

## ی انتخاب برای تحمل به خشک در تعدادی از هی ذرت دانه ای Study of selection indices for drought tolerance in some of grain maize hybrids

عباس جعفری، رجب چوکان، فرزاد پاک نژاد و عباس پور میدانی

### چکیده

جعفری، ع.، ر. چوکان، ف. پاک نژاد و ع. پورمیدانی. ی انتخاب برای تحمل به خشک در تعدادی از هی ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. ( ) -

به منظور شناسایی ذرت دانه ای متحمل به تنش خشک، این پژوهش در سال زراعی در نزدیکی شهرک شکوهیه در استان قم در منطقه ای مه خشک و معتدل، اجرا گردید. در این پژوهش دو آزمایش جداگانه و با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی، در چهار تکرار در شرایط آبیاری معمول (آبیاری بعد از تخلیه در صد آب قابل دسترس) و تنش خشک (آبیاری بعد از تخلیه در صد آب قابل دسترس) مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط آبیاری معمول و تنش خشک وجود تنوع در بین دهها را نشان داد. در شرایط نرمال و تنش به ی BC504 و BC652 داشتند. ی NS504 و BC678 بیشترین عملکرد را در شرایط نرمال و تنش داشتند. برای ارزیابی دهها به تنش از شاخص های (SSI) در شرایط نرمال و تنش (Harm) (TOL) (MP) (STI) و (GMP) استفاده گردید. در این پژوهش دههای BC504 BC652 BC404 KSC302 KSC320 و KSC647 برای انتخاب برای تحمل به خشک در شرایط نرمال و تنش به ی Harm و GMP MP STI ترین شاخص ها برای کاربرد در این پژوهش به نام ذرت معرفی شدند. ی مذکور را با عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشک داشتند.

واژه های کلیدی: ذرت، هیبرید، تنش خشک، شرایط نرمال، تحمل، عملکرد دانه

تاریخ دریافت: / /

- دانشجوی سابق کارشناس ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلام واحد کرج
- بات علم بقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده)
- بات علم دانشگاه آزاد اسلام واحد کرج
- بات علم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

دیررس در شرایط بدون تنش و تنش در مرحله زا. و رو. نشان دادند که بر اساس شاخص های GMP و STI عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش، و با استفاده از شاخص SSI عملکرد بالا در شرایط تنش انتخاب می گردد (Fischer, and Maurer, 1978).

کک (Cakir, 2004) در آزمایشی که بری مطالعه تاثیر تنش رطوبتی بر روی مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت انجام داد به این نتیجه رسید که تنش دهی منجر به کاهش ارتفاع گیاه و نیز توسعه سطح برگ در ذرت می شود. کاهش آب طی رشد رویشی سریع موجب کاهش - درصدی وزن ماده خشک نهایی می شود.

هدف از ارقام است که دوره ایاری بلند مدت قطع ایاری برای دو تا سه دور را در مراحل حساس رشد بتواند تحمل کنند.

### مواد و روش

برای ارزی بزات تحمل به خشک در ذرت، آزما در قالب طرح بلوک های تصادفی، در چهار تکرار و در دو آزما جدا گانه تحت شرایط نرمال (آیاری بعد از تخل در صد آب قابل دسترس) و تنش خشک (آیاری بعد از تخل رطوبت در صد آب قابل دسترس) در سال انجام شد. محل اجرای در شمال غرب استان قم و در نزدیک شهرک شکوهه واقع بود و بر اساس روش آمبرژه جزء مناطق نیمه خشک معتدل ارتفاع منطقه از سطح دریا به طور متوسط متر و میانگین حرارت بیشینه آن و کمینه آن - درجه سانتیگراد است. میزان بارندگی آن حدود میلی متر در سال می باشد. سطح آب زیرزمینی در زمان اجرای آزمایش در عمق بیش از ۱ متری قرار داشت. خاکورزی و زمان کاشت و عملیات داشت و برداشت طبق عرف محل انجام شد. خاک بر اساس

بررسی تحمل به خشک و گزینش ی محتمل بر اساس شرایط موجود هر منطقه انجام شود. برات مقدار بارش، شدت و پراکنش زیاد بارندگی و نوسانات دما از خصوصیات دا.

خشک، با توجه به کمبود منابع آبی در کشور و نیاز به صرفه جویی در مصرف آب، دستیابی به ارقامی که نیاز کمتری به آب داشته باشند یا در اثر کمبود آب کمتر دچار صدمه و کاهش عملکرد شوند ضروری می باشد. با توجه به نقش ذرت در تولیدانه و علوفه و تامین غذای دام و دیگر مصارف آن از جمله مصارف صنعتی سبب شده است که ذرت در ایران نیز جزء محصولات دارای اهمیت تلقی شود. ذرت در ایران در راستای خود کفای از اهداف مهم باشد و به همین منظور با اجرای برنامه های افزایش تولید ذرت دانه ای در چند سال اخیر، این محصول روند بسیار سریعی را از نظر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد طی نموده است.

