

بررسی همبستگی برخی شاخص های تحمل به تنش، عملکرد و اجزاء آن در گیاه جو تحت شرایط تنش خشکی انتهایی دوره

صفرعلی خسروی¹، غلام علی اکبری²، سید محمدرضا احتشامی³، منوچهر طاهری مازندرانی⁴، ایرج اله دادی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، 2- اعضاء هیات علمی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، 3- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، 4- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران

Alikhosravi2001@gmail.com

چکیده

از آنجایی که ارتباط بین خاک و موقعیت آبی گیاهان بر فرایندهای رشد و نمو، تکثیر و متابولیسم گیاهان موثر است، به منظور بررسی عکس العمل لاین های امید بخش جو به تنش خشکی، آزمایشی در سال 1388 در مزرعه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، واقع در شهر ورامین به صورت کرت خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا گردید. فاکتور های مورد مطالعه در این تحقیق شامل سطوح آبیاری در کرت های اصلی و لاین های امید بخش جو در کرت های فرعی بوده است. فاکتور آبیاری در 2 سطح و عبارت بودند از: $a1 =$ آبیاری نرمال مزرعه تا انتهای دوره رشد گیاه به عنوان تیمار شاهد (بدون تنش)، $a2 =$ قطع آبیاری مزرعه در مرحله 50 درصد گلدهی به عنوان شرایط تنش خفیف. فاکتور فرعی در این آزمایش نیز شامل 19 لاین امید بخش جو و رقم یوسف به عنوان شاهد بوده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف تنش آبی در تمامی صفات بجز قطر ساقه اختلاف معنی دار وجود دارد. علاوه بر این بین ارقام از نظر صفت شاخص برداشت محصول اختلاف آماری مشاهده نگردید. نتایج همبستگی ساده بین صفات اندازه گیری شده و عملکرد در دو شرایط تنش و آبیاری نرمال نشان داد که تحت شرایط نرمال آبیاری تاثیر گذارترین صفت بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تحت شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله بوده است. بررسی همبستگی شاخص های تحمل به تنش و عملکرد دانه در دو شرایط نرمال و تنش انتهایی دوره نیز نشان داد که بیشترین همبستگی رتبه ای مثبت بین شاخص های GMP و STI و همچنین بین دو شاخص SSI و TOL (1) و بیشترین همبستگی منفی بین شاخص های GMP و STI با SSI و همچنین شاخص های GMP و STI با TOL (-0/22) وجود دارد.

کلمات کلیدی: جو، شاخص تحمل به خشکی، قطع آبیاری، لاین امید بخش.

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب می باشد (6). کاهش عملکرد در گیاهان در شرایط تنش خشکی بستگی به فاکتور های متعددی مانند مرحله نمو گیاهی، شدت و طول مدت کمبود آب و حساسیت هیبریدها دارد (10). کشور ایران با متوسط میزان بارندگی سالیانه 260 میلیمتر جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و نیمی از ارضی قابل کشت کشورمان در این مناطق قرار دارند (7). با روند فعلی رشد جمعیت، تولیدات مواد غذایی در آینده قطعاً جوابگوی این همه جمعیت نخواهد بود، بنابراین با

در نظر گرفتن اهمیت غلات به عنوان اصلی ترین منبع غذایی مردم انجام هر گونه تحقیق در زمینه تنش خشکی با ارزش خواهد بود.

جو یکی از اولین گیاهانی بود که به وسیله انسان زراعی گردید. مبدا آن کاملاً مشخص نیست و در این زمینه تئوری های متناقضی وجود دارد. یکی از این نظریات حاکی از آن است که جد جوهای وحشی، گیاهی هرز و وحشی بوده که در حال حاضر منقرض شده است و در منطقه ای که از کوههای زاگرس در غرب ایران تا جنوب آناتولی و جنوب فلسطین امتداد دارد، وجود داشته است. گیاه جو جزو گیاهان مقاوم به خشکی و شوری محسوب شده و در مناطق خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جو جایگزین گندم می شود (11). در مناطق نیمه خشک ارقام بهاره جو در مراحل نهایی رشد خود معمولاً با مشکل کم آبی و تنش خشکی مواجه هستند.

