



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 مورد مطالعه 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 ($R^2=0.76$) و در شرایط تنش کم‌آبی صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ($R^2=0.60$) 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 با ارزش اقتصادی کمتر،

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 با ارزش اقتصادی کمتر،

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 به شدت 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 از نظر تولید و تأمین علوفه مورد نیاز 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 هر سال 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 فسفات تریپل، ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاس و در

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 چروکیدگی شدن دانه‌ها می‌گردد. با این وجود، تنوع ژنتیکی برای تحمل به تنش کمبود آب گزارش شده است (Nikkhah et al., 2010; Nazari and Pakniyat, 2008). یوسفی راد و همکاران (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.

از نقطه نظر 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 قابل اندازه‌گیری باشد، کارایی‌گزینش 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 سنبله‌ها 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 سنبله‌ها

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 تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و تجزیه رگرسیون به روش گام‌به‌گام انجام گرفت.

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 به صورت 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 به طور 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

Table 1. Characteristics of studied barley genotypes

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های جو مورد مطالعه

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

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			فسفر			ازت N	کربن O.C	کربنات T. N.V	کلسیم pH	اسیدیته B.D	مخصوص W.P	نقطه EC	هدایت Sp	درصد اشباع
				قابل جذب K	قابل جذب P	ازت N	کربن O.C	کربنات T. N.V	کلسیم pH									
لومی رسی 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

کلیه صفات به‌غیر از 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 مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات اختلاف معنی‌دار دیده شد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا بین

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده‌ها مشاهده شد بین دو سال مورد مطالعه از لحاظ ارتفاع بوته، طول سنبله و طول پدانکل و تعداد سنبله در مترمربع اختلاف معنی‌دار دیده شد. بین دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی از لحاظ

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. در نتیجه آسیمیلات‌ها به نحو مطلوبی تولید شده 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 (جدول 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.

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 از لحاظ صفات زراعی در مطالعه یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016)، نیازفر (Niazifard, 2017) و سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2007) گزارش شده است. برهمکنش ژنوتیپ در سال نیز بر کلیه صفات موردبررسی به‌غیر از وزن سنبله، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه معنی‌دار بود. برهمکنش ژنوتیپ در شرایط آبیاری نیز بر کلیه صفات به‌غیر از طول سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). به این معنی که واکنش ژنوتیپ‌ها در دو محیط مختلف از لحاظ صفات موردبررسی متفاوت بوده است. در نهایت برهمکنش ژنوتیپ × سال × شرایط بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. نظر به این که در مورد همه صفات برهمکنش ژنوتیپ در شرایط معنی‌دار شد، مقایسه لاین‌ها در هر دو شرایط جداگانه انجام شد (Aharizad et al., 2017).

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه 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)

SOV	منابع تغییر	درجه آزادی DF	Mean squares			میانگین مربعات	
			ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	سنبله در مترمربع spike number / m ²
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

Table 3. Continued

جدول ۳. ادامه

SOV	منابع تغییر	Mean squares				شاخص برداشت HI (%)
		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)	
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 معنی دار، معنی دار 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 مورد بررسی در ارقام و لاین‌های جو

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

Conditions	شرایط	ارتفاع بوته	طول سنبله	طول پدانکل	وزن سنبله	تعداد سنبله در متر مربع
		Plant Hieght (cm)	spike length (cm)	Peduncle length (cm)	Spike weight (g)	spike number / m ²
Normal	آبیاری نرمال	73.62 ^a	5.83 ^a	25.40 ^a	1.66 ^a	616.60 ^a
Water deficit	تنش کم آبی	66.93 ^b	5.71 ^a	23.73 ^b	1.51 ^b	598.12 ^a

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

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

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

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

طول سنبله ۶/۷۲، ۶/۵۵ و ۶/۵۱ اختصاص داشت در شرایط تنش کم آبی نیز کمترین طول سنبله در رقم ریحانه با متوسط ۴/۷۵ سانتی متر دیده شد (جدول ۶). عبادی و همکاران (Ebadi et al., 2011) بین ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع بوته و طول سنبله اختلاف معنی داری گزارش نمودند و اظهار داشتند ژنوتیپ‌هایی که دارای طول سنبله و طول ریشک بیش تری هستند، سهم بیش تری در عملکرد دانه دارند.