مقدم و هادی زاده ( ) به منظور بررسی العمل هیبریدهای ذرت و لاین های والد آنها به خشکی با استفاده از شاخص های مختلف تحمل به تنش آزمایشی را با مورد اجرا گذاشتند که نتایج نشان داد از میان چهار شاخص محاسبه شده به نام شاخص های STI TOL و MP از مزایای بیشتری جهت گزینش ارقام مطلوب در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار هست (Roseille and Hamblin, 1981; Fernandez, 1992). لارسون و کلگ (Larson and Clegg, 1999) در بررسی اثرات تنش رطوبتی ی زود رس و دیر رس ذرت به ا.

جبه رسیدند که ی زود رس نسبت به ی دیررس تحمل بیشتری داشتند که این امر تواند موجب بهبود عملکرد شود. و همکاران

( ) در بررسی و ارزی اثر تنش خشک عملکرد و اجزای عملکرد در هشت ژنوتیپ ذرت

وزنی و میانگین وزن مخصوص ظاهری / کرم بر سانتیمتر مکعب می باشد.  
درصد تغیرات صفات بر اثر تنش در دو محیط از رابطه (Edmeads et al., 1999) ز بدست آمد:

$$\text{بازن صفت در شرا} \times \frac{\text{بازن صفت در شرایط بدون تنش} - \text{درصد تغییرات صفت}}{\text{بازن صفت در شرایط بدون تنش}}$$

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$$

مقادیر بالای TOL

خشکی بوده و هر قدر مقدار این شاخص پایین تر باشد، مطلوبتر خواهد بود. و ارقام متحمل تر و مطلوب تر دارای مقادیر MP

(Fernandez, (STI)

- (1992)

$$STI = \left( \frac{Y_p}{\bar{Y}_p} \right) \left( \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \right) \left( \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right) = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$

مقدار بالاتر شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نمایانگر تحمل به خشکی بالا و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می باشد.

میانگین هندسی محصول دهی (GMP)

: (Fernandez, 1992)

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)}$$

این شاخص حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوت  $Y_p$ ,  $Y_s$  دارد و بیشتر بودن مقدار عددی آن

در کله فرمول های فوق،

$Y_p$  = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش.

$Y_s$  = عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش.

نتایج تجزیه های شیمیایی محدودیت شوری و قلیائیت ندارد و میزان کربن آلی آن کم، فسفر و پتاسیم قابل جذب در حد متوسط است. میانگین رطوبت نیمرخ خاک تا عمق سانتیمتری در ظرفیت زراعی مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب برابر و درصد

بمنظور بررسی واکنش ژنوتیپ های مورد مطالعه به شرایط تنش خشکی، از شاخص های مختلف بشرح زیر استفاده کرد:

(Fischer and (SSI)

- (Maures, 1978)

$$SSI = \frac{1 - (Y_s / Y_p)}{SI}$$

$$SI = 1 - \left( \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right)$$

مقدار SI معادل شدت تنش می باشد.

SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل به خشکی بالاتر است.

- میانگین هارمونیک (Harm)

: (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$Harm = \frac{2(Y_p \times Y_s)}{Y_p + Y_s}$$

هر چقدر این شاخص بالاتر باشد مطلوب تر است.

(TOL) hc اختلاف عملکرد مح

تنش و بدون تنش و همچنین شاخص محصول

دهی (MP) را بصورت میانگین عملکرد در دو محیط

تنش و بدون تنش و بر اساس روابط زیر محاسبه

$$TOL = Y_p - Y_s$$

1- Stress Susceptibility Index

3- Harmonic Mean

5-Mean Productivity

7- Geometric Mean Productivity

2- Stress Intensity

4- Tolerance Index

6-Stress Tolerance Index

$\bar{Y}_p$  = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط بدون

$\bar{Y}_s$  = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط تنش

در این تحقیق از نرم افزارهای Excel, Statistica, Minitab و SAS برای تجزیه آماری داده ها استفاده شد.

### بحث و بحث

درصد تغیرات، م. بن عملکرد و برخی از صفات مربوط به اجزای عملکرد در جدول ارائه شده است. زنان تغیرات مربوط به صفت تعداد دانه در بلال م. کامپوس و همکاران (Campose et al., 2004) در تحقیقی که برای بهبود تحمل به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله گل دهی، زمان رشد خامه و گرده افشانی بیشتر. م. را به خشک دارد. م. تنش آبی باعث تاخیر در ظهور کاکل نسبت به ظهور گل تاجی و نهایتاً افزایش ASI شود و در نتیجه منجر به عدم باروری گلچه ها و تعداد دانه در بلال و نهایتاً کاهش محصول می شود (Edmeads et al., 1999). همانطور که در جدول شماره آمده است کمتر. رات بر اثر تنش مربوط به عرض دانه است. این موضوع م. تواند به این دل که با کاهش تعداد دانه در بلال، دانه های مانده با استفاده از آسیمیلات موجود شرایط رشد مناسب تری داشتند.

