

## بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد ۷ رقم سورگوم دانه‌ای با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش

• محمد علی شیرازی خرازی

کارشناس ارشد اصلاح نباتات

• محمد رضا ناروئی راد

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان

• حمدالله کاظمی

استاد دانشگاه تبریز

• رسول اصغری

استاد دانشگاه محقق اردبیلی

• بهرام علیزاده

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۶

### چکیده

به منظور بررسی اثرات کم آبیاری بر روی عملکرد هفت رقم سورگوم دانه‌ای در منطقه سیستان آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۳ به اجرا در آمد. ۲ سطح نرمال و کم آبیاری به کرت‌های اصلی و ارقام به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند در شرایط نرمال، آبیاری تا پایان مرحله برداشت ادامه داشت ولی در حالت کم آبیاری، آبیاری از زمان ظهور پانیکول تا زمان برداشت قطع گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از لحاظ عملکرد اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۱٪ وجود دارد مقایسات میانگین نشان داد که ارقام کیمیا، KGS۳ و KGS۴ به ترتیب با ۸/۲۶۳۸، ۶/۲۶۶۵ و ۳/۲۷۷۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشتند. جهت بررسی شاخص‌های تحمل به تنش، ارقام توسط این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص میانگین حسابی بهره‌وری (MP) به دلیل همبستگی بالا و معنی دار آن در هر دو شرایط تنش خشکی (۰/۹۳۹) در سطح احتمال ۱٪ و نرمال (۰/۷۹۳) در سطح احتمال ۵٪ به عنوان بهترین معیار جهت گزینش ژنوتیپ‌ها انتخاب گردید. بر این اساس با توجه به میزان شاخص میانگین بهره‌وری تولید (۶۵۸/۹۵) ژنوتیپ KGS۳ به عنوان متحمل‌ترین رقم انتخاب گردید.

کلمات کلیدی: سورگوم، تنش، عملکرد، آبیاری

Pajouhesh &amp; Sazandegi No 78 pp: 159-164

**The study of low irrigation effect on yield of seven grain sorghum cultivars with use of drought tolerance indices**

By: M. A. Shirazi Kharrazi., University of Payam-e- Noor, Zahedan

M. R. Naroui rad- Agriculture and Natural Resources Research Center of Sistan

H. Kazemi- University of Tabriz

R. Asghari- University of Ardabil

B. Alizadeh- Seed and Plant Improvement Institute

In order to study of low irrigation on seven grain sorghum yield in sisthan region one experiment carried out as split plot in base design of randomized complete block design with 3 replications. Cultivars inserted in sub plot and 2 levels irrigation (normal and low irrigation) inserted in main plot as in normal condition irrigation continued to harvest stage but in low irrigation condition in panicle appearance irrigation interrupted to harvest stage. Analysis of variance showed there are significant difference among cultivars for grain yield in 1% level. Comparison means showed cultivars kimia, KGS3 and KGS4 with 2638.8 , 2665.6 and 2771.3 kg/ha had the most yield respectively. In order to study of drought stress indices, cultivars was studied by this indices. MP indice showed the high positive and significant correlation in 1% level with grain yield in drought condition (0.939) and 5% level (0.793) in normal condition and was selected the best indice for selection of tolerance cultivars , and on base of amount this indice (658.95) KGS3 cultivar was known as tolerate cultivar.

