و تنش کم‌آبی ارقام و لاین‌های جنوب، M-88-2 و MD-88-15 در یک خوشه قرار گرفتند که در هر دو شرایط خوشه‌های مذکور از مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد دانه بالاتر از دیگر گروه‌ها برخوردار بودند بنابراین گزینش سه ژنوتیپ مذکور قابل توصیه است. سیدآقامیری و همکاران (Sayyed Aqamiri et al., 2012) در بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام و هیبریدهای جدید جو با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره ۲۸ ژنوتیپ جو زراعی را به سه گروه دسته‌بندی کردند.



شکل ۱. نمودار درختی حاصل از گروه‌بندی لاین ها و ارقام جو با روش وارد در فاصله ۵ در شرایط آبیاری نرمال (چپ) و تنش کم آبی (راست)

Fig. 1. Tree diagram of genotypes and barley cultivars the distance of 5 Normal conditions (left) water deficit (right)

جدول ۱۲. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ازلحاظ صفات موردبررسی درمجموع دو سال در شرایط نرمال

Table 12. Analysis of variance and mean comparison of groups from cluster analysis In terms of understudy traits two-year in normal condition

Variables	متغیرها	ارتفاع بوته Plant hieght	طول سنبله spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	تعداد سنبله در مترمربع Spike no./m^2
Between groups	**بین گروه‌ها**	351.13*	1.12^{ns}	5.71^{ns}	0.39**	274460**
Within groups	**درون گروه‌ها**	73.80	0.64	4.63	0.02	5224
Cluster 1	**کلاستر ۱**	70.68^{b}	5.18^{a}	24.98^{a}	1.76^{b}	5430.80^{b}
Cluster 2	**کلاستر ۲**	82.44^{a}	5.89^{a}	26.57^{a}	2.18^{a}	893.06^{a}
Mean	**میانگین**	76.56	5.535	25.775	1.97	718.5

Table 12. Continued **جدول ۱۲. ادامه**

Variables	متغیرها	تعداد دانه در سنبله Grain no./spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI
Between groups	**بین گروه‌ها**	164.78*	88.15**	26.71**	6.69**	0.003^{ns}
Within groups	**درون گروه‌ها**	35.07	7.20	1.16	0.06	0.004
Cluster 1	**کلاستر ۱**	28.90^{b}	44.88^{b}	8.44^{b}	2.84^{b}	0.36^{a}
Cluster 2	**کلاستر ۲**	37.20^{a}	51.14^{a}	11.88^{a}	4.57^{a}	0.40a
Mean	**میانگین**	33.05	48.01	10.16	3.705	0.38

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر تنش کم‌آبی عملکرد دانه را ۴۲/۷۹ درصد کاهش داد. در بین اجزای عملکرد، بیشترین مقدار کاهش به وزن هزار دانه اختصاص داشت و تعداد دانه در سنبله در رتبه بعدی قرار گرفت. تعداد دانه در هر دو شرایط همبستگی مثبت و اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه نشان داد، انتخاب ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط بر اساس صفت مذکور می‌تواند در دست‌یابی به ژنوتیپ‌های پر محصول مفید باشد. رقم جنوب، لاین‌های M-88-2 و MD-88-15 بالاترین مقدار عملکرد دانه را در هر دو شرایط به خود اختصاص دادند و قابل توصیه برای شرایط استان آذربایجان غربی می‌باشند.

جدول ۱۳. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ازلحاظ صفات موردبررسی درمجموع دو سال در شرایط تنش کم‌آبی

Table 13. Analysis of variance and mean comparison of groups from cluster analysis In terms of understudy traits two-year in water deficit condition.