کلب. ی مورد نظر با توجه به فرمول های ب. ف شده محاسبه و به همراه مقایسه بن عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش در جدول آمده است. بن عملکرد را در شرایط نرمال و تنش به ترتیب ی BC652 و BC504 داشتند. ی BC678 و NS504 م. ب کمترین عملکرد را در شرایط نرمال و تنش داشتند. در شاخص

با توجه به اینکه میزان بالای عددی این شاخص نشان دهنده تحمل به تنش است، هیبریدهای BC504 BC652 و KSC302 به عنوان هیبریدهای برتر انتخاب شدند. ی NS540 و BC678 را به

عنوان م. بد های ضعیف تر معرفی کرد. در شاخص میانگین هارمونیک با توجه به اینکه میزان بالای عددی نشان دهنده تحمل است از میان هیبرید، ی مورد بررسی BC652 BC504 و KSC302 به عنوان

ژنوتیپ ی این شاخص همه که دارای عملکرد بالایی بودند را به عنوان هیبریدهای متحمل م. بص داد (جدول). مشاهده م. شود Harm در شناسایی ژنوتیپ ی محصول و متحمل به خشکی در ذرت مطلوب است. ی NS540 و BC678 را

بدهای ضعیف در برابر تنش معرفی کرد (جدول). در م. مقادیر عددی بالا نشان دهنده متحمل بودن هیبرید است.

این اساس هیبریدهای BC504 BC652 و KSC302 عنوان ژنوتیپ ی همانطور که مشاهده می شود این شاخص توانست همه هیبریدهای که دارای عملکرد بالا در شرایط م. بودند را به عنوان هیبرید متحمل شناسایی کند. از نظر م.

ی NS540 و BC678، جزء م. بدهای ضعیف در شرایط

اینکه مقادیر عددی بالا نشان دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ ی BC504 BC652

و KSC302 عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. GMP یک شاخص م. در شناسایی ارقام

متحمل می باشد و همانطور که مشاهده می شود این شاخص ژنوتیپ را که دارای عملکرد بالا هستند

را به عنوان هیبرید متحمل شناسایی کرد و می تواند م.

عنوان یک شاخص مناسب در شناسایی هیبریدهای تحمل معرفی شود (مقدم و هادی زاده). از نظر

## جدول - بر در م. بن عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط نرمال و تنش خشک

Table 1. Changes in mean of grain yield and its components under normal and drought stress conditions

Trait	درصد تغییرات Variation (%)	Stress	نرمال Normal	
Rows/ ear	ردیف دانه در بلال	11.93	13.72	15.58
Kernel/ ear row	دانه در ردیف بلال	38.88	23.36	38.22
Ear diameter	قطر بلال	10.47	3.76	4.20
Kernel No/ear	تعداد دانه در بلال	50.50	292.91	591.11
Kernel depth	عمق دانه	15.03	0.70	0.83
Hectolitre	هکتولتر	12.05	612.10	696.00
1000 Kernel Weight	وزن هزار دانه	29.30	146.94	207.84
Kernel diameter	قطر دانه	27.23	3.42	4.70
Kernel width	عرض دانه	9.93	7.31	7.86
(Yield (t/ha)	عملکرد (تن در هکتار)	31.72	4.160	6.093

## جدول - برآورد شاخص های به خشک در م. ی ذرت

Table 2. Estimation of drought tolerance indices in grain maize hybrids

Entry	Hybrids	Yp*	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	Harm	STI
1	BC582	5.62fhg	4.31gf	1.31	4.96	4.92	0.73	4.87	0.65
2	BC678	4.92j	2.83i	2.09	3.87	3.73	1.34	3.59	0.37
3	BC504	8.35a	5.07b	3.28	6.71	6.50	1.24	6.30	1.14
4	NS540	5.28hi	2.05m	3.23	3.66	3.28	1.93	2.95	0.29
5	BC666	5.79fe	4.38gf	1.41	5.08	5.03	0.76	4.98	0.68
6	BC652	7.28cb	5.60a	1.68	6.44	6.38	0.72	6.33	1.10
7	BC572	5.39hg	3.37k	2.02	4.38	4.26	1.18	4.14	0.49
8	MV502	5.79fe	4.03ih	1.76	4.91	4.83	0.96	4.75	0.63
9	KSC500	5.58fhg	3.29k	2.29	4.43	4.28	1.29	4.13	0.49
10	OSSK499	5.53fhg	4.50ef	1.03	5.01	4.98	0.58	4.96	0.67
11	BC462	5.05ji	4.22gf	0.83	4.63	4.61	0.51	4.59	0.57
12	DSSK444	5.70feg	4.35gf	1.35	5.02	4.98	0.75	4.93	0.67
13	BC404	6.97c	4.61ed	2.36	5.79	5.66	1.06	5.54	0.86
14	BC418	5.96c	4.74cd	1.22	5.35	5.31	0.64	5.28	0.76
15	KSC320	7.39b	4.06ih	3.33	5.72	5.47	1.42	5.24	0.81
16	KSC302	6.96g	4.88cb	2.08	5.92	5.82	0.94	5.73	0.91
17	KSC250	5.67feg	4.31gf	1.36	4.99	4.94	0.75	4.89	0.66
18	KSC260	6.28d	5.00b	1.28	5.64	5.60	0.64	5.56	0.84
19	KSC647	6.59d	3.88ij	2.71	5.23	5.05	1.29	4.88	0.69
20	KSC704	5.54fhg	3.69j	1.85	4.61	4.52	1.05	4.42	0.55

