

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

Effect of Drought Stress on Morphological Traits of Different Barley Varieties

اکبر صابری^۱، خداداد مصطفوی^{۲*}، احمد مهربان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰

چکیده

ده رقم جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط نرمال و تنش خشکی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفتند. صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول ریشک، وزن هزار دانه، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر، طول پدانکل، روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدن فیزیولوژیک یادداشت برداری شدند. در شرایط نرمال رطوبتی بین ارقام از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر، طول پدانکل، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک و در شرایط تنش رطوبتی نیز ارقام از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر و طول پدانکل تفاوت معنی‌دار نشان داد. تجزیه علیت نشان داد که در شرایط نرمال اثر مستقیم شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول پدانکل بر روی عملکرد دانه مثبت و بالا می‌باشد. در شرایط تنش رطوبتی، شاخص برداشت اثر مستقیم مثبت و روز تا سنبله‌دهی اثر مستقیم منفی را بر عملکرد دانه داشتند که اثرات مثبت باعث افزایش همبستگی عملکرد دانه با صفات شده و اثرات منفی کاهش همبستگی بین عملکرد دانه و صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون را به دنبال خواهد داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خصوصیات از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول ریشک، و وزن هزار دانه را می‌توان به‌عنوان شاخص‌هایی برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش و عدم تنش توصیه نمود.

کلمات کلیدی: تجزیه علیت، همبستگی، شاخص برداشت، رگرسیون گام به گام.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و دانشجوی دکتری تخصصی اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، ایران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، گروه زراعت، زاهدان، ایران.

*- نویسنده مسئول E-mail: mostafavi@kiauo.ac.ir

مقدمه

تولید غذا در دنیا عمدتاً به وسیله تنش‌های محیطی محدود می‌شود. پیدا کردن نواحی عاری از تنش که در آن گیاهان زراعی به‌توانند پتانسیل بالقوه عملکردشان را نشان دهند خیلی مشکل است. در میان تنش‌های غیرزنده، خشکی از عمده‌ترین خطرات برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و دنیا است. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌گردد. بنابراین بخش زیادی از اراضی زیر کشت غلات در ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. در این مناطق به علت کمبود منابع آب و بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق عملکرد محصولات به شدت کاهش می‌یابد (کوچکی، ۱۳۷۵). در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان می‌باشد و دستیابی به ارقامی که قادر به رشد و نمو و تولید محصول بالا در شرایط تنش خشکی باشد، بسیار مورد توجه است (رستگار، ۱۳۷۱). اگر در مرحله‌ای از رشد یا تمام دوره رشد آن آب مورد نیاز گیاه به‌طور کامل فراهم نشود گیاه تحت تنش رطوبتی قرار گرفته و بخشی از فعالیت فیزیولوژیک آن مختل می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۳).

گیاه جو جزء گیاهان مقاوم به خشکی و شوری محسوب شده و در مناطق خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جو جایگزین گندم می‌شود (Ozturk et al, 2004). جو دامنه سازگاری وسیعی دارد و در تمام نواحی معتدله و در تعداد زیادی از نقاط سردسیر و نیمه گرمسیر دنیا تولید می‌شود (تجلی، ۱۳۹۴). تنش خشکی از اصلی‌ترین عوامل طبیعی محدود کننده تولید دانه غلات در مناطق گرم و خشک می‌باشد. کاهش عملکرد حاصل از تأثیر تنش

عمدتاً ناشی از کوتاه شدن مراحل رشد و اندازه گیاه می‌باشد (دهواری، ۱۳۸۹). جو به‌عنوان دومین گیاه زراعی کشور در سطحی معادل ۱/۵ میلیون هکتار در کشور کاشته می‌شود که ۶۰ درصد آن به زراعت دیم اختصاص دارد (تجلی، ۱۳۹۰). جو به‌عنوان یک گیاه زراعی سازگار با شرایط دیم و تحمل نسبی به عوامل نامساعد محیطی مانند خشکی، شوری خاک و زودرسی نسبی در مقایسه با گندم و دارا بودن خصوصیات نظیر قابلیت برداشت برای سیلو در مرحله ظهور سنبله، چرای سبز در مرحله پنجه‌زنی، استحصال دانه و استفاده از آن در صنایع غذایی در نظام‌های زراعی مناطق خشک جهان از جمله کشور ما جایگاه ویژه دارد (رشیدی‌فر، ۱۳۸۹).

از میان عوامل کاهش دهنده عملکرد جو، تنش خشکی تأثیر منفی زیادی را دارا می‌باشد. تنش خشکی سبب کاهش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در خوشه و وزن هزار دانه می‌شود که تأثیرات آن بستگی به زمان بروز تنش (مرحله نمو گیاه) دوام و شدت تنش دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۱). ضرائب همبستگی ساده اطلاعاتی درباره روابط صفات مختلف از جمله اجزای عملکرد با عملکرد را در اختیار قرار می‌دهند بنابراین، تعیین همبستگی بین صفات مختلف به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط علت و معلولی آن‌ها به به‌نژادگران این فرصت را می‌دهد که مناسب‌ترین ترکیب اجزاء را که به عملکرد بیشتر منتهی می‌شود انتخاب نمایند (مهدوی، ۱۳۹۱). جو درمقابل تغییرات ارتفاع از سطح دریا مقاومت زیادی دارد و تا ارتفاع ۴۰۰۰ متری به خوبی رشد و نمو کرده و محصول تولید می‌نماید (خدابنده، ۱۳۷۲). آمارها نشان دهنده عملکرد پایین جو به‌خصوص در دیم‌زارها با متوسط عملکرد دانه ۸۰۰-۹۰۰ کیلوگرم در هکتار

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

متر مربع تأثیر بالایی را در عملکرد دانه داشتند. در آزمایشی اثرات سه شرایط تنش بر رشد دانه و عملکرد دانه جو مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تنش خشکی می‌تواند برای عملکرد دانه صرف‌نظر از شدت آن زیان‌آور باشد (Nezar Samareh, 2005).

هدف از این تحقیق بررسی روابط صفات مورفولوژیک و شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و تعیین نقش و میزان نسبی هر یک از آن‌ها و معرفی ارقام مقاوم به خشکی و دارای عملکرد بالا با استناد به خصوصیات مورفولوژیکی سازگار به خشکی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی برخی از صفات کمی و مورفولوژیک در جو ده رقم جو شامل گرگان ۴، ریحان، کویر، نصرت، نیمروز، والفجر، ماکوئی، زرجو، گرگان و استرین تحت شرایط نرمال و تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. ارقام مورد نظر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط نرمال و تنش رطوبتی در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ کشت و ارزیابی شد. هر تکرار شامل ۱۰ کرت و هر کرت شامل چهار ردیف به طول ۱/۵ متر بود. فاصله ردیف‌ها از هم نیز ۰/۵ متر انتخاب شد. عملیات داشت شامل از بین بردن علف‌های هرز، آبیاری و... به طور کامل انجام گرفت. آبیاری مزارع هر ۸ روز یک‌بار تا زمان گل‌دهی به طور دقیق انجام شد. به منظور ایجاد تنش خشکی در آزمایش‌های تحت تنش خشکی، آبیاری بعد از مرحله گل‌دهی قطع گردید. در زمان رسیدن محصول، هر کرت به طور جداگانه برداشت شد. اندازه‌گیری‌ها بر اساس صفاتی که هدف آزمایش بود صورت گرفت.

است. دلایل این امر می‌تواند ناشی از کاشت بهاره جو، خسارت سرما، خشکی مدیریت نادرست مزرعه در خصوص تهیه بسته بذر و عدم به کارگیری توصیه‌های فنی باشد. تنش خشکی و دمای بالا مانع رشد طبیعی و رسیدن گیاه شده و در نهایت سبب کاهش وزن دانه‌ها و عملکرد می‌گردد (Anonymous, 2008).