Variables	متغیرها	ارتفاع بوته Plant hieght	طول سنبله Spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	تعداد سنبله در مترمربع Spike no./m^2
Between groups	**بین گروه‌ها**	113.2*	0.09^{ns}	39.10**	0.06^{ns}	50060.7**
Within groups	**درون گروه‌ها**	20.10	0.43	8.45	0.07	3848.3
Cluster 1	**کلاستر ۱**	74.06^{ab}	5.90^{a}	24.46^{ab}	1.59^{a}	826.0^{a}
Cluster 2	**کلاستر ۲**	78.58^{a}	6.03^{a}	27.65^{a}	1.37^{a}	732.83^{b}
Cluster 3	**کلاستر ۳**	67.13^{b}	5.69^{a}	21.50^{b}	1.38^{a}	562.50^{c}
Mean	**میانگین**	73.25	5.87	24.53	1.44	707.11

Table 13. Continued **جدول ۱۳. ادامه**

Variables	متغیرها	تعداد دانه در سنبله Grain no./spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI
Between groups	**بین گروه‌ها**	26.69^{ns}	30.02**	5.10*	1.50*	0.006^{ns}
Within groups	**درون گروه‌ها**	28.11	5.36	1.07	0.28	0.001
Cluster 1	**کلاستر ۱**	28.07^{a}	46.11^{a}	8.06^{a}	3.20^{a}	0.39^{a}
Cluster 2	**کلاستر ۲**	26.41^{a}	41.63^{b}	6.05^{b}	2.02^{b}	0.35^{a}
Cluster 3	**کلاستر ۳**	26.83^{a}	42.57^{b}	6.20^{b}	2.03^{b}	0.31^{a}
Mean	**میانگین**	27.10	43.43667	6.77	2.41	0.35

منابع

Aharizad, S., Sabzi, M., Mohammadi, S.A., Khodadadi, E., 2012. Multivariate analysis of genetic diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) recombinant inbred lines using agronomic traits. Annals of Biological Research 3, 2118-2126.

Akcura, M., Ceri, S., 2011. Evaluation of drought tolerance indices for selection of Turkish oatlandraces under various environmental conditions. Zemdirbyste-Agriculture. 98(2), 157-166.

Amer, F.B., 1999. Genetic advance in grain yield of durum wheat under low rainfall condition. Rachis. 18, 31-33.

Bhutta, W.M., Barley, T., Ibrahim, M., 2005. Path-coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. Caderno de pesquisa. Série Biologia. 17, 65-70.

Dadashi, M.R., 2006. Effect of salinity stress on morphophisiological important agronomic characteristic barley and hull-less barley cultivars. Thesis for degree of Ph.D in Plant Breeding. Islamic Azad University, Research and Science Branch. 90p. [In Persian].

Debaeke, P., Abdellah, A., 2004. Adaptation of crop management to water-limited environments. European Journal of Agronomy. 21, 433-446.

Ebadi, A., Sajed, K., Sanjari, O., 2011. Effect of irrigation cut off on dry matter remobilization and some agronomic traits in spring barley. Electronic Journal of Crop Production. 4(4), 37-19. [In Persian with English summary].

FAO. 2017. Statistical data. www. FAOSTAT. Org.

Golabadi, M., Arzani, A., Mir Mohammadi Meybodi, S.A.M., 2008. Genetic analysis of some morphological traits in durum wheat by generations mean analysis under normal and drought stress conditions. Seed and Plant. 24(1), 99-116. [In Persian with English summary].

Hassanzadeh Gorttapeh, A., Fathollahzadeh, A., Nasrollahzadeh, A., Akhondi, N., 2008. Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbijan province. Electronic Journal of Crop Production. 1, 82-100. [In Persian with English summary].

Jafari, A., Mahloji, M., 2010 Comparison of yield of cold resistant barley varieties in Fereidan, Isfahan province. Journal of Crops Improvement (Journal of Agriculture). 1, 27-21. [In Persian with English summary].

Kafi, M., Zand, E., Kamkar, B., Sharifi, H.R., Goldani, M., 2000. Plant Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad Publications. [In Persian].

Karami, E., Ghannadha, M.R., Naghavi, M.R., Mardi, M., 2005. An evaluation of drought resistance in barley. Iranian Journal of Agricultural Science. 36, 547-560. [In Persian with English summary].

Koocheki, A., 1994. Crop Production in Dry Region: Cereals, Legumes, Industrial and Forage Crops. Jihad-e- Daneshgahi of Mashhad Publications. 202p. [In Persian with English summary].

Koocheki, A. R., Yazdansepas, A., Nikkhah, H. R., 2007. Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphological traits in wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences. 8 (1), 14-29. [In Persian with English summary].

Mohammadi, M., Talei, A., Zeinali, H., Naghavi, M.R., Baum, M., 2008. Mapping some QTLs controlling drought tolerance in a doubled haploid population of barley. Seed and Plant. 24(1), 1-15. [In Persian with English summary].

Mojirsheybani, E., Peyghambari, S.A., Yazdi Samadi, B., Naghavi, M.R., Ghadrdan, K., 2013. Evaluation of genetic diversity of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars and relationship among traits using agronomic characteristics and molecular markers. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(1), 46-59. [In Persian with English summary].

Moosavi, S. M., Zahedi-No, M., Chaichi Abdollahi, M., 2014. Assessment of diversity and identifying of effective traits on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under non-stress and terminal moisture stress conditions. Cereal Research. 4(2), 155-173.

Najeeb, S., Wani, S.A., 2004. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.). National Journal of Plant Improvement. 6, 124-125.

Nazari, L., Pakniyat, H., 2008. Genetic diversity of wild and cultivated barley genotypes under drought stress using RAPD markers. Biotechnology. 7, 745-750.

Niazifard, A., 2017. Effect of terminal drought stress on agronomic traits of irrigated barley lines and cultivars. Agroecology Journal. 13(1), 69-77. [In Persian with English summary].

Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Teynor, T.M., 2004. Safflower. University of Minnesota.

Paknejad, F., Majidi, E., Noor-Mohammadi, Gh., Siadat, A., Vazan, S., 2007. Evaluation of drought stress on effective traits at accumulative assimilate of grain in different cultivars of wheat. Journal of Agricultural Sciences. 13(1), 137-149. [In Persian with English summary].

Richard, R.A., Condon, A.G., Rebetzke, G.J., 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: M.P., Reynolds, Ortiz-Monasterio, J.U., McNab, A., (eds.), Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico: CIMMYT.

Sayyed Aqamiri, S.M.M., Mostafavi, Kh., Mohammadi, A., 2012..Relationship between grain yield and its components in new hybrids and cultivars of barley using Multivariate statistical methods. Iranian Journal of Field Crops Research. 10(2), 421-427. [In Persian with English summary].

Siddique, M.R.B., Hamid, A., Islam S., 1999. Drought stress effect on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. Botanical Bulletin-Academia Sinica Taipei. 40, 141-145.

Siosemardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., Ebrahimzadeh, H., 2003. Stomatal and nonstomatal limitations to photosynthesis and their relationship with drought resistance in wheat cultivars. Iranian Journal of Agriculture Science. 34, 93-106. [In Persian with English summary].

Soleimani, A., Valizadeh, M., Darvishzadeh, R., Aharizad, S., Alipour, H., 2017. Evaluation of yield and yield component of spring barely genotypes under late season drought stress. Journal of Crop Breeding. 9(23), 105-106. [In Persian with English summary].

Tabatabaei, S.A., Ghasemi, A., Shakeri. S., 2011. Effect of water stress on yield, yield components and oil content of canola cultivars. Crops Physiology. 39(12), 53-41. [In Persian with English summary].

Yousefi Rad, M., Asghari, M., Mohammadi, M., Masoumi, A., 2016. Effect of drought stress on yield, yield components and some physiological characteristics of seven barley cultivars. Journal of Agricultural Research. 7(4), 297-308. [In Persian with English summary].