فیشر و مورو (1979) در شرایط تنش خشکی در ژنوتیپ های گندم مشاهده کردند که اگر این ژنوتیپ ها زودتر وارد مرحله گلدهی شوند از عملکرد بیشتری برخوردار می شوند.

بوکس و همکاران پاسخ های فیزیولوژیکی ارقام مختلف جو زمستانه به تنش خشکی را در مرحله گیاهچه ای مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که در اثر قطع آبیاری بعد از جوانه زنی به مدت 10 روز با نگهداری گیاهچه ها در محیط های کشت محلول تیمار شده یا پلی اتیلن گلیکول 6000، پتانسیل آبی گیاهان از $3/5$ - بار به $26/5$ - بار کاهش می یابد و همراه با آن محتوای کلروفیلی برگ نیز 21 تا 39% نقصان پیدا می کند (4).

المونایری و همکاران در مطالعه خود مشاهده نمودند که اعمال تنش خشکی مستقل از زمان وقوع تنش، عملکرد دانه گندم و جو را کاهش می دهد، ولی اثر آن برای جو کمتر از گندم است. با افزایش تنش خشکی تعداد دانه در سنبله، وزن دانه و عملکرد دانه جو کاهش می یابد (8). بررسی تولید وزن خشک گیاه جو در یک آزمایش گلخانه ای نشان داد که حساس ترین دوره رشد گیاه جو به تنش خشکی مرحله پنجه زنی (Tillering) و سنبله دهی (earring) است و دوره تولید گره (Jointing stage) کمترین حساسیت را دارد. تنش خشکی در مرحله سنبله دهی، وزن خشک پنجه ها را افزایش داد. تنش خشکی در مراحل اولیه رشد جو نسبت به مراحل بعدی رشد باعث کاهش شدید تولید وزن خشک گیاه گردید.

مواد و روش ها

به منظور بررسی پاسخ لاین های امید بخش جو به تنش خشکی انتهای دوره در منطقه ورامین، آزمایشی در سال زراعی 1388 در مزرعه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، واقع در شهر ورامین با طول جغرافیایی 51 درجه و 39 دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی 35 درجه و 19 دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا 1000 متر به صورت کرت خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا گردید. متوسط بارندگی در این منطقه 171 میلی متر و نوسان درجه حرارت هوای آن از 14 - درجه زیر صفر تا $43/5$ درجه سانتیگراد بالای صفر می باشد. دامنه تغییرات سالانه درجه حرارت $25/7$ درجه سانتیگراد ثبت شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی و متوسط PH خاک حدود 8 می باشد.

فاکتور های مورد مطالعه در این تحقیق شامل سطوح آبیاری در کرت های اصلی و لاین های امید بخش جو در کرت های فرعی بوده است. فاکتور آبیاری در 2 سطح و عبارت بودند از: $a1$ = آبیاری نرمال مزرعه تا انتهای دوره رشد گیاه به عنوان تیمار شاهد (بدون تنش)، $a2$ = قطع آبیاری مزرعه در مرحله 50 درصد گلدهی به عنوان شرایط تنش خفیف.

فاکتور فرعی در این آزمایش نیز شامل 19 لاین امید بخش جو و رقم یوسف به عنوان شاهد بوده است. عملیات آمادگی زمین، کاشت و برداشت مزرعه تهیه زمین و عملیات کاشت بر اساس عرف اجرای آزمایشات غلات انجام شد که شامل شخم، دیسک و ایجاد جویچه های آبیاری (فارو) در اوایل مهرماه 1388 اجرا گردید. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک با فرمول (90-90-50) که کود پتاس از منبع سولفات پتاس و کود فسفره از فسفات آمونیوم به صورت پایه و کود ازته از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک به مصرف رسید. در زمان کاشت فاصله بین دو پشته 60 سانتی متر و روی هر پشته سه ردیف کاشت به فاصله 20 سانتی متر و به طول 5 متر در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت آزمایشی 6 مترمربع (5*1/2) و تراکم کاشت بذر 350 دانه در مترمربع در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت نشتی انجام پذیرفت.