ی. در هر ستون، که دارای حروف مشابه می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

Yp = Yield potential Ys = Yield in Stress TOL = Tolerance Index MP = Mean Productivity Harm = Harmonic Mean  
GMP = Geometric Mean Productivity SSI = Stress Susceptibility Index STI = Stress Tolerance Index

بنابراین هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. در TOL گزینش ژنوتیپ هایی موفق بود، که عملکرد آنها در شرایط تنش بالا بود، ولی در گزینش ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بودند موفق نبود. در واقع TOL

ی NS540 و BC678 دهای ضعیف در شرایط تنش م بودند. ی (MP) آنست که به مقادیر Ys و Yp بت کمتری دارد (جدول). در شاخص تحمل TOL، مقادیر عددی پایین در این شاخص نشان دهنده تحمل نسبی هیبریدها می ؛

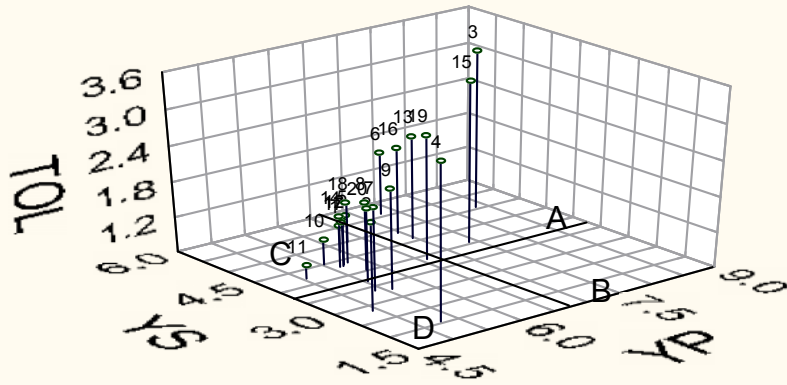
Harm مثبت و معنی داری در سطح احتمال % دارد (جدول ' ) با توجه به اینکه ا. ها با هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی داشتند، می توانند جهت دست یابی به ه. های پر محصول در هر دو شرایط محیطی مورد استفاده قرار گیرند. طبق نظر فرناندز (Fernandez, 1992) هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش (نرمال) دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند به عنوان بهترین شاخص، زیرا این ها قادر به جداسازی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می؛ . عملکرد دانه در شرا. نش و شاخص حساس (SSI) بود. شاخص بهره وری (MP) محصول دهی (GMP) (STI) و م. بن هارمونیک (Harm) بالا و معنی داری را با یکدیگر داشتند. ی اخ. در برنامه های برای بهبود تحمل به تنش خشکی در ذرت، تقر. بچ مشابه ای داشتند (جدول ' ). دو شاخص SSI و TOL که مقدار عددی بن آن نشان دهنده ژنوتیپ ی دارای با هم بودند. بچ ا. ی فرناندز (Fernandez, 1992)، مقدم و هادی زاده ( )، مطابقت دارد. در بررسی مشاهده شد که توانا. ی انجام نم. شود. فرناندز (Fernandez, 1992) در بررسی عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش، تظاهر گیاهان نسبت به دو محیط را به چهار گروه تقسیم نموده است: الف) ژنوتیپ هایی که عملکرد مشابه را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند (گروه A). ب) ژنوتیپ هایی که فقط عملکرد خوبی در محیط بدون تنش دارا هستند (گروه B).

تغییر حاصل از شرایط تنش را بیان می کند. نکته دیگر در مورد این شاخص آنست که پایین بودن TOL الزاما به معنی بالا بودن عملکرد در شرایط بدون تنش ن. بلکه ممکن است عملکرد یک ه. بد در شرایط بدون تنش پایین باشد و در شرایط تنش نیز با افت کمتری همراه باشد. که این باعث کوچک ماندن TOL می شود (مقدم و هادی زاده، ). در ا. کب. ی BC504 KSC320 و NS540 به عنوان ه. بد های ضعیف انتخاب شدند (جدول ). BC504 که عملکرد بالا. در شرایط نرمال داشت، در شرایط تنش هم بعد از BC652 بن عملکرد را داشت، به دل. رات ز. ادی که عملکرد آن در دو شرایط داشت به عنوان ژنوتیپ حساس از نظر این شاخص انتخاب شد (جدول ). در شاخص حساسیت به تنش (SSI) اینکه مقادیر عددی پایین در این شاخص نشان دهنده ی متحمل است. هیبریدهای BC462 و OSSH499 به عنوان ه. ی متحمل و دو ه. NS540 و KSC320 به عنوان ه. ی حساس انتخاب. در محاسبه این شاخص یک جز به نام SI شدت تنش وجود دارد که در ا. بن تحقیق مقدار آن / بود (جدول ). هر چه این جزء بزرگتر باشد SSI کوچکتر می شود (مقدم و هادی زاده، ). SSI علاوه بر میزان عملکرد هیبریدها در شرایط تنش به تیر یا آسیب وارده به هیبریدها در اثر تنش نیز عکس العمل نشان می دهد. یعنی اگر هیبریدی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد اما درصد تغییر زیادی را نشان دهد به عنوان هیبرید متحمل شناسایی نمی شود. BC504 که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بود، به علت درصد تغییر زیاد به عنوان (جدول ). عملکرد در شرایط تنش و نرمال با STI GMP و

MP با توجه به اینکه میزان بالای عددی این شاخص نشان دهنده تحمل به تنش است، هیبریدهای BC504 BC652 و KSC302 به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. همانطور که در دیده می شود، این هیبریدها در گروه A قرار گرفتند ( ). بنابراین می توان نتیجه گرفت که MP تمایل به گزینش ژنوتیپ هایی با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایین تر دارد. در شاخص GMP با توجه به اینکه مقادیر عددی بالا نشان دهنده ژنوتیپ های BC504 BC652 و KSC302 عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. بنابراین شاخص GMP در مقایسه با شاخص MP قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه ها دارد ( ). همچنین در شاخص Harm از میان هیبریدهای BC504 BC652 و KSC302 به عنوان ژنوتیپ های با عملکرد بالا در گروه A قرار گرفتند. در مورد آن هیبریدها که با وجود در گروه A قرار نگرفتند، آن هیبریدها پایین تر بودن عملکرد پتانسیل آنها در مقایسه با سایر ژنوتیپ های بود ( ).

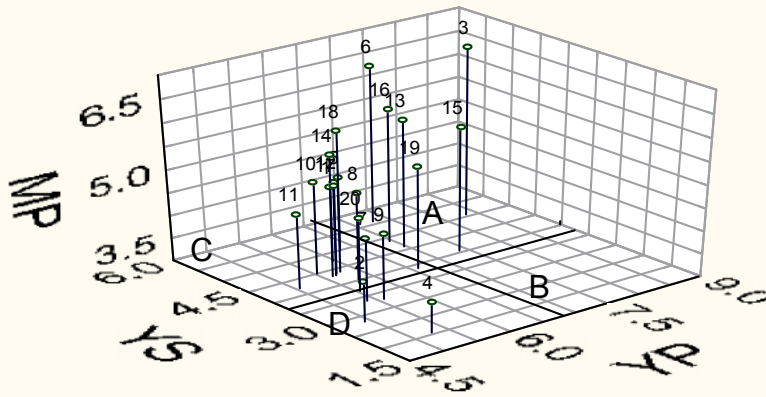
در شاخص SSI که خطوط کوتاه تر نشان دهنده تحمل است که بر اساس هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان هیبریدهای متحمل و دو هیبرید NS540 و KSC320 به عنوان هیبریدهای حساس انتخاب شدند. این شاخص در گروه C قرار گرفتند، و هیبرید KSC320 که در گروه A قرار گرفت و از نظر شاخص حساس بود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می شود. بنابراین SSI قادر به تفکیک و شناسایی گروه A از گروه C ( ) در شاخص

ج ژنوتیپ هایی که عملکرد بالایی را در محیط تنش دارا هستند (گروه C).  
 د ژنوتیپ هایی که عملکرد محصول کم را در دو محیط دارا هستند (گروه D).  
 به نظر ایشان مناسب ترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه های دیگر باشد.  
 برای گروه بندی هیبریدها از پلات های استفاده شد. که در آن عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور X ها، عملکرد در محیط تنش بر روی محور Y و یکی از شاخص های انتخاب شده بر روی محور Z ها نمایش داده شد. بنظر منظور، برای نشان دادن روابط بین این سه متغیر و جدا نمودن ژنوتیپ های گروه A از دیگر گروه (گروه B و C) و همچنین تشخیص سودمندی شاخص مورد نظر بعنوان معیاری برای انتخاب ارقام پر محصول و متحمل به خشکی سطح x-y به وسیله کشیدن خطوط متقاطع به چهار گروه A, B, C و D (Fernandez, 1992) گردید. هیچ در ژنوتیپ های ارائه شده است.  
 با توجه به اینکه مقادیر پایین TOL نشان دهنده تحمل است، هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان هیبریدهای متحمل و علی رغم کوتاهی خط و داشتن TOL به علت عملکرد پایین در شرایط بدون تنش در گروه A قرار نمی گیرند و در گروه C قرار گرفتند ( ).  
 کفایت که گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالقوه پایین تحت شرایط بدون تنش و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می شود. در اغلب آزمایش های مقایسه عملکرد، همبستگی میان شاخص های TOL و Yp منفی و همبستگی شاخص های TOL و Ys ( ). بنابراین، این شاخص قادر به تفکیک و شناسایی گروه A از گروه C در



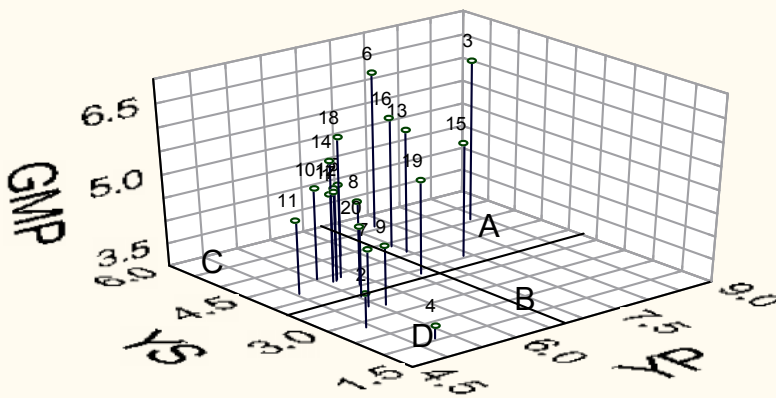
- نمودار سه بعدی ی متحمل به خشک بر اساس شاخص TOL

Fig. 1. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on TOL index



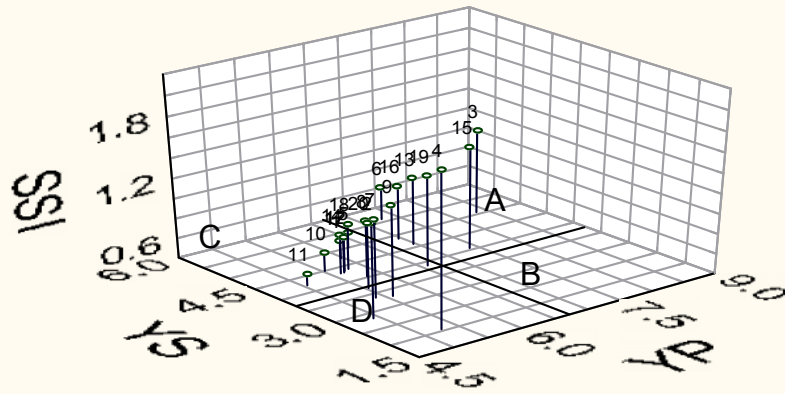
- نمودار سه بعدی ی متحمل به خشک بر اساس MP

Fig. 2. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on MP index



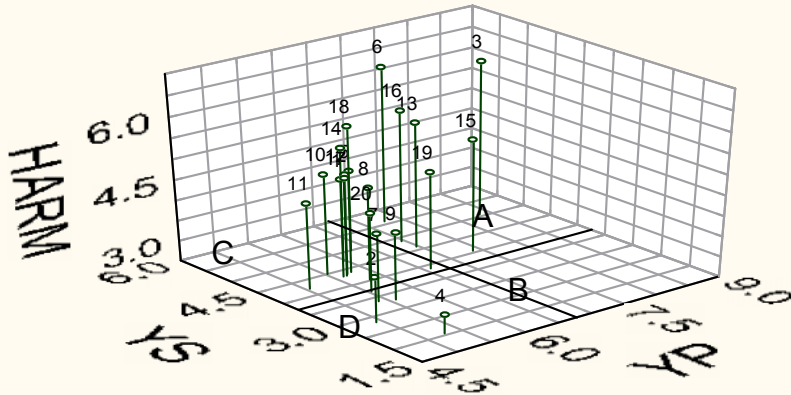
- نمودار سه بعدی ی متحمل به خشک بر اساس GMP

Fig. 3. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on GMP index



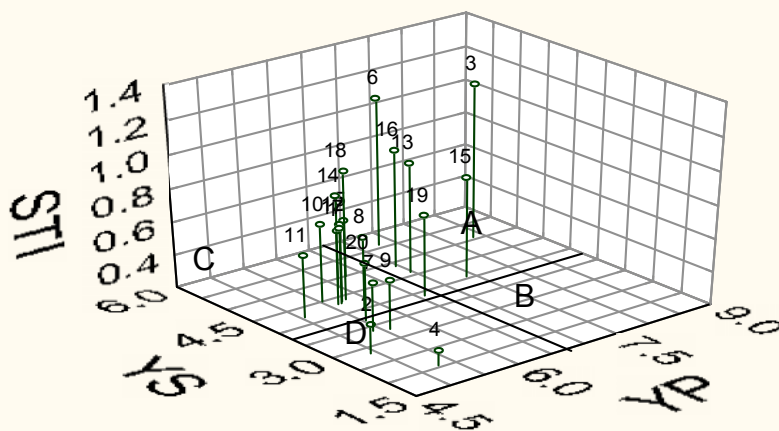
- نمودار سه بعدی  
ی متحمل به خشک بر اساس SSI

Fig. 4. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on SSI index



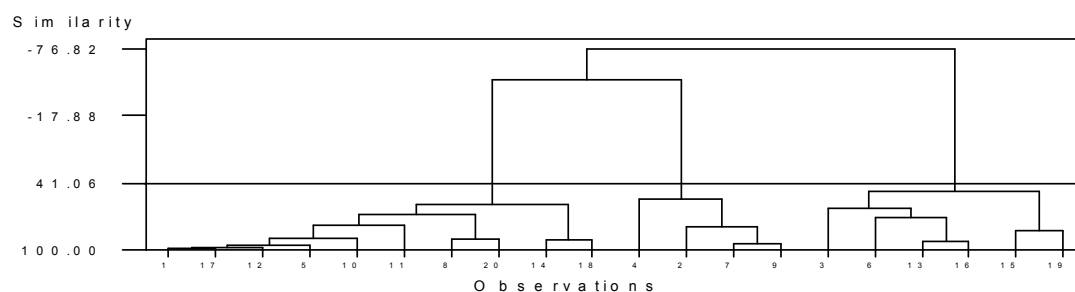
- نمودار سه بعدی  
ی متحمل به خشک بر اساس Harm

Fig. 5. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on Harm index



- نمودار سه بعدی  
ی متحمل به خشک بر اساس STI

Fig. 6. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on STI



- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه ای ذرت بر اساس شاخص های تحمل و حساسیت به تنش و عملکرد دانه

Fig. 7. Dendrogram of cluster analysis of maize hybrids based on tolerance and susceptibility indices and grain yield

جمع این گروه اضافه شدند. به ازای مورد مطالعه در این گروه قرار گرفتند. اگر دارهای سه بعدی که در نمودارهای رسم شده اند مراجعه شود، مشاهده می شود که در گروه C قرار گرفتند. این گروه از نظر SSI و TOL کمتر است. این را به خود اختصاص دادند، به دلیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش، این گروه بر اساس فرناندز در گروه C قرار گرفتند (Fernandez, 1992). مشاهده می شود که گروه NS540 BC678 BC572 KSC500 در این گروه قرار گرفتند. با مراجعه به نمودارهای رسم شده بر اساس طبقه بندی فرناندز (Fernandez, 1992) این گروه، در دسته D قرار گرفتند. این گروه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش قرار گرفتند. در اکثر موارد، هیبریدهای این گروه از لحاظ دو شاخص های SSI و TOL به مقدار زیادی تفاوت داشتند. گروه بعد شامل BC504 BC652 BC404 KSC302 KSC320 و KSC647 بودند. این گروه از نظر STI Harm GMP و MP رتبه های بالاتر را در این دسته داشتند و همچنین از نظر عملکرد دانه، این گروه نسبت به سایر

STI که خطوط بلندتر نشان دهنده تحمل است، هیبریدهای BC504 BC652 و KSC302 این شاخص را توانست همه هیبریدهای که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش بودند را به عنوان هیبرید متحمل شناسایی کند و همگی در گروه A قرار گرفتند. NS540 و BC678 بدهای ضعیف در شرایط تنش باشند، که در گروه D قرار گرفتند. بنابراین طبق فرناندز (Fernandez, 1992) گزارش کرد، STI قادر به تفکیک و شناسایی ژنوتیپ های گروه A از گروه B و C بود (Fernandez, 1992). این مورد مطالعه در شرایط نرمال و تنش، جهت شناسایی گروه های ژنوتیپ مختلف به دسته های مختلف در گروه های مشابه از روش کلاستر بندی استفاده شد (Fernandez, 1992). همانطور که در این مطالعه مشاهده می شود، با برش از نقطه تشابه 17.88 / 76.82 می شود به سه گروه با تشابه های درون گروهی بالا و برون گروهی کم تقسیم کرد. گروه B که شامل ژنوتیپ های KSC250 BC582 DSSK444 BC666 OSSK499 و BC462 باشد که دو هیبرید MV502 و KSC704 به جمع این گروه اضافه شده، و در نهایت دو هیبرید BC418 و KSC260

گروه های بیشتر بود ( ) و بر اساس نمودارهای  
 ی در گروه A قرار م  
 مشاهده م شود که شاخص STI Harm MP و  
 GMP که مقدار ی آنها نشان دهنده هیبرید های  
 عملکرد م مدها در شرایط نرمال و عملکرد م  
 در شرا BC504 و BC652 را به عنوان  
 ی متحمل و م ی NS540 و BC678 را  
 حساس شناسائی کردند. بررسی ی فوق نشان می  
 دهد که م مدهای BC504 BC652 BC404  
 KSC320 KSC647 و KSC320 به عنوان ژنوتیپ های

های STI Harm MP و  
 بل عملکرد م مدها در شرا  
 نرمال و تنش، م مدهای BC504 و BC652 را به عنوان  
 ی متحمل و م ی NS540 و BC678 را  
 حساس شناسائی کردند. با توجه به این نمودار ها تقر  
 توانا تفکیک هیبرید ها توسط ا  
 هم بودند. با بررسی نتایج فوق متوجه م توان  
 مدهای BC504 BC652 BC404 KSC302  
 KSC320 و KSC647 به عنوان هیبرید های متحمل  
 معرفی کرد.

جدول ۱ - ی مختلف متحمل به تنش و میزان عملکرد در دو شرایط نرمال و تنش رطوبت  
 Table 3. Correlation between different drought tolerance indices and grain yield under normal and drought

	stress conditions							
	YP	YS	TOL	MP	GMP	SSI	HARM	STI
YP	1							
YS	0.61**	1						
TOL	0.51*	-0.35 <sup>ns</sup>	1					
MP	0.90**	0.89**	0.10 <sup>ns</sup>	1				
GMP	0.85**	0.93**	0.0016	0.99**	1			
SSI	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.71**	0.89**	-0.32 <sup>ns</sup>	-0.42 <sup>ns</sup>	1		
HARM	0.80**	0.96**	-0.091	0.97**	0.99**	-0.50*	1	
STI	0.88**	0.90**	0.063 <sup>ns</sup>	0.99**	0.99**	-0.36 <sup>ns</sup>	0.98**	1

\* و \*\*: دار در سطح احتمال ۱% و ۵%  
 ns: غیر معنی دار

\* and \*\*: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns: Non-Significant

## References

## منابع مورد استفاده

م. کاظم، م. مقدم، و م. شکر. ارزش ی مقاومت به خشکی در مراحل رشد ژنوتیپ  
 ی دیر رس ذرت. بن کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران رشت. ص  
 مقدم، ع. و هادی زاده. العمل هیبریدهای ذرت و لاین های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص های  
 مجله نهال بذر، ( ):  
 بان، م، ح، غد ی، وع، کامکار حق. بررسی بر تنش رطوبت و نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر  
 عملکرد و راندمان استفاده از آب در ذرت دانه ای. بن کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

**Cakir, R. 2004.** Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89(1):1-16.

**Campose, H., Cooper, M., Habben, J.E and J. R. Schussler. 2004.** Improving drought tolerance in maize: a

view from industry. *Field Crops Res.* 90 (1): 19-34.

**Edmeads, G. O. J. Bolanas. J. and , H. R. Laffitte. 1990.** Selection for drought tolerance in maize adapted to the lowland tropics. Mexico D. F., Mexico, CIMMYT.

**Fernandez, G. C. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of a Symposium, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25. pp. 257-270.

**Fischer. R. A. and R. Maurer 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain Yield responses. *Australian J. Agri. Res.* 29:897-912.

**Larson , E. J. and M. O. Clegg. 1999.** Using corn maturity to maintain grain yield in the presence of late season drought. *Journal of Production Agriculture.* 12(3): 400-405.

**Rosielle. A. A., and J. Hamblin. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 943- 946.

## Study of selection indices for drought tolerance in some of grain maize hybrids

Jafari, A<sup>1</sup>., R. Choukan<sup>2</sup>, F. Paknejad<sup>3</sup> and A. Pourmaidani<sup>4</sup>

### ABSTRACT

**Jafari, A., R. Choukan, F. Paknejad and A. Pourmaidani. 2007.** Study of selection indices for drought tolerance in some of grain maize hybrids. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 9(3): 200-212.

To study the drought tolerance in some of grain maize hybrids, this study was carried out in Qom province in 2006 cropping season. Twenty maize hybrids were evaluated in randomized complete block design with four replications, in two separate experiments, under normal irrigation (30% depletion of available water) and drought stress (60% depletion of available water). Results of analysis of variance for grain yield and its components showed variation among hybrids under normal and drought stress conditions. The highest yield under normal and stress conditions belonged to hybrids BC504 and BC652, respectively. While, hybrids BC678 and NS504 showed the lowest yield under normal and stress conditions, respectively. To evaluating the response of hybrids to drought stress, different indices, including, Stress Susceptibility Indices (SSI), Harmonic mean (Harm), Tolerance index (TOL), Mean Productivity (MP), Stress Tolerance Index (STI) and Geometric Mean Productivity (GMP) were used. Different indices revealed hybrids BC504, BC652, BC404, KSC302, KSC320 and KSC647 as tolerance under stress condition. STI, MP, GMP and Harm indices, were identified as suitable indices to be used in applied maize breeding programs. These indices showed the highest correlation between grain yield under normal and drought stress conditions.

**Key words :** Maize, Hybrid, Drought stress, Normal condition, Tolerance indices, Grain yield

---

**Received: September, 2007.**

1- Former M.Sc. Student, Islamic Azad University, Karaj Unit, Karaj, Iran.

2- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author).

3- Faculty member, Islamic Azad University, Karaj Unit, Karaj, Iran.

4- Faculty member, Agriculture and Natural Research Center of Qom Province, Qom, Iran.