طول سنبله

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از لحاظ طول سنبله نشان داد ژنوتیپ‌های ارس و ریحان ۳ به ترتیب با متوسط ۷/۵۲ و ۴/۴۸ سانتی متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را در این شرایط نرمال به خود اختصاص دادند (جدول ۵)، در حالی که در شرایط تنش کم آبی بالاترین طول سنبله به لاین M-84-14 و ارقام ارس و چالدران به ترتیب با متوسط

طول پدانکل

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 از لحاظ طول پدانکل گزارش نموده‌اند.

در مطالعه حاضر تنش کم‌آبی موجب کاهش طول پدانکل در شرایط نرمال شد به طوری که 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 فجر ۳۰ با متوسط ۲۱/۰۳ سانتی‌متر کمترین طول پدانکل را به خود

جدول ۵. مقایسه میانگین ارقام و لاین‌های جو از لحاظ صفات زراعی مورد بررسی 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 Height (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}	5.75 ^{bcd}	22.61 ^{de}	1.97 ^{bc}	880.01 ^a
Fajr 30	فجر ۳۰	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	ریحان ۳	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

Table 5. Continued

جدول ۵. ادامه

Genotyps	ژنوتیپ	تعداد دانه در		عملکرد بیولوژیک Biomass (t/ha)	عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	شاخص برداشت HI (%)
		سنبله Grain number / spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)			
Seyed tajiddin	سید تاج‌الدین	18.36 ^d	46.75 ^{b-d}	8.89 ^{cd}	3.25 ^b	37.20 ^{bcd}
Fajr 30	فجر ۳۰	30.90 ^b	44.58 ^{cde}	8.06 ^{cde}	2.62 ^c	33.01 ^{cd}
Junob	جنوب	38.27 ^a	56.16 ^a	12.31 ^a	4.42 ^a	41.01 ^{bc}
Aras	ارس	22.61 ^c	45.08 ^{cd}	8.89 ^c	3.11 ^{bc}	35.58 ^{bcd}
Reyhan3	ریحان ۳	31.72 ^b	43.58 ^{de}	7 ^{de}	3.04 ^{bc}	44.91 ^{ab}
Sina	سینا	31.37 ^b	46.58 ^{bcd}	9.68 ^{bc}	2.71 ^{bc}	27.99 ^d
M-84-14	M-84-14	31.24 ^b	40.83 ^e	9.02 ^c	2.72 ^{bc}	32.45 ^{cd}
M-86-5	M-86-5	35.81 ^a	46 ^{bcd}	9.39 ^{bc}	2.67 ^{bc}	28.53 ^d
M-88-2	M-88-2	37.47 ^a	47.91 ^{bc}	19.02 ^{ab}	4.33 ^a	39.50 ^{bc}
MD-88-15	MD-88-15	35.90 ^a	49.25 ^b	12.31 ^a	4.93 ^a	40.67 ^{bc}
W-83-4	W-83-4	37.07 ^a	43.50 ^{de}	8.70 ^{cd}	2.74 ^{bc}	35 ^{bcd}
Chaldron	چالدران	21.17 ^{cd}	46.66 ^{bcd}	6.20 ^e	2.74 ^{bc}	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 از لحاظ صفات زراعی مورد بررسی در شرایط تنش کم‌آبی انتهای فصل

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

Genotypes	ژنوتیپ	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Spike length (cm)	طول پدانکل Peduncle length (cm)	وزن سنبله Spike weight (g)	سنبله در مترمربع Spike number / m ²
Seyed tajiddin	سید تاج‌الدین	67.33 ^{bc}	5.53 ^{b-e}	18.38 ^f	0.83 ^f	620 ^{bc}
Fajr 30	فجر ۳۰	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	21 ^{de}	1.22 ^e	502.50 ^{b-e}
Reyhan3	ریحان ۳	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	475 ^{de}

Table 6. Continued

جدول ۶. ادامه

Genotypes	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	فجر ۳۰	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	ریحان ۳	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

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، ۸۸۰/۰۱ و ۸۷۷/۵ سنبله در مترمربع بیشترین و رقم چالدران با متوسط ۵۴۵ کمترین مقدار صفت مذکور را به خود اختصاص داد. این در

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از نظر 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 از لحاظ وزن سنبله اختلاف معنی‌دار گزارش شده

بین ژنوتیپ‌های جو از لحاظ 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 انتهایی دوره رشد سبب کاهش دوره رشد، اختلال در فتوسنتز و جریان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و در نهایت 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 (جدول ۵ و ۶). جعفری و محلوچی (Jafari and Mahloji, 2010) در مقایسه ارقام مختلف جو بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده کرده و با مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها مشاهده کردند ژنوتیپ IFN-13 و CB-74 در مجموع 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 از نظر صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده و گزارش کردند که ارقام رادیکال و والفجر به ترتیب با میانگین ۴۷/۳۳ 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 قابل توجهی در هدایت روزنه‌ای،

حالی بود که در شرایط تنش کم‌آبی بیشترین تعداد سنبله در متر مربع به لاین‌های جنوب، M-88-2 و MD-88-15 به ترتیب با متوسط ۷۲۶/۶۷، ۷۹۹/۱۷ و ۷۵۳/۳۳ عدد در متر مربع و کمترین مقدار نیز با متوسط ۴۱۸/۳۳ به رقم سینا اختصاص یافت (جدول 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 از نظر 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 در نتیجه درصد دانه‌های 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، 83-4 W، MD-88-15 و M-86-5 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 (جدول ۵ و ۶). یوسفی راد و همکاران (Yousefi Rad et al., 2016) و موسوی و همکاران (Moosavi et al., 2014)

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 به طوری که 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 MD-88-2، M-88-15 و 88-15 در ترتیب 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 (جدول 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 از لحاظ 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 ریحان ۳ 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 (جدول ۵ و ۶). در تحقیق نیازی فرد (Niazifard, 2017) بین ارقام و ژنوتیپ‌های جو از لحاظ 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

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 ریحان ۳ به ترتیب با متوسط ۹/۸۰ و ۴/۶۳ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول 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 گلچه‌های بیشتری را دارند و در نتیجه این ارقام دارای تعداد دانه در سنبله بیشتری بوده و در نهایت 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 صادر شده 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 در نهایت از مقدار آسیمیلات ذخیره‌ای می‌کاهد (Tabatabaei et al., 2011). به عقیده پژوهشگران تنش کم‌آبی می‌تواند باعث بسته شدن روزنه و در نتیجه 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 مورد بررسی شد.

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.

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

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 deficit condition (high numbers) based on the average of two years

Traits	صفات	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Spike length	طول پدانکل Peduncle length	وزن سنبله Spike weight	سنبله در مترمربع Spike no./m ²
Plant Height	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 Height	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, *, ** : 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 گام به گام استفاده شد. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون گام به گام تحت شرایط آبیاری معمولی با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل به دست آمد. در شرایط نرمال صفات تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع ($R^2=0.76$) و در شرایط تنش کم-آبی صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه ($R^2=0.60$)

در توجیه تغییرات عملکرد دانه سهم داشتند (جدول 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 در مجموع ۹۹/۲۵ درصد و در شرایط تنش کم آبی 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 گام به گام صفات مورد مطالعه 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 تبیین	0.57	0.73	0.76

جدول ۹. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی

Table 9. Results of stepwise regression analysis of u traits with grain yield under water diffict 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 تبیین	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 معنی دار بر عملکرد دانه نشان دادند. همچنین صفات مذکور به صورت 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، لاین های M-88-2 و MD-88-15 در شرایط آبیاری نرمال را می توان به بالا بودن تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بالای آن ها نسبت داد. نتایج

تجزیه علیت در شرایط تنش کم آبی حاکی از آن بود که صفات تعداد دانه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبت و معنی دار 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 به واسطه تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه داشت. در نهایت 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

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.

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

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

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

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

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

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

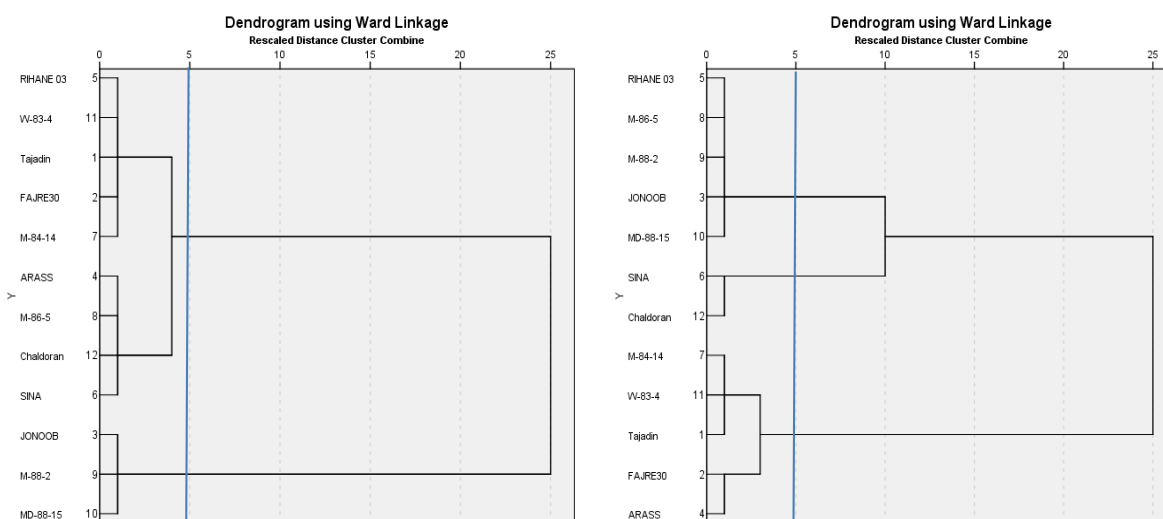
ارتفاع بوته، وزن سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه از مقادیر کمتری در مقایسه با میانگین خوشه‌ها برخوردار بودند. کلاستر شماره دو دربرگیرنده ژنوتیپ‌های جنوب، M-88-2 و MD-88-15 بود ژنوتیپ‌های خوشه مذکور از مقادیر بالاتر صفات ارتفاع بوته، وزن سنبله، تعداد 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 ایجاد شده از لحاظ 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

تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۲ رقم و لاین‌های جو بهاره در مجموع 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 در نتیجه بیشترین نسبت واریانس بین گروهی به درون گروهی 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 از نظر صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال نشان داد که بین این گروه‌ها از نظر کلیه صفات به‌غیر از 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 از نظر

کلاسترها برخوردار بودند. در تحقیق حاضر در هر دو شرایط نرمال و تنش کم آبی 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 (Sayed 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.

مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. در کلاستر شماره دو ژنوتیپ شماره فجر ۳۰ و چالدوران 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



شکل ۱. نمودار درختی حاصل از گروه‌بندی لاین‌ها 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 از لحاظ صفات مورد بررسی در مجموع 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 height	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	0.40 ^a
Mean	میانگین	33.05	48.01	10.16	3.705	0.38

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.

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

جدول ۱۳. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از لحاظ صفات مورد بررسی در مجموع 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 height	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 morphophysiological 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 Azerbaijan 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].
- Mojirshaybani, E., Peyghambari, S.A., Yazdi Samadi, B., Naghavi, M.R., Ghadrnan, 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].