مطالعات نشان داده است که کم‌ترین اثر تنش آبی و حرارتی در طی پنجه‌زنی و بیش‌ترین اثر آن بین طویل شدن ساقه و مرحله ظهور پرچم است (Shafazadeh *et al.*, 2004). با توجه به شرایط منطقه که مستعد بروز تنش خشکی می‌باشد محصول جو در اواخر دوره رشد و تشکیل دانه مواجه با تنش خشکی شده و عملکرد طبیعی و رسیدن گیاه شده و در نهایت سبب کاهش وزن دانه‌ها و عملکرد می‌گردد (کازرانی ۱۳۸۹). یکی از روش‌های مناسب شناسایی صفات مؤثر به عملکرد تعیین همبستگی ساده‌ی این صفات با عملکرد است. صفاتی که همبستگی معنی‌داری با عملکرد نداشته باشند دارای کاربرد عملی در برنامه‌های اصلاحی نیستند (مهدوی، ۱۳۹۱). تجلی (۱۳۹۴) با استفاده از ضرایب همبستگی ساده روی لاین‌های جو در شرایط خشکی نشان دادند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در هر خوشه، تعداد پنجه و وزن هزار دانه دارد. همچنین تاریخ گل‌دهی با صفات تاریخ خوشه‌دهی و تاریخ رسیدن همبستگی معنی‌دار مثبت و با صفات، ارتفاع بوته و درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌دار دارد. بوچونگ و همکاران (Bu-chong *et al.*, 2005) نشان دادند که تحت شرایط تنش آبی در گندم تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا گل‌دهی و تحت شرایط آبیاری طبیعی صفات تعداد روز تا گل‌دهی، طول دوره پرشدن دانه و وزن دانه در

شرایط تنش رطوبتی نیز ارقام از نظر عملکرد دانه شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر و طول پدانکل تفاوت معنی دار نشان دادند (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس بر روی هر یک از صفات مورد بررسی در هر دو شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی نشان دهنده تنوع برای این صفات و امکان انتخاب از بین این ارقام برای صفات مورد نظر می باشد و از این نظر دست به نژادگر را به خوبی باز می گذارد.

از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰/۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. در شرایط عدم تنش رطوبتی ارقام کویر و والفجر با میانگین عملکرد ۵۶۹ و ۵۵۱/۶۷ گرم در کرت بیش ترین و ارقام ریحان و زرجو با میانگین عملکرد ۲۶۱ و ۳۱۵/۶۷ گرم در کرت کم ترین عملکرد را داشتند. در شرایط تنش رطوبتی نیز ارقام استرین و نیمروز با میانگین عملکرد ۶۵۰ و ۵۰۷ گرم در کرت بیش ترین و ارقام زرجو و والفجر به ترتیب با ۳۱۶ و ۳۰۳ گرم در کرت کم ترین عملکرد را داشتند. مطالعات دیگر حاکی از آن است که تنش بعد از گرده افشانی باعث تسریع مراحل فنولوژیک از جمله دوره رسیدگی می شود (قنبری، ۱۳۹۳). ارقام نصرت، استرین و نیمروز زودرستر بوده و دوره زایشی آن ها کم تر با شرایط نامساعد محیطی فصل تابستان مصادف بوده است.

هیچ گونه تیمار کودی به زمین آزمایش اعمال نشد. صفات عملکرد دانه در کرت، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، وزن هزار دانه، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر، طول پدانکل، روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک اندازه گیری شد. تجزیه واریانس برای صفات مختلف در هر دو شرایط کشت انجام شد. همبستگی های ساده در بین صفات اندازه گیری شده در هر یک از دو شرایط کشت، محاسبه گردید. به منظور مطالعه اثر خشکی بر صفات مورد مطالعه مقایسه میانگین برای ارقام در دو شرایط انجام شد، سپس به منظور تعیین میزان تأثیر صفات مؤثر در عملکرد دانه (متغیر وابسته) از طریق رگرسیون گام به گام خصوصیتی که ارتباط معنی داری با متغیر وابسته (عملکرد دانه) داشتند تعیین گردید. از طریق تجزیه علیت میزان اثرات مستقیم و غیر مستقیم هر صفت بر عملکرد دانه در ارقام مورد بررسی تعیین گردید. برای تجزیه های آماری از نرم افزارهای SAS، Minitab و Excell استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در شرایط نرمال رطوبتی بین ارقام از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت، طول سنبله، وزن سنبله، طول ریشک، قطر ساقه، طول بذر، قطر بذر، طول پدانکل، روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک تفاوت معنی داری وجود دارد. در

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی ارقام جو در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی

Table1- Simple analysis of variance mean squares traits of barley cultivars in terms of tension and stress

منابع تغییر source of variation	df	عملکرد دانه (گرم در کرت) Grain yield(gr/pt)		شاخص برداشت (سانتی متر) Harvest index(cm)		ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height(cm)		طول سنبله (سانتی متر) Spike length(cm)		وزن سنبله (گرم) Spike weight(gr)		طول ریشک (سانتی متر) Awn length(cm)		وزن 1000 دانه (گرم) Thousand grain weight(gr)		قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter(mm)	
		بدون تنش Normal	تنش Stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress	بدون تنش Normal	تنش stress
تکرار Replication	2	19907.63 ^{ns}	23043.43 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.0009 ^{ns}	266.89*	87.76 ^{ns}	0.099 ^{ns}	0.196 ^{ns}	^{ns} 0.22	0.253 ^{ns}	3.09 ^{ns}	8.65	110.11 ^{ns}	3.401 ^{ns}	0.312 ^{ns}	0.252 ^{ns}
تیمار Treatment	9	30183.15*	38714.42*	0.0047*	0.0207**	39.05 ^{ns}	234.22**	1.96*	3.90**	0.87**	0.585*	4.00**	5.00*	53.025 ^{ns}	26.76 ^{ns}	1.07*	0.149*
خطا Error	18	91129.50	12651.68	0.009	0.0023	74.27	36.82	0.52	0.448	0.33	0.2082	0.16	1.702	38.99	39.93	0.33	0.045
%CV		21.73	25.47	13.62	21.25	9.77	7.12	12.05	10.44	25.13	25.83	9.33	11.49	11.46	11.91	5.69	5.98
میانگین Mean		439.77	441.83	0.24	0.226	88.15	85.23	5.94	6.41	2.31	1.766	11.37	11.35	54	53.02	2.22	3.47

ادامه جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی ارقام جو در شرایط عدم تنش و تنش رطوبتی

Table1- Simple analysis of variance mean squares traits of barley cultivars in terms of tension and stress Continuation

منابع تغییر Source of variation	df	قطر بذر (میلی متر) Seed diameter(mm)		طول پدانکل (سانتی متر) Peduncle length(mm)		روز تا سنبله دهی Day to heading		روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity		طول بذر (میلی متر) Seed length(mm)	
		بدون تنش Normal	تنش Stress	بدون تنش Normal	تنش Stress	بدون تنش Normal	تنش Stress	بدون تنش Normal	تنش Stress	بدون تنش Normal	تنش Stress
		تکرار Reapet	2	5.44 ^{ns}	0.14 ^{ns}	30.76 ^{ns}	1.496 ^{ns}	62.40 ^{ns}	33.1 ^{ns}	68.03*	2.43 ^{ns}
تیمار Treatment	9	24.28*	0.198*	26.21*	9.771*	291.41*	126.83 ^{ns}	103.05*	23.648 ^{ns}	0.210**	0.845*
خطا Error	18	8.70	0.672	158	4.109	108.48	40.98	13.66	7.65	0.43	0.290
%CV		11.67	7.89	13.12	6.07	6.59	4.22	1.97	1.56	5.98	5.34
میانگین Mean		2.50	3.28	22.16	33.3	157	151	187	177.13	3.47	10.088

ns, *, ** و *** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

ns, *, **: Non-significant Significant at 5% and 1% prability levels, respectivel

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

رگرسیون گام به گام

در راستای تشخیص مهم‌ترین صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه از رگرسیون گام به گام استفاده شد. برای تشکیل معادله رگرسیونی، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و صفات شاخص برداشت، وزن سنبله، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول ریشک، طول سنبله، وزن هزاردانه، قطر ساقه، قطر بذر روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد مطالعه قرار گرفتند. این عمل برای دو شرایط تنش و عدم تنش انجام شد. در شرایط عدم تنش رطوبتی (جدول ۲) با در نظر گرفتن صفت عملکرد دانه گیاه به‌عنوان متغیر وابسته به ترتیب صفات شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول پدانکل وارد مدل رگرسیونی شدند. این صفت در مجموع ۸۲/۷۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. به عبارت دیگر ضریب تبیین (R^2) مدل مذکور ۸۲/۷۹ درصد می‌باشد که این نشان دهنده این است که سه صفت (شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول پدانکل) بیشترین تأثیر را نسبت به سایر صفات مورد ارزیابی بر روی عملکرد دانه داشته‌اند

و سهم معنی‌داری از تغییرات متغیر وابسته را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین، می‌توان برای بهبود عملکرد دانه در جو از صفات ذکر شده به‌عنوان شاخص انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی و به‌منظور بهبود عملکرد بهره جست. همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود صفت شاخص برداشت به‌عنوان اولین صفتی است که وارد مدل رگرسیونی شده و دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه ($r=0.84$) بوده و این نشان‌دهنده تأثیر بسیار زیاد آن بر میزان عملکرد دانه می‌باشد. بالا بودن سطح عملکرد می‌تواند ناشی از مناسب بودن میزان و توزیع بارندگی در طی دوره رشد زراعی انجام تحقیق باشد. همچنین بالا و پایین بودن سطوح عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد بررسی را می‌توان به متغیر بودن اجزاء عملکرد در آن‌ها و تظاهر متفاوت نسبت به شرایط محیطی مرتبط دانست. در شرایط تنش رطوبتی نیز دو صفت شاخص برداشت و روز تا سنبله‌دهی وارد مدل رگرسیونی شده و این دو صفت تأثیر بیشتری نسبت به صفات دیگر روی عملکرد دانه داشتند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه در جو (متغیر وابسته) و سایر صفات (متغیر مستقل) در شرایط عدم تنش رطوبتی

Table 2- stepwise regression analysis for grain yield in barely (the dependent variable) and Other attributes (independent variable) In terms of not stress

صفات وارد شده Logged traits	ضریب رگرسیون Regression coefficient	خطای استاندارد Standard error	C(p)	R^2
شاخص برداشت Harvest index	301.53	70.10	33.80	70.86
ارتفاع بوته Plant height	254.39	92.38	16.95	80.04
طول پدانکل Peduncle length	264.55	4.15	13.31	82.79

جدول ۳- معادلات برآورده عملکرد دانه در جو بر مبنای رگرسیون گام به گام در شرایط تنش رطوبتی

Table 3- satisfy equations yield in barley based on stepwise regression in terms of not stress coudition

مرحله Stage	معادلات Equations	R ^۲
1	Y= -81.45+301.53AC	70.86
2	Y= -399.22+254.39AC+1.05AD	80.04
3	Y= -474.79+264.55AC+1.1AD+4.05AL	82.79

AC: شاخص برداشت (Harvest index)، AD: ارتفاع بوته (Plant height)، AL: طول پدانکل (Peduncle length)

جدول ۴- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه در جو (متغیر وابسته) و سایر صفات (متغیر مستقل) در شرایط تنش رطوبتی

Table 4- stepwise regression analysis for grain yield in barely (the dependent variable) and Other attributes (independent variable) In terms of stress coudition

صفات وارد شده Logged traits	ضریب رگرسیون regression coefficient	خطای استاندارد Standard error	C(P)	R ^۲
شاخص برداشت Harvest index	253.93	59.90	8.37	17.35
روز تا سنبله‌دهی Day to heading	249.98	722.05	7.58	24.08

AC : شاخص برداشت (Harvest index)، AM: روز تا سنبله‌دهی (day to heading)

جدول ۵- معادلات برآورده عملکرد دانه بر مبنای رگرسیون گام به گام در شرایط تنش رطوبتی

Table 5- satisfy equations yield in barley based on stepwise regression in terms of not stress

مرحله Stage	معادلات Equations	R ^۲
1	Y=336.02+253.93AC	17.35
2	Y=1449.8+249.98AC+4.31AM	24.08

تجزیه علیت

عدم تنش از تجزیه علیت استفاده شد. این تجزیه در هر دو شرایط تنش و عدم تنش بر روی صفاتی که وارد مدل رگرسیونی شده و بیشترین تغییرات عملکرد را توجیه می‌کردند انجام شد. در تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه در شرایط عدم تنش رطوبتی (جدول ۶) ملاحظه می‌شود که اثرات مستقیم مثبت بوده و بالاترین مقدار آن مربوط به صفت شاخص برداشت است. در مورد اثرات غیرمستقیم بر روی عملکرد ملاحظه می‌شود که این اثرات هم مثبت بوده که باعث افزایش همبستگی بین عملکرد با سایر صفات می‌شود. بنابراین با توجه به صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که برای

اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد، زیرا انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن صفات دیگر نتایج نامطلوبی را باعث خواهد شد. لذا در برنامه‌های اصلاحی بایستی به همبستگی بین صفات توجه گردد (روحی، ۱۳۹۱). به‌منظور بررسی روابط علت و معلولی صفات مختلف با عملکرد دانه و نحوه تأیید صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون گام به گام و معرفی شاخص‌های دقیق برای انتخاب در جهت افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش و

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

مشخص شد که در شرایط نرمال رطوبتی اثر مستقیم شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول پدانکل بر روی عملکرد دانه مثبت و بالا و اثر غیر مستقیم صفات بر روی یکدیگر خیلی کم بود و تنها اثر غیر مستقیم طول پدانکل بالا بود. در شرایط تنش رطوبتی نیز شاخص برداشت اثر مستقیم و مثبت و روز تا سنبله دهی اثر مستقیم و منفی را بر عملکرد دانه داشتند که اثرات مثبت باعث افزایش همبستگی عملکرد دانه با صفات شده و اثرات منفی کاهش همبستگی بین عملکرد دانه و صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون را به دنبال خواهد داشت. در نتیجه صفاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول ریشک و وزن هزار دانه را می‌توان به‌عنوان شاخص‌هایی برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش و عدم تنش توصیه نمود و برای بهبود عملکرد دانه جو در برنامه‌های اصلاحی قابل توجه می‌باشند. در پایان مقایسه میانگین عملکرد ارقام مورد مطالعه مشخص شد که بالاترین عملکرد دانه در شرایط نرمال مربوط به رقم گرگان و در شرایط تنش خشکی مربوط به رقم استرین بود.

افزایش عملکرد تحت شرایط عدم تنش رطوبتی باید صفات شاخص برداشت، طول پدانکل و ارتفاع بوته افزایش یابد. در شرایط تنش رطوبتی بیش‌ترین اثر مستقیم مربوط به صفت شاخص برداشت است و صفت روز تا سنبله دهی دارای اثر مستقیم منفی می‌باشد (جدول ۷). اثرات غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه نیز هم مثبت و هم منفی می‌باشد. اثرات غیر مستقیم منفی باعث کاهش همبستگی بین عملکرد با صفات دیگر می‌شود. بنابراین با توجه به صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش عملکرد دانه تحت شرایط تنش باید صفت شاخص برداشت افزایش و صفت تعداد روز تا سنبله‌دهی کاهش یابد، یعنی زودرسی مورد توجه قرار گیرد. نتایج این تحقیق با یافته‌های (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006) مطابقت و با نتایج صادق‌زاده اهری (۲۰۰۶) مغایرت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از حیث اکثر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج تجزیه علیت

جدول ۶- نتیجه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای عملکرد دانه جو در شرایط عدم تنش رطوبتی

Table 6- result of direct and indirect correlation effects for barley grain yield in terms of not stress

شماره صفت	نام صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	مجموع اثرات
Number of trait	Attribute name	Direct effect	Indirect effect	Total Effects
1	شاخص برداشت Harvest index	0.749	0.008 = اثر غیر مستقیم 2	0.839
			Indirect effect	
2	ارتفاع بوته Plant length	0.222	0.081 = اثر غیر مستقیم 3	0.34
			Indirect effect	
3	طول پدانکل Peduncle length	0.213	0.029 = اثر غیر مستقیم 1	0.589
			Indirect effect	
			0.087 = اثر غیر مستقیم 3	
			0.284 = اثر غیر مستقیم 1	
			0.091 = اثر غیر مستقیم 2	
			Indirect effect	
			0.41 = اثرات خطا (The effects of errors)	

جدول ۷- نتیجه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای عملکرد دانه جو در شرایط تنش رطوبتی

Table 7- result of direct and indirect correlation effects for barley grain yield in terms of stress

شماره صفت	نام صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	مجموع اثرات
Number of trait	Traits	Direct effect	Indirect effect	Total Effects
1	شاخص برداشت Harvest index	0.386	0.33 = اثر غیر مستقیم 2	0.419
2	تعداد روز تا سنبله‌دهی Day to heading	-0.26	0.51 = اثر غیر مستقیم 1	-0.311
			Indirect effect	
			0.87 = اثرات خطا (The effects of errors)	

اثر تنش خشکی بر برخی از صفات مورفولوژیک در ارقام مختلف جو

References

منابع

- تجلی، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های امید بخش جو با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، جلد ۳، (شماره ۴: ۳۴۹-۳۴۰).
- تجلی، ح. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد و شاخص‌های ارزیابی تنش در ژنوتیپ‌های پیشرفته جو تحت تنش خشکی انتهای فصل. مجله علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۶، (شماره ۲: ۱۸۴-۱۷۱).
- خداپنده، ن. ۱۳۷۲. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۰۶ صفحه.
- دهواری، ی. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل چند متغیره عملکرد و شاخص‌های مقاومت به خشکی در لاین‌های جو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.
- رستگار، م. ع. ۱۳۷۱، دیمکاری، انتشارات برهمند، ۲۵۰ صفحه.
- رشیدی فر، ج. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل به خشکی در برخی ارقام زمستانه کلزا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه تهران.
- روحی، ا. ۱۳۹۱. مطالعه برخی ساز و کارهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در تریتیکاله، گندم و جو. رساله دکترا دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- سرمدنی، غ و ع. کوچکی، (ترجمه). ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، (تألیف یواس گوپتا). انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ۴۲۴ صفحه.
- سرمدنی، غ و ع. کوچکی، (ترجمه). ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی. (تألیف گاردنر، پی پرس و میشل) انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد، ۳۸۹ صفحه.
- قنبری، آ. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش خشکی در مرحله‌ی سنبله‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک روی فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده‌ی جو، مجموعه مقالات کلیدی سیزدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- کازرانی، ن. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل به خشکی آخر فصل در ارقام و لاین‌های امید بخش جو در استان بوشهر. مجموعه مقالات کلیدی سیزدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- کوچکی، ع. (ترجمه). ۱۳۷۵. زراعت در مناطق خشک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۰۲ صفحه.
- مهدوی، ا. م. ۱۳۹۱. ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های جو با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، جلد ۴، (شماره ۲، ۱۳۳-۱۲۲).

- Anonymous, 2008.** Annual report of sararood experiments. Dry land Agriculture research Institute, sararood, Kermanshah, Iran. (In Persian)
- Bu-chong, Z. F. M . Li., G. B. Hung, Gan., P. H. Liu and Cheng, Z. Y. 2005.** Effect of regulated deficit irrigation on grain yield,its component and water use efficiency of spring wheat. *Plant Sci* 85:825-837.
- characteristics of winter wheat. *J. Agron. and crop Sci.* 190:93-99.
- Nezar H. Samarah. 2005.** Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA*, 25 (1), pp.145-149
- Ozturk, A. and F. Aydin. 2004.** Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *J. Agron. and crop Sci.* 190:93-99.
- Sadeghzade-Ahari, D. 2006.** Evaluation for tolerance to drought stress in dryland promising durum wheat genotypes. *Iran. J. Crop. Sci.* 8 (1): 30-45.
- Shafazadeh, M. K., Yazdansepas, A., Amini, A., and Ghannadha, M. R. 2004.** Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. *Plant and Seed Journal.* 20 (1): 57-71.
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. *Field Crop Res.* 98: 222-229.

+Investigation of Drought Stress on Morphological Traits of Different Barley Varieties

A. Saberi¹, K. Mostafavi^{2*}, A. Mehraban³

Received date: 7 Sep 2016

Accepted date: 08 Feb 2017

Abstract

Ten barley cultivars base a Randomized Complete Block design with three replications in normal and drought conditions investigated in 2014-15. Grain yield, harvest index, plant height, spike length, spike weight, awn length, thousand grain weight, stem diameter, seed length, seed diameter, peduncle length, day to heading and day to physiological maturity were measured. Results of variance analysis showed that in normal conditions of moisture between the varieties in terms of grain yield, harvest index, spike length, spike weight, awn length, stem diameter, seed length, seed diameter, peduncle length, days to heading and days to physiological maturity and in stress condition the varieties in grain yield, harvest index, plant height, spike length, spike weight, awn length, stem diameter, seed length, seed length and peduncle length showed significant difference. Path analysis indicated that in normal conditions, direct effect, harvest index, plant height and peduncle length on yield is positive and high. In stress condition, harvest index, positive and direct effect and days to heading negative and direct effect on grain yield were that positive effects of increased correlation of with grain yield and, negative effects of reduce the correlation between grain yield and selected attributes will be followed by regression. Results from this study showed that Characteristics such as harvest index, plant height, peduncle length, awn length, and thousand grain can be as indicators for selecting cultivars with high yield in stress and non-stress condition can be recommended.

Keywords: Path analysis, Correlation, Harvest index, Regression.

1- Ph. D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.

* Corresponding author: mostafavi@kia.ac.ir