**Key words:** Sorghum , Stress , Yield , Irrigation**مقدمه**

به رشد خود ادامه دهد (۱۰، ۱۴، ۱۵، ۱۶). سورگوم نسبت به دیگر گیاهان زراعی تحمل به تنش آن بیشتر است که علت مقاومت به خشکی آن سیستم ریشه‌ای سورگوم می‌باشد که نسبت به سایر گیاهان خانواده گرامینه از جمله گندم و ذرت گسترده‌تر و عمیق‌تر و افشان‌تر می‌باشد (۵، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۰). در یک بررسی مظفری و همکاران (۱۷) بهترین شاخص ارزیابی تحمل به خشکی را در ژنوتیپ‌های آفتابگردان، شاخص STI دانستند و آن‌ها دریافتند که ژنوتیپ گلشید از نظر شاخص‌های GMP، MP، و STI بهترین ژنوتیپ بود در حالی که از نظر شاخص TOL هیبرید دیگری گزینش شد. همچنین اگر سورگوم با تنش خشکی مواجه شود بعد از فصل رشد، اندازه بذر عموماً تحت تأثیر قرار گرفته و کوچک می‌شود. تعداد پانیکول در متر مربع تحت تأثیر تنش‌های رطوبتی قرار نمی‌گیرد مگر اینکه تنش به حدی باشد که از شکل‌گیری پانیکول جلوگیری به عمل آورد. از حدود یک هفته قبل از ظهور پانیکول یا مرحله ظهور غلاف آخرین برگ و دو هفته بعد از این مرحله، مرحله گل‌دهی آغاز و گیاه سورگوم به آب نیاز مبرم جهت تولید عملکرد بیشتر در زمانیکه گیاه تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد دارد (۲۴). عواملی که می‌توانند تنش را افزایش دهند عبارتند از: شوری بالا، آب کشیدگی (دهیدراسیون)، سرما و گرما که این عوامل نهایتاً بر روی رشد و تولید گیاه تأثیر می‌گذارند (۲۳). گیاهان با مکانیسم‌های متفاوتی از جمله تغییرات مورفولوژیکی، الگوی رشد، به خصوص عوامل فیزیولوژیکی و عکس‌العمل‌های بیوشیمیایی برای شرایط تنش سازگار می‌شوند (۲۱). ویژگی‌های دیگری که باعث افزایش این مقاومت می‌شوند وجود پوشش مومی بر سطح برگ‌ها می‌باشد که تلفات تعرقی آب را کاهش می‌دهد. همچنین سورگوم دارای توانایی کاهش تلفات آب از طریق آرایش برگ‌ها و تنظیم روزنه‌ها و استفاده از مواد فتوسنتزی ساخته شده قبل از گرده افشانی برای تکمیل رشد

مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان آب می‌باشد و از آنجا که بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک می‌باشد، تعیین تحمل نسبی به خشکی در گیاهان زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است ناروئی راد و همکاران (۱۹) با ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش در گیاه سورگوم دریافتند که اکثر صفات و به خصوص اجزای عملکرد به خشکی عکس‌العمل منفی نشان می‌دهند که در این میان صفت عملکرد آسیب بیشتری می‌بیند، همچنین شاخص STI را در جداسازی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از سایر شاخص‌ها موفق‌تر اعلام نمودند. ایزانلو و همکاران (۲) به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به تنش، طی گزارشی بر روی ارقام تجاری سوپا اعلام نمودند که دو شاخص STI و GMP در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بهتر عمل نمودند. در مطالعه سنجر (۷) و قاجار سپانلو و همکاران (۱۱) بر روی گندم همبستگی بالا و مثبت میان شاخص مذکور و عملکرد بالقوه و با عملکرد در شرایط تنش به دست آمد. در مطالعه مقدم و هادی زاده (۱۸) مشخص گردید که شاخص تحمل به تنش STI نسبت به شاخص حساسیت به تنش SSI از کارایی بیشتری در گزینش ژنوتیپ‌های ذرت متحمل به تنش برخوردار بود و شاخص اخیر فقط در حذف ژنوتیپ‌های حساس و نه گزینش ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط دشوار کارایی قابل قبولی داشت. سورگوم مقاومت چمشگیری به تنش خشکی دارد و به دلیل این مقاومت بالا به شتر گیاهان زراعی معروف است، از آنجائی که سیستم ریشه آن گسترده می‌باشد یک محصول متحمل به تنش‌های محیطی است که اجازه جذب بیشتر آب را از اعماق ۱۲۰ تا ۱۸۰ سانتی متری عمق خاک می‌دهد. سورگوم می‌تواند در دوره‌های خشکی به حالت غیرفعال باقی بماند و به محض فراهم شدن رطوبت قابل مصرف

اعمال گردید. در آبیاری نرمال، آبیاری تا پایان دوره رشد انجام گرفت. کرت‌هایی که شامل سطح نرمال آبیاری بودند میزان دور آبیاری آن‌ها ۲ بار بیشتر از سطح کم آبیاری بود و به صورت غرقابی صورت پذیرفت. هنگام برداشت به تدریج با توجه به نوع رقم از اوایل صبح برداشت ارقام و انجام گرفت. زمان برداشت سورگوم دانه‌ای هنگامی است که دانه‌های پانیکول کاملاً سفت شده و از مرحله خمیری خارج شده است. تجزیه واریانس طرح اسپلیت پلات و همچنین مقایسات میانگین به روش دانکن با نرم افزار SAS و در نهایت شاخص‌های حساسیت به تنش برای هر ژنوتیپ به طور جداگانه با توجه به فرمول‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ محاسبه گردید.