عملیات برداشت به وسیله یک چهارچوب 0/5 متر مربعی انجام شده و در معرض تجزیه های آماری و محاسبات زیر قرار گرفتند. ابتدا با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبی YP و آزمایش دیم YS شاخص های کمی مقاومت به خشکی به شرح زیر محاسبه گردید.

$$SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / SI \quad \text{و} \quad SI = 1 - (Y_s / Y_p) \quad MP = (Y_s + Y / 2) \quad \text{و} \quad TOL = (Y_p - Y_s)$$

$$STI = (Y_p) \quad \text{و} \quad GMP = (Y_s) \cdot (Y_p) / (Y_s) / (Y_p)$$

اطلاعات حاصل، از طریق نرم افزارهای SAS (Ver. 9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) مورد مقایسه قرار گرفتند. نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها در صفت قطر ساقه بین سطوح تنش اختلاف مشاهده نگردیده است. این امر می تواند به دلیل یکسان بودن شرایط رشدی در طول دوره رشد باشد، زیرا تنش خشکی در زمان 50 درصد گلدهی مزرعه اعمال گردیده بود. بین سطوح مختلف تنش آبی در صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد کل دانه تفاوت معنی دار آماری مشاهده گردید. نتایج تجزیه واریانس ساده داده ها نشان داد که اثر متقابل تنش آبی در رقم، تنها در مورد وزن هزار دانه حایز اختلاف معنی دار آماری است.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس ساده روی صفات اندازه گیری شده در لاین های جو در دو شرایط نرمال

آبیاری و تنش خشکی

تیمار	درجه آزادی	پنجه بارور	تعداد دانه در سنبله	قطر ساقه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	2	0.012ns	17.052ns	0.362ns	0.084ns	0.079ns	5.128ns
تنش	1	9.581**	739.065**	0.021ns	660.620**	18.418**	268.464*
خطا	2	0.056	3.395	0.394	3.152	0.031	3.397
رقم	19	0.709**	287.975**	1.806**	84.187**	0.471**	11.484ns
تنش* رقم	19	0.042ns	25.518ns	0.118ns	10.098*	0.132ns	7.456ns
خطا	76	0.052	19.941	0.092	5.036	0.094	9.233
میانگین		1.849	37.146	3.689	41.834	3.053	49.916

** معنی دار در سطح احتمال 1% * معنی دار در سطح احتمال 5% ns غیر معنی دار

مقایسه میانگین به روش چند دامنه دانکن برای سطوح تنش نشان داد که بین شرایط نرمال آبیاری و تنش خشکی پایان دوره از نظر تمامی صفات بجز قطر ساقه اختلاف آماری وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم های شماره 19، 2 و 7 (به ترتیب با مقادیر 52/145% و 51/653% و 51/562%) دارای بالاترین درصد شاخص برداشت محصول نسبت به سایر رقم ها بودند (نتایج گزارش نشده است). از نظر قطر ساقه رقم شماره 19 بالاترین (4/589 میلیمتر) و رقم 12 نیز پایین ترین مقدار (2/897 میلیمتر) را نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که لاین امید بخش 15 (3/450) و لاین شماره 6 (2/642) به ترتیب حایز بیشترین و کمترین عملکرد دانه بوده اند. سالم و الطاهر با بررسی اثر تنش خشکی روی 4 رقم جو نتیجه گرفتند که تنش خشکی، کاهش عملکرد را در تمام ارقام به دنبال داشته و بین ارقام از لحاظ میانگین عملکرد دانه، اختلاف معنی داری وجود دارد (12).

جدول 2: نتایج تجزیه همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ارقام مختلف جو تحت شرایط نرمال آبیاری

	6	5	4	3	2	1	
1	-0/010ns	0/179ns	0/052ns	0/484**	0/306*	1	تعداد پنجه بارور
2	0/114ns	0/273*	0/594**	0/815**	1		تعداد دانه در سنبله
3	0/198ns	0/468**	0/600**	1			قطر ساقه
4	0/192ns	0/470**	1				وزن هزار دانه
5	0/192ns	1					عملکرد دانه
6	1						شاخص برداشت

** معنی دار در سطح احتمال 1% * معنی دار در سطح احتمال 5% ns غیر معنی دار

بررسی همبستگی ساده بین صفات در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که همبستگی عملکرد دانه با کلیه صفات ارزیابی شده مثبت می باشد (جدول 2). همانگونه که در جدول ذیل مشاهده می گردد، صفت وزن هزار دانه (0/470) و قطر ساقه (0/468) به ترتیب دارای بالاترین همبستگی های مثبت و معنی دار با عملکرد دانه می باشند. عملکرد دانه با صفت تعداد دانه در سنبله (0/273) نیز دارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال 5% بود. نقوی و همکاران (1378) در آزمایشی که به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسما های گندم دوروم انجام دادند نتیجه گرفتند که همبستگی عملکرد با تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله مثبت و معنی دار است. صفت شاخص برداشت محصول با هیچ یک از صفات اندازه گیری شده دارای همبستگی معنی دار نمی باشد (2).

جدول 3- نتایج تجزیه همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ارقام مختلف جو تحت شرایط تنش

خشکی

	6	5	4	3	2	1	
1	0/008ns	0/377**	0/136ns	0/299*	0/412**	1	تعداد پنجه بارور
2	-0/149ns	0/603**	0/467**	0/790**	1		تعداد دانه در سنبله
3	-0/094ns	0/553**	0/632**	1			قطر ساقه
4	0/087ns	0/341**	1				وزن هزار دانه
5	0/255*	1					عملکرد دانه
6	1						شاخص برداشت

** معنی دار در سطح احتمال 1% * معنی دار در سطح احتمال 5% ns غیر معنی دار

همان گونه که در جدول 3 مشاهده می گردد در شرایط تنش آبی همبستگی عملکرد دانه با کلیه صفات ارزیابی شده مثبت و معنی دار می باشد (جدول 3). نتایج تجزیه همبستگی ارقام جو تحت دو شرایط نرمال آبیاری و تنش خشکی انتهایی دوره نشان داد که تحت شرایط نرمال آبیاری تاثیر گذارترین صفت بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تحت شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله بوده است. این امر نشان می دهد که تحت شرایط آبیاری نرمال به دلیل محدودیت نداشتن در تعداد گل بارور و تعداد دانه عملکرد به میزان پر شدن دانه ها وابسته است. اما تحت شرایط تنش خشکی انتهایی

دوره به دلیل عقیمی تعداد زیادی از گلچه ها ، تعداد دانه یکی از صفات تعیین کننده عملکرد محصول خواهد بود. عملکرد دانه با صفت قطر ساقه (0/553) نیز دارای همبستگی مثبت و معنی دار بالایی بود. نیکخواه (1378) در مطالعه ای بر روی تعدادی از تلاقی های گندم نتیجه گرفت که با توجه به توارث پذیری نسبتا بالای صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول پدانکل، بیرون آمدگی پدانکل، طول خوشه، تعداد خوشه در بوته و وزن هزار دانه، می توان از طریق هر یک از این صفات که با عملکرد دارای همبستگی بالایی است و با استفاده از روش های استاندارد انتخاب عملکرد بوته را بهبود بخشید (3).

جدول 4- تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه در دو شرایط نرمال و تنش خشکی با شاخص های تحمل به

تنش

Ys	Yp	GMP	STI	MP	TOL	SSI	
-0/562**	0/303ns	-0/227ns	-0/227 ns	-0/153 ns	1**	1	SSI
-0/562**	0/303ns	-0/227ns	-0/227ns	-0/153ns	1		TOL
0/879**	0/842**	0/992**	0/992**	1			MP
0/917**	0/801**	1**	1				STI
0/917**	0/801**	1					GMP
0/545*	1						Yp
1							Ys

YS: عملکرد در شرایط تنش YP: عملکرد در شرایط بدون تنش

همبستگی بین شاخص های تحمل به خشکی و عملکرد می تواند به عنوان معیاری مناسب برای انتخاب بهترین هیبریدها و شاخص ها به کار رود. همبستگی میان شاخص های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی محاسبه شد. نتایج تجزیه همبستگی بین شاخص های تحمل به تنش و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی دار بین شاخص های SSI و TOL نشان می دهد که این دو شاخص قدرت نسبتا یکسانی در گروه بندی و تفکیک هیبریدها دارند (جدول 4). همانگونه که در جدول مشاهده می شود بیشترین همبستگی رتبه ای مثبت بین شاخص های GMP و STI و همچنین بین دو شاخص TOL و SSI (1) و بیشترین همبستگی منفی بین شاخص های GMP و STI با SSI و همچنین شاخص های GMP و STI با TOL (-0/22) وجود دارد.

چوگان و همکاران (1387) در مطالعه خود شاخص های GMP، Harm، STI و MP را که دارای بیشترین همبستگی با عملکرد در شرایط بدون تنش و سطوح مختلف تنش بودند به عنوان شاخص های برتر معرفی نمودند (1). فرناندز (1992) معتقد است شاخص هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشند به عنوان بهترین شاخص ها انتخاب می شوند. در این پژوهش از آن جا که شاخص های میانگین بهره وری (MP)، میانگین هندسی بهره وری (GMP) و شاخص فرناندز (STI) همبستگی بالا، مثبت و معنی داری با عملکرد در شرایط بدون تنش (آبیاری نرمال) و تنش خشکی نشان دادند، لذا به عنوان شاخص های برتر معرفی می شوند. فررز و همکاران (1983) معتقدند در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی بایستی بیشترین توجه را به حساسیت عملکرد آنها نسبت به خشکی معطوف کرد.

منابع

1. چوگان، ر. 1387. بررسی پایداری عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از معیارهای مختلف پایداری، نهال و بذر. 15: 170-183.
2. نقوی، م. و ع. شهبازی و ع. طالعی. 1378. بررسی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسماهای گندم دوروم. مجله علوم گیاهان زراعی ایران.
3. نیکخواه، ح.ر. 1378. ارزیابی و مطالعه توارث پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج: 141-147.
4. Box, A. and A. Barr. 2001. W I 3107 Anew hulless barley developed for southern Australia. Department of plant science. Waite campus. Adelaide university, PMBI. Waite Road. Glen Osmond SA, 5064.
5. Box, A. and A. Barr. 2001. W I 3107 Anew hulless barley developed for southern Australia. Department of plant science. Waite campus. Adelaide university, PMBI. Waite Road. Glen Osmond SA, 5064.
6. Brown J.S. 1979. Water transport in plant : Mechanism of apparent changes in resistance during absorption. Plant Physiologist, 117:182-207.
7. Chassemi, F., A.J. Jakeman and M.A. Nix. 1995; Salinisation of land and water resources. University of New South Wales Press LTD.
8. El-Monayeri, M.O., A.M. Hegazi .N.H .Ezzat, M.H. Salem & S.M. Tahoun. (1984). Growth and yield of some wheat and barley varieties grown under different moisture stress Levels . Annals of Agricultural Science Moshtobor, 20:231-243.
9. Fisher, R.A., and R.Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars Grain yield responses . Aust .J. Agric. Res. 29:897-912.
10. Fredrick, J.R. J.O. Hesketh, D. B. Peters, F.E. Below. 1989. Yield and reproduction trait responses of maize hybrids to drought stress. Field Crop Abst., Oct. 1990, 4834.
11. Rasmusson .D.S. and J.W. Lambert . 1961. Variety X environment interactions in barley thesis. Crop science 1:261-266 .
12. Salam .A and Al-Tahir , O.A. (1991). Soil moisture regime effects on productivity of some barley (Hordenin Vulgar L.) genotypes . Annuals of agricultural Science Cario , 36:121-127.