



ارزیابی روابط بین صفات زراعی در ژنوتیپ‌های جو اسپانتانوم در شرایط تنش خشکی

مهدی زهراوی^{۱*}، مریم شهبازی^۲

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۳۱

چکیده

تحمل به تنش خشکی در ۹ ژنوتیپ جو وحشی اسپانتانوم که از تحقیقات انجام شده در گذشته، گزینش شده بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در سال ۹۲-۱۳۹۱، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، تحت شلتر و در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. کرت اصلی شامل سطوح آبیاری در ۳ سطح اعمال تنش خشکی (شرایط نرمال)، قطع آبیاری از مرحله گلدهی (تنش ملایم) و عدم آبیاری (تنش شدید) بود و ژنوتیپ‌ها در کرت فرعی منظور شدند. صفات زراعی مطابق با توصیف‌نامه بین‌المللی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بررسی آمار توصیفی نشان داد که در هر سه شرایط مورد آزمایش، عملکرد دانه دارای بزرگترین ضریب تغییرات بود. عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی شدید با صفات ارتفاع بوته ($r=0/597^{**}$)، طول سنبله ($r=0/506^{*}$)، بیوماس ($r=0/741^{**}$) و تعداد دانه کل ($r=0/453^{*}$) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت طول ریشک ($r=-0/461^{*}$) دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود. در رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه، صفت طول سنبله در شرایط نرمال، صفات طول سنبله و ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی ملایم و صفات ارتفاع بوته و طول ریشک در شرایط تنش خشکی شدید وارد مدل شدند و به ترتیب ۳۱/۹، ۷۲/۵ و ۴۵/۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

واژه‌های کلیدی: بانک ژن، تنوع، ژرم‌پلاسم، نمونه ژنتیکی

مقدمه

جو به عنوان متحمل‌ترین غله دانه زیر نسبت به خشکی شناخته می‌شود و در کشورهای مدیترانه یک گیاه زراعی اصلی است (Forster *et al.*, 2004). تولید تجاری جو مبتنی بر پایه ژنتیکی نسبتاً باریکی است و از این لحاظ بسیار مهم است که ارقام جدیدی توسعه یابد که ترکیبی از مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی را همراه با عملکرد پایدار داشته باشند. گونه‌های اجدادی منابع مهمی از آلل‌های جدید برای توسعه ژرم‌پلاسم هستند. جو وحشی اسپانتانئوم (*H. spontaneum*)، که به عنوان جد جو زراعی (*Hordeum vulgare*) شناخته شده، دارای خزانه ژنی غنی می‌باشد (Turpeinen *et al.*, 1999). این گونه وحشی به عنوان منبع تنوع ژنتیکی مفید برای معرفی به ارقام مدرن زراعی و در نتیجه، اصلاح ارقام دارای سازگاری بهتر به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Aaronson, 1910؛ Nevo *et al.*, 2000؛ Vavilov, 1951؛ *al.*, 2013).

زهرای (۱۳۸۸) تعداد ۳۶ ژنوتیپ جو اسپانتانئوم را برای تحمل به خشکی مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که STI، MP، GMP و HM، بهترین شاخص‌ها و با همبستگی بالا با عملکرد دانه در شرایط واجد تنش و بدون تنش می‌باشند. نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را به سه گروه مقاوم، نیمه حساس و حساس متمایز نمود. شاهرادی و همکاران (۱۳۹۴) با

هدف ارزیابی سازگاری اکوتیپ‌های جو وحشی اسپانتانئوم نسبت به تنش خشکی، نوزده اکوتیپ را به همراه رقم جو زراعی نصرت مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، اکوتیپ‌های شماره ۷، ۸ و ۱۳ به همراه رقم زراعی نصرت دارای بالاترین میانگین شاخص تحمل تنش (STI) و اجزای عملکرد بودند. این اکوتیپ‌ها دارای کمترین میانگین روز تا رسیدن بودند. تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ‌های مورد بررسی را به سه گروه تقسیم کرد، گروه اول شامل اکوتیپ‌های حساس، گروه دوم شامل اکوتیپ‌های نیمه‌متحمل و گروه سوم شامل اکوتیپ‌های متحمل نسبت به تنش خشکی بودند. شاهرادی و زهرای (۱۳۹۵) تعداد ۲۷۷ مورفوتیپ از ژرم‌پلاسم جو زراعی بانک ژن گیاهی ملی ایران، متعلق به یازده استان کشور با اقلیم گرم و خشک را از نظر تحمل به خشکی، مورد ارزیابی دادند. شاخص‌های GMP و STI براساس همبستگی بالا با عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها شناسایی شدند و ۵۹۹ مورفوتیپ در گروه متحمل به خشکی قرار گرفتند. آن‌ها اظهار داشتند از آنجایی که مورفوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق، بومی اقلیم گرم و خشک کشور بودند، تحمل بالایی نسبت به تنش خشکی نشان دادند و تنوع ژنتیکی بالایی از این نظر در ژرم‌پلاسم وجود داشت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۹ ژنوتیپ جو وحشی اسپانتانئوم حاصل از گزینش مقدماتی (زهرای، ۱۳۸۸) به منظور ارزیابی تحمل به خشکی انتخاب شدند (جدول ۱).

مطالعات انجام شده در مجموع، پتانسیل تحمل به خشکی در ژرم‌پلاسم جو اسپانتانئوم ایران را نشان می‌دهد. این تحقیق به منظور بررسی دقیق‌تر تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های منتخب جو اسپانتانئوم انجام شد.

جدول ۱- اسامی نمونه‌های ژنتیکی جو اسپانتانئوم مورد مطالعه برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی

شماره	کد نمونه ژنتیکی	منشاء	شماره	کد نمونه ژنتیکی	منشاء
۱	tn_02_220	لرستان	۶	tn_02_555	فارس
۲	tn_02_310	تهران	۷	tn_02_971	ایلام
۳	tn_02_312	تهران	۸	tn_02_1007	کرمانشاه
۴	tn_02_374	تهران	۹	tn_02_1089	لرستان
۵	tn_02_434	آذربایجان غربی			

هر نمونه ژنتیکی بر روی یک ردیف کشت شد. هر ردیف به طول دو متر بود و فاصله ۶۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها در نظر گرفته شد. در این تحقیق با توجه به سیاست‌های تحقیقاتی راهبردی ترسیم شده سازمانی از هیچ نوعی کودی استفاده نگردید. صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، طول برگ پرچم، طول پدانکل، زمان سنبله‌دهی، زمان ۵۰ درصد گلدهی، وزن صد دانه، طول ریشک، تعداد دانه کل، عملکرد دانه و بیوماس مطابق با توصیف‌نامه بین‌المللی (IPGRI, 1994) اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه، دامنه و ضریب

آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج انجام شد. کرت اصلی به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح شامل: (۱) بدون اعمال تنش خشکی (۲) قطع آبیاری از مرحله گلدهی به عنوان تنش ملایم (۳) تنش خشکی به صورت عدم آبیاری (فقط یکبار انجام آبیاری جهت سبز شدن بذور به عنوان تنش شدید) بود. ژنوتیپ‌ها به عنوان عامل فرعی منظور شدند. جهت حصول اطمینان از اعمال تنش خشکی، در واحدهای آزمایشی مربوطه، شلتر نصب گردید.

هرچند که در شرایط تنش خشکی شدید، کمی کاهش نشان داد. دامنه صفات وزن صد دانه، زمان سنبله‌دهی و زمان ۵۰ درصد گلدهی نیز در سه شرایط مورد آزمایش، تقریباً یکنواخت بود.

در بررسی شاهرادی و همکاران (۱۳۹۴) بر روی ۱۹ اکوتیپ جو اسپانانئوم، مقایسه میانگین صفات در شرایط تنش خشکی نشان داد که صفات روز تا ظهور سنبله، روز تا گلدهی و روز تا رسیدن بر اثر تنش خشکی کاهش معنی‌داری یافتند و تنش خشکی باعث تسریع مراحل فنولوژیک گیاه شد. صفات زراعی طول سنبله، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی نیز کاهش معنی‌داری را در شرایط تنش خشکی نشان دادند.

در هر سه شرایط مورد آزمایش، عملکرد دانه دارای بزرگترین ضریب تغییرات بود. در شرایط نرمال فقط صفت ارتفاع بوته از ضریب تغییرات بزرگتری نسبت به شرایط تنش ملایم و تنش شدید برخوردار بود. صفات طول سنبله، طول برگ پرچم، بیوماس، زمان سنبله‌دهی و طول ریشک در شرایط تنش ملایم دارای ضریب تغییرات بزرگتری بودند. در شرایط تنش شدید، صفات طول پدانکل، عملکرد دانه و وزن صد دانه از ضریب تغییرات بزرگتری نسبت به شرایط نرمال و تنش شدید برخوردار بودند.

تغییرات مورد محاسبه قرار گرفت. روابط بین صفات با استفاده از تجزیه همبستگی ارزیابی شد. از تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای شناسایی صفات مؤثر بر تغییرات عملکرد دانه و بیوماس در سه شرایط آبیاری نرمال، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید استفاده گردید. محاسبات آماری با استفاده از نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی بر صفات ارتفاع بوته، بیوماس و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات بیوماس، طول برگ پرچم، طول پدانکل، طول سنبله، عملکرد دانه، طول ریشک و وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار بودند. آمار توصیفی مربوط به صفات ارزیابی شده در سه شرایط مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این مشاهدات، دامنه صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل و عملکرد دانه از شرایط نرمال به سمت شرایط تنش خشکی شدید، کاهش یافت. دامنه صفات طول سنبله، طول برگ پرچم و طول ریشک از شرایط نرمال به سمت شرایط تنش ملایم، افزایش و سپس در جهت تنش خشکی شدید، کاهش یافت. دامنه صفت بیوماس در سه شرایط مورد آزمایش، تقریباً یکنواخت بود،

جدول ۲- نتایج آمار توصیفی برای صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های جو وحشی اسپانتانئوم تحت

شرایط آبیاری نرمال، تنش خشکی ملایم و شدید

صفت	شرایط نرمال		شرایط تنش ملایم		شرایط تنش شدید	
	دامنه	CV*	دامنه	CV	دامنه	CV
ارتفاع بوته	۳۷	۹/۶۴	۲۵/۳۳	۸/۶۸	۲۳	۷/۳۶
طول سنبله	۵/۳۳	۲۳/۳۱	۱۶/۰۳	۵۴/۱۵	۵/۰۷	۲۹/۰۹
طول برگ پرچم	۸/۱۷	۲۵/۴۴	۹	۲۶/۳۷	۶/۵۳	۲۲/۸۹
طول پدانکل	۱۸/۱۷	۲۷/۹۵	۱۳/۵۷	۲۳/۱۲	۱۴/۴	۳۰/۲۳
بیوماس	۰/۵۲	۲۴/۳۲	۰/۵۱	۳۲/۰۱	۰/۴۶	۳۱/۱۸
عملکرد دانه	۲۱۱/۵۶	۴۱/۲۸	۱۱۶/۴۹	۳۵/۲۵	۹۵/۵۳	۴۳/۳۳
وزن صد دانه	۲/۷	۱۶/۲۱	۲/۶	۱۵/۹۳	۲/۹	۱۷/۲۵
زمان سنبله‌دهی	۶	۱۵/۸۸	۷	۱۸/۲۷	۵	۱۴/۷۵
زمان ۵۰ درصد گلدهی	۶	۸/۴۲	۶	۹/۱۸	۷	۸/۷۷
طول ریشک	۴/۶۷	۱۳/۸۷	۷/۶۷	۱۸/۹۹	۵	۱۳/۲۵

* ضریب تغییرات (%)

طول سنبله (** $r=0/658$) و طول برگ پرچم (** $r=0/681$) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. شاهمرادی و همکاران (۱۳۹۴) مشاهده کردند که در شرایط آبیاری معمول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت، همبستگی معنی‌داری با شاخص تحمل به تنش در اکوتیپ‌های جو اسپانتانئوم داشتند.

نتایج تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در شرایط نرمال در جدول ۳ ارائه شده است. عملکرد دانه با صفت طول سنبله دارای همبستگی مثبت معنی‌دار (** $r=0/597$) و با صفت طول ریشک دارای همبستگی منفی معنی‌دار (** $r=-0/432$) بود. همچنین صفت بیوماس با صفات ارتفاع بوته (** $r=0/584$).

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های جو وحشی اسپانتانئوم در شرایط

آبیاری نرمال (بدون تنش خشکی)

صفت	ارتفاع بوته	طول سنبله	طول برگ پرچم	طول پدانکل	بیوماس	عملکرد دانه	وزن صد دانه	زمان سنبله‌دهی	زمان ۵۰٪ گلدهی	طول ریشک
طول سنبله	۰/۱۹۳	۱								
طول برگ پرچم	۰/۳۶۵	۰/۵۲۳*	۱							
طول پدانکل	۰/۲۹۶	-۰/۴۰۶*	۰/۰۵۴	۱						
بیوماس	۰/۵۸۴**	۰/۶۵۸**	۰/۶۸۱**	۰/۰۲	۱					
عملکرد دانه	۰/۱۹۴	۰/۵۹۷**	۰/۱۸۳	-۰/۱۶۴	۰/۳۹۶	۱				
وزن صد دانه	۰/۲۵۷	۰/۱۷۱	۰/۴۵۹*	-۰/۰۰۴	۰/۳۷۶	۰/۲۱۷	۱			
زمان سنبله‌دهی	۰/۳۷۳	۰/۳۷	۰/۱۸۵	-۰/۰۸۸	۰/۲۸۹	۰/۳۸۸	۰/۴۳۱*	۱		
زمان ۵۰ درصد گلدهی	-۰/۱۱۳	۰/۲۰۲	۰/۱۹۹	-۰/۱۳۵	۰/۱۲۷	۰/۰۶۷	۰/۳۸۵*	۰/۵۳*	۱	
طول ریشک	-۰/۰۸۹	-۰/۲۵۳	-۰/۰۰۲	-۰/۳۴۶	۰/۰۱۳	-۰/۴۳۲*	۰/۱۹۲	-۰/۱۸۳	-۰/۰۲۶	۱
تعداد دانه کل	۰/۲	۰/۱۳۵	۰/۱۸۵	-۰/۱۳۸	۰/۰۰۹	۰/۲۵۸	۰/۲۱۶	-۰/۱۴۳	-۰/۰۸۱	۰/۰۷۴

* و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪

براساس نتایج تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در شرایط تنش خشکی ملایم، عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته ($r=0/424^*$)، طول سنبله ($r=0/558^{**}$) و بیوماس ($r=0/606^{**}$) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین صفت بیوماس با طول برگ پرچم ($r=0/540^*$) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. بررسی نتایج تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در شرایط تنش خشکی شدید نشان داد که

عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته ($r=0/597^{**}$)، طول سنبله ($r=0/506^*$)، بیوماس ($r=0/741^{**}$) و تعداد دانه کل ($r=0/453^*$) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت طول ریشک ($r=-0/461^*$) دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود. همچنین صفت بیوماس با ارتفاع بوته ($r=0/526^{**}$)، طول سنبله ($r=0/574^*$) و تعداد دانه کل ($r=0/721^{**}$) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت (جدول ۵).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های جو وحشی اسپاننانوم در شرایط تنش خشکی ملایم

طول ریشک	زمان گلدهی	زمان سنبله‌دهی	وزن صد دانه	عملکرد دانه	بیوماس	طول پداتکل	طول برگ پرچم	طول سنبله	ارتفاع بوته	صفت
								۱	۰/۲۲۴	طول سنبله
							۱	۰/۱۹۷	-۰/۱۱۴	طول برگ پرچم
						۱	-۰/۱۸۷	۰/۱۴	۰/۴۱۵*	طول پداتکل
					۱	-۰/۱۸۲	۰/۵۴*	۰/۴۰۹	۰/۲۴۸	بیوماس
				۱	۰/۶۰۶*	۰/۳۲۸	۰/۰۵	۰/۵۵۸**	۰/۴۲۴*	عملکرد دانه
			۱	۰/۰۹۳	۰/۴۰۴	-۰/۳۰۶	۰/۴۱۲*	-۰/۱۱	-۰/۱۰۹	وزن صد دانه
			-۰/۲۲۶	-۰/۰۴	-۰/۱۸۴	-۰/۴۱۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۱۸	-۰/۴۶*	زمان سنبله‌دهی
		۰/۵۹۷**	۰/۳۰۶	-۰/۱۵۸	-۰/۱۷۴	-۰/۳۱۸	-۰/۰۵۷	-۰/۲۸۶	-۰/۴۲۴*	زمان ۵۰ درصد گلدهی
۱	۰/۱۱۲	-۰/۰۹	۰/۰۴۳	-۰/۴۱۸	-۰/۱۵۴	-۰/۰۲۹	-۰/۲۳۵	۰/۰۱۸	-۰/۱۰۵	طول ریشک
-۰/۴۸*	-۰/۳۳	-۰/۳۷۶	۰/۰۲	۰/۱۱۴	-۰/۰۳۷	۰/۲۷۲	۰/۴۱۹*	۰/۰۲۹	۰/۱۰۶	تعداد دانه کل

* و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

بوته و طول ریشک وارد مدل شدند و ۴۵/۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. شاهرادی و همکاران (۱۳۹۴) مشاهده کردند در تجزیه رگرسیون صفات مرتبط با تحمل تنش خشکی، علاوه بر عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدن و محتوای کلروفیل نسبی نیز وارد مدل شدند و نتیجه گرفتند این صفات ارتباط نزدیکی با تحمل به خشکی در اکوتیپ‌های جو وحشی اسپانتائوم دارند و عامل سازگاری بیشتر با محیط دارای محدودیت رطوبت هستند.

نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای بین عملکرد دانه و سایر صفات ارزیابی شده و همچنین بین بیوماس و سایر صفات ارزیابی شده در جدول ۶ ارائه شده است. در رگرسیون مرحله‌ای بین عملکرد دانه و سایر صفات ارزیابی شده در شرایط نرمال، فقط صفت طول سنبله وارد مدل شد که ۳۰/۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود، در شرایط تنش ملائم، صفات طول سنبله و ارتفاع بوته با توجیه ۷۲/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه وارد مدل شدند و در شرایط تنش شدید، صفات ارتفاع

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های جو وحشی اسپانانائوم در شرایط تنش خشکی شدید

طول ریشک	زمان گلدهی /۵۰٪	زمان سنبله‌دهی	وزن صد دانه	عملکرد دانه	بیوماس	طول پدانکل	طول برگ پرچم	طول سنبله	ارتفاع بوته	صفت
								۱	۰/۳۴	طول سنبله
							۱	۰/۵۲۸**	۰/۱۲۱	طول برگ پرچم
						۱	-۰/۳۴۴	۰/۴۲۳*	۰/۳۳۴	طول پدانکل
				۱	-۰/۳۳۱	۰/۶۰۷**	۰/۲۷۱	۰/۵۰۶*	۰/۵۲۶**	بیوماس
				۱	۰/۳۳۱	۰/۳۶۱	۰/۴۵۱*	۰/۵۹۷**	۰/۵۹۷**	عملکرد دانه
			۱	۰/۰۶۱	۰/۳۱۷	-۰/۳۳۶	۰/۴۷۳*	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹	وزن صد دانه
		۱	۰/۰۹۹	-۰/۳۶۶	-۰/۳۵۲	-۰/۴۲۳*	-۰/۳۸۴	-۰/۰۴۹	-۰/۴۱۲*	زمان سنبله‌دهی
	۱	۰/۶۵۱**	۰/۰۷۹	-۰/۳۴۶	-۰/۲۱	۰/۵۵۸**	-۰/۳۲۷	-۰/۱۴۱	۰/۵۱۱**	زمان ۵۰ درصد گلدهی
۱	-۰/۱۲	-۰/۰۴۸	-۰/۱۸۹	۰/۴۶۱*	-۰/۳۸۱	۰/۳۲۶	۰/۰۱۱	۰/۴۳۶*	-۰/۱۳۶	طول ریشک
۰/۶۷۱**	-۰/۰۹	-۰/۱۵۴	۰/۳۰۲	۰/۴۵۳*	۰/۵۷۴**	-۰/۲۰۳	۰/۴۲۸*	۰/۵۶۶**	۰/۱۳۳	تعداد دانه کل

* و ** به ترتیب معنی دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪.

در رگرسیون برای بیوماس در شرایط نرمال، دو صفت طول برگ پرچم و ارتفاع بوته وارد مدل شدند و ۵۸ درصد از تغییرات بیوماس را توجیه نمودند، در شرایط تنش ملایم نیز فقط صفت زمان ۵۰ درصد گلدهی، با توجیه ۲۵/۲ درصد از تغییرات بیوماس و در شرایط تنش شدید صفات طول سنبله و زمان سنبله‌دهی وارد مدل شدند و ۵۷/۳ درصد از تغییرات بیوماس را توجیه نمودند. ضریب منفی زمان سنبله دهی، نشان‌دهنده وجود رابطه معکوس بین این صفت و بیوماس بود.

جدول ۶- ضرایب رگرسیون عملکرد دانه و بیوماس در ارزیابی ژنوتیپ‌های جو وحشی اسپانانوم تحت شرایط نرمال، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید

ضریب تبیین	ضریب رگرسیون	متغیر مستقل	متغیر وابسته	شرایط آزمایش
۰/۳۰۹	-۳۳/۷۵۲	عرض از مبدأ	عملکرد دانه	شرایط نرمال
		طول سنبله	بیوماس	
۰/۵۸	-۰/۲۴۵	عرض از مبدأ	بیوماس	شرایط تنش خشکی ملایم
		طول برگ پرچم		
		ارتفاع بوته		
۰/۷۲۵	-۱۹۳/۵۴	عرض از مبدأ	عملکرد دانه	شرایط تنش خشکی شدید
		طول سنبله		
		ارتفاع بوته		
۰/۲۵۲	۰/۱۵۵	عرض از مبدأ	بیوماس	شرایط نرمال
		طول برگ پرچم		
		ارتفاع بوته		
۰/۴۵۲	-۳۷/۷۵۹	عرض از مبدأ	عملکرد دانه	شرایط تنش خشکی شدید
		ارتفاع بوته		
		طول ریشک		
۰/۵۷۳	-۰/۱۹	عرض از مبدأ	بیوماس	شرایط نرمال
		طول سنبله		
		زمان سنبله‌دهی		

منابع

- مجموع نتایج آزمایش نشان‌دهنده وجود تفاوت در تاثیر سطوح تنش خشکی بر روی صفات ارزیابی شده بود. براساس ضرایب تغییرات، صفات طول پدانکل، عملکرد دانه و وزن صد دانه به عنوان صفات متمایزکننده ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تنش خشکی شدید، شناسایی شدند. درحالی‌که در شرایط آبیاری نرمال، صفت ارتفاع بوته از بیشترین نقش در تمایز بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برخوردار بود.
- صفت طول سنبله در هر سه شرایط آبیاری نرمال، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید دارای همبستگی مثبت معنی‌دار با عملکرد دانه بود که علاوه براین که نشان‌دهنده اهمیت این صفت در تغییرات عملکرد دانه است، حاکی از این می‌باشد که ارتباط این صفت با عملکرد دانه تحت تاثیر تنش خشکی و سطوح مختلف آن قرار نگرفته است. بعلاوه، صفت ارتفاع بوته در هر دو شرایط تنش خشکی ملایم و شدید دارای همبستگی مثبت معنی‌دار با عملکرد دانه بود که نشان‌دهنده اهمیت این صفت در تغییرات عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی است. همچنین براساس نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، اثر اختصاصی منفی صفت طول ریشک بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی شدید، نیز قابل توجه می‌باشد.
- زهرآوی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی ژنوتیپ‌های جو اسپانتانوم (*Hordeum spontaneum*) از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی. به‌نژادی نهال و بذر. ۲۵ (۴): ۵۳۳-۵۴۹.
- شاهمرادی، ش.، م.ر. چایی‌چی، ج. مظفری، د. مظاهری و ف. شریف‌زاده. ۱۳۹۴. ارزیابی برخی صفات سازگاری به تنش خشکی در اکوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum vulgare* L.) بومی اقلیم‌های مختلف ایران. به‌نژادی نهال و بذر. ۳۱ (۱): ۱-۲۴.
- شاهمرادی، ش. و م. زهرآوی. ۱۳۹۵. ارزیابی تحمل به خشکی در ژرم‌پلاسم جو (*Hordeum vulgare* L.) بومی اقلیم گرم و خشک ایران. به‌نژادی نهال و بذر. ۳۲ (۲): ۱۸۱-۲۰۰.
- Aaronson, A.** 1910. Agricultural and botanical exploration in Palestine. Bulletin Plant Industry. USDA, Washington DC, USA, 180:1-63.
- Ellis, R.P., B.P. Forster, D. Robinson, L.L. Handley, D.C. Gordon, J.R. Russell, and W. Powell.** 2000. Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century?. Journal of experimental botany. 51(342):9-17.

- Nevo, E., A.B. Korol, A. Beiles, and F. Tzion.** 2013. Evolution of wild emmer and wheat improvement: population genetics, genetic resources, and genome organization of wheat's progenitor, *Triticum dicoccoides*. Springer Science & Business Media.
- Turpeinen, T., J. Kulmala, and E. Nevo** 1999. Genome size variation in *Hordeum spontaneum* populations. *Genome* 42: 1094-1099.
- Vavilov, N.I.** 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronology Botany*. 13:1-366.
- Forster, B.P., R.P. Ellis, J. Moir, V. Talame, M.C. Sanguinetti, R. Tuberosa, D. This, B. Teulat-Merah, I. Ahmed, S.A.E.E. Mariy, and H. Bahri.** 2004. Genotype and phenotype associations with drought tolerance in barley tested in North Africa. *Annals of applied Biology*. 144(2): 157-168.
- IPGRI.** 1994. Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Evaluation of agronomical traits relations in spontaneum barley genotypes under drought stress conditions

M. Zahravi^{1*}, M. Shahbazi²

1. Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2. Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Abstract

In this research drought tolerance of nine genotypes of barley (*Hordeum spontaneum*), which were selected from previous evaluations, was studied. The experiment was performed as split plot based on Randomized Complete Blocks Design with three replications under shelter in research field of Seed and Plant Improvement Institute. The main plot included three levels of drought stress as normal irrigation, water withholding at flowering stage (Mild stress) and no irrigation (Sever stress) and sub-plots comprised the studied genotypes. Agronomical traits were measured according to the international descriptor. The results of descriptive statistics indicated that grain yield had the highest coefficient of variation in all three studied conditions. Grain yield in severe drought stress had significant positive coefficient of correlation with plant height, spike length, biomass and total number of grains ($r=0.597^{**}$, 0.506^* , 0.741^{**} and 0.453^* , respectively) and significant negative coefficient of correlation with awn length ($r= -0.461^*$). In stepwise regression of grain yield, the traits spike length in normal conditions, spike length and plant height in mild stress condition and plant height and awn length in severe stress condition entered the model, justifying 31.9%, 72.5% and 45.2% of grain yield variation, respectively.

Key words: Diversity, Gene Bank, Germplasm, Accession

* Corresponding author (mzahravi@spii.ir)