$$GMP = \sqrt{YP \times YS} \quad \text{فرمول-۱}$$

$$MP = \frac{YP + YS}{2} \quad \text{فرمول-۲}$$

$$TOL = YP - YS$$

$$SI = 1 - \frac{(\overline{YS})}{(\overline{YP})} \quad \text{فرمول-۳}$$

$$SSI = \frac{1 - \frac{ys}{yp}}{SI} \quad \text{فرمول-۴}$$

$$STI = \frac{yp \times ys}{yp} \quad \text{فرمول-۵}$$

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که ارقام اختلاف معنی دار از نظر عملکرد در سطح احتمال ۱٪ دارند. البته قبل از تجزیه واریانس به دلیل عدم نرمال بودن داده‌های خام مربوط به عملکرد از تبدیل لگاریتمی استفاده گردید. تعیین شاخص‌های مناسب مقاومت به خشکی در ارقام سورگوم دانه‌ای در شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال آبیاری و شاخص مقاومت به خشکی شامل: میانگین حسابی

خود می‌باشد (۴، ۱۴، ۱۵). با وجود این موارد، برای رشد مطلوب سورگوم در شرایط مختلف آب و هوایی ایران، دوره آبیاری ۷ تا ۱۰ روز توصیه شده است (۱۹). آبیاری قبل از کاشت و ایجاد رطوبت خاک تا عمق دو متری، از تعداد آبیاری تابستانه خواهد کاست (۳، ۲۵، ۲۶). مناسب‌ترین طریقه آبیاری، آبیاری نشتی می‌باشد (۵). میزان مصرف آب سورگوم، به هنگام اوج مصرف آن که در مرحله ساقه دهی و گل دهی می‌باشد، در حدود ۶ تا ۷ میلی متر در هکتار در روز می‌باشد (۵، ۸، ۱۴). سمیع زاده و همکاران (۶) در آزمایشی برای تعیین شاخص‌های تحمل به تنش در ارقام نخود نشان دادند که شاخص GMP و STI برای برآورد پایداری عملکرد برای دستیابی به ارقام با عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش مناسب هستند. کاظمی و همکاران در آزمایشی بهترین دور آبیاری را با توجه به حداکثر بودن مقدار علوفه تر و خشک و ارتفاع بوته ۸ روز در سورگوم گزارش کرده‌اند (۱۲).

### مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ارقام سورگوم نسبت به کم آبیاری و بررسی روابط بین متغیرهای مورد نظر هفت رقم سورگوم کیمیا، پیام، سپیده، KGS۲، KGS۳، KGS۴ و توده محلی سیستان مورد مطالعه قرار گرفتند. بذور این ارقام از بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیدند. در تاریخ بیستم مرداد ماه ۱۳۸۳، هفت رقم سورگوم دانه‌ای بصورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک - زابل کشت گردیدند، به طوری که کرت اصلی شامل سطوح آبیاری و کرت فرعی شامل ارقام سورگوم در نظر گرفته شدند در این طرح هر کرت شامل چهار خط چهار متری با فاصله خطوط کاشت ۰/۳ متر بود که عملکرد دانه پس از حذف ۰/۵ متر حاشیه از ابتدا و انتهای خطوط و حذف دو خط کناری صورت پذیرفت و سپس تبدیل به کیلوگرم در هکتار شد. سطح برداشت مفید پس از حذف اثرات حاشیه ۳/۶ متر مربع بود و کلیه اندازه‌گیری‌های صفات به غیر از عملکرد دانه براساس شش بوته تصادفی که از دو خط میانی انتخاب شده بودند انجام گرفت. تیمار کم آبیاری با قطع آبیاری از زمان ظهور پانیکول تا مرحله رسیدن فیزیولوژیک و برداشت

جدول ۱. تجزیه واریانس برای برخی صفات ارقام سورگوم تحت شرایط مختلف آبیاری (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	طول پانیکول	عرض پانیکول	تعداد دانه در پانیکول	عملکرد گیاه	وزن صد دانه
تکرار	۲	۴۴/۲۲	۷/۴۲۵	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۱۴۹	۰/۰۵
آبیاری	۱	۳۷۸۱/۱۹	۴۵/۶۹	۵/۹۳	۱/۲۶	۱۱/۰۰۵	۰/۴۰
اشتباه (۱)	۲	۱۲۲/۸۰	۶/۳۷	۲/۰۳	۰/۲	۹/۸۶	۰/۰۸
رقم	۶	۲۰۱/۴۹*	۱۶۰/۰۵*	۷/۰۹**	۰/۱۶*	۱/۵۷**	۰/۸۷**
آبیاری در رقم	۶	۲۵/۶۹	۵/۴۳	۰/۳۷	۰/۰۴	۰/۰۰۸	۰/۲۸
اشتباه (۲)	۲۴	۵۹/۵۷	۵/۹۹	۰/۷۱	۰/۰۴	۰/۰۲۲	۰/۱۴
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۲۴	۱۲/۴۳	۲۱/۱۶	۷/۵۱	۲۳/۵۴	۱۶/۹۶

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵٪

عملکرد Kg/ha	وزن صدانه gr	تعداد دانه در پانیکول	عرض پانیکول cm	طول پانیکول cm	ارتفاع cm	ژنوتیپ
۲۶۳۸A	۲/۷۳A	۲/۹۰ABC	۳/۴۴C	۲۲/۰۸AB	۸۳/۵۵ABC	کیمیا
۱۷۵۰AB	۲/۶۷AB	۲/۶۹C	۳/۲۷C	۱۸/۴۴C	۸۰/۲۵BC	پیام
۱۸۶۱AB	۲/۲۸ABC	۲/۸۶ABC	۳/۶۵BC	۱۹/۲۸ABC	۸۱/۲۸ABC	سپیده
۱۱۹۴B	۱/۸۳CD	۲/۶۸C	۳/۴۷C	۲۰/۰۵BC	۷۶/۱۱C	KGS۲
۲۶۶۵A	۲/۳۰ABC	۳/۰۲AB	۶/۲۳A	۲۴/۵۰A	۹۲/۶۱A	KGS۳
۲۷۷۱A	۱/۷۱D	۳/۱۳A	۴/۶۰B	۲۴/۲۲A	۸۰/۸۹BC	KGS۴
۱۷۷۵AB	۲/۲۱BC	۲/۸۱BC	۳/۲۹C	۹/۲۵D	۸۹/۹۴AB	توده محلی سیستان

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد

جدول ۳. عملکرد و شاخص های تحمل به تنش ارقام سورگوم در شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال

TOL	MP	GMP	SSI	STI	YS Kg/ha-۱	YP Kg/ha-۱	ژنوتیپ
۸۱۰	۱۵۰۵	۱۴۴۹/۴	۰/۹۷	۰/۴۹۸	۱۱۰۰	۱۹۱۰	کیمیا
۱۲۶۷	۱۲۱۶/۳	۱۰۳۸/۵۲	۱/۵۴	۰/۲۵۵	۵۸۳	۱۸۵۰	پیام
۱۶۴۲	۱۴۷۹	۱۲۳۰/۲۰	۱/۶۳	۰/۳۵۸	۶۵۸	۲۳۰۰	سپیده
۷۹۰	۱۶۰۵	۱۵۵۵/۳	۰/۹۰	۰/۵۷۳	۱۲۱۰	۲۰۰۰	KGS۲
۶۵۰	۲۰۷۵	۲۰۴۹/۳	۰/۶۳	۰/۹۹۵	۱۷۵۰	۲۴۰۰	KGS۳
۹۳۶	۱۵۵۸	۱۴۸۶	۱/۰۶	۰/۵۲۳	۱۰۹۰	۲۰۲۶	KGS۴
۲۳۰	۱۷۷۵	۱۷۷۱/۲	۰/۲۹	۰/۷۴۳	۱۶۶۰	۱۸۹۰	توده محلی سیستان

YP: میانگین عملکرد ژنوتیپها در شرایط نرمال. YS: میانگین عملکرد ژنوتیپها در شرایط کم آبیاری. STI: شاخص تحمل به تنش. SSI: شاخص حساسیت به تنش GMP: میانگین هندسی. MP: شاخص بهره وری متوسط. TOL: شاخص تحمل به تنش

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده میان شاخصها و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی آخر فصل

	YP t/ha	YS t/ha	TOL	MP	GMP	SSI	STI
YP	۱						
YS	۰/۵۱۵	۱					
TOL	۰/۱۳۶	-۰/۷۹۵*	۱				
MP	۰/۶۸۳*	۰/۸۹۹**	-۰/۴۹	۱			
GMP	۰/۰۵۱	۰/۲۲۱	-۰/۳۰	۰/۲۲۸	۱		
SSI	-۰/۲۱۲	-۰/۹۵۱**	۰/۹۲۰**	-۰/۷۹۹*	-۰/۳۲۱	۱	
STI	۰/۴۱۵	۰/۹۴۳**	-۰/۹۱۷**	۰/۸۱۱*	۰/۳۲۸	۰/۹۷۵**	۱

YP: میانگین عملکرد ژنوتیپها در شرایط نرمال. YS: میانگین عملکرد ژنوتیپها در شرایط کم آبیاری. STI: شاخص تحمل به تنش. SSI: شاخص حساسیت به تنش GMP: میانگین هندسی. MP: شاخص بهره وری متوسط. TOL: شاخص تحمل به تنش

و بدون تنش، گیاهان را از نظر واکنش به این دو شرایط در چهار گروه قرار داد الف) ارقامی که برتری نسبی یکنواختی در هر دو شرایط تنش و غیر تنش دارند (گروه A). ب) ارقامی که تنها در شرایط عادی عملکرد مطلوبی دارند (گروه B). ج) ارقامی که عملکرد آن‌ها در شرایط تنش به طور نسبی بیشتر است (گروه C). د) ارقامی که در هر دو شرایط تنش و غیر تنش از نظر عملکرد ضعیف هستند (گروه D) و به عقیده او شاخصی مناسب است که بتواند گروه A را از دیگر گروه‌ها جدا نماید که در این تحقیق شاخص MP تقریباً توانست این گروه را از دیگر ارقام تفکیک نماید به طوریکه ارقام KGS۳ و توده محلی سیستان از نظر این شاخص برتر از دیگران بودند در مجموع با توجه به جمع بندی نتایج مشخص گردید که گروه A را می توان به ارقام KGS۳ و توده محلی سیستان اطلاق نمود زیرا تقریباً عملکرد قابل قبولی در هر دو شرایط عادی و تنش از خود نشان دادند ولی ارقام سپیده و پیام هر چند عملکرد خوبی در شرایط عادی داشتند ولی عملکرد آن‌ها تحت شرایط تنش به شدت تحت تاثیر واقع شده بود که می توان آن‌ها را جزو گروه B طبقه بندی نمود در نتیجه از ژنوتیپ های گروه A می توان جهت امور اصلاح نباتات استفاده نمود.

### سپاسگزاری

با تشکر از مدیریت محترم مرکز تحقیقات کشاورزی سیستان و همچنین ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک که شرایط تحقیق را بر اینجانب فراهم نمودند.

### منابع مورد استفاده

- ۱- احمد زاده، ا. ۱۳۷۶؛ تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین های برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۲۳۸. صفحه.
- ۲- ایزانلو، ع، ح. خانقاه، ع و ن، مجنون حسینی. ۱۳۸۱؛ تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ارقام تجاری سویا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- ۳- بی نام. ۱۳۶۶؛ نتایج به نژادی و به زراعی گیاهان علوفه‌ای ( یونجه، شدر ، سورگوم ). نشریات شماره. ۴، ۳، ۲، ۱.
- ۴- بی نام. ۱۳۷۳؛ معرفی هیبریدهای جدید سور گوم علوفه ای. انتشارات معاونت آموزشی و تجهیز نیروی انسانی سازمان تحقیقات و آموزش.
- ۵- سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۱۳۶۸؛ سورگوم ( ذرت دانه خوشه‌ای ). موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ، بخش تحقیقات گیاهان علوفه ای.
- ۶- سمیع زاده، ح، طالعی، ع، گرامی، ع، و پوردوایی، ح. ۱۳۷۷؛ بررسی و تعیین مناسب ترین شاخص حساسیت به خشکی در ارقام نخود. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحه ۲۸۴.
- ۷- سنجرى، ا. ق. ۱۳۷۷؛ ارزیابی منابع تحمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین های گندم در مناطق نیمه خشک کشور. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۲۲۴.
- ۸- صمدی، ا. ۱۳۵۶؛ غلات. انتشارات دانشگاه جندی شاپور.

بهره وری (MP)، میانگین هندسی بهره وری (GMP)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل به تنش (STI) براساس عملکرد بذر در دو محیط تنش و بدون تنش (آبیاری نرمال) محاسبه شدند. بیشترین آسیب ناشی از تنش آبیاری مربوط به صفت عملکرد بود (جدول ۳). همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و نرمال آبیاری در جدول ۴ ارائه شده است. در شرایط بدون تنش (نرمال) رقم شماره ۵ یا (KGS۳) بیشترین عملکرد (۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داده است. در شرایط تنش خشکی نیز این رقم (KGS۳) بالاترین عملکرد (۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود (جدول ۳). بر اساس شاخص‌های MP، GMP و STI ژنوتیپ شماره ۵ (KGS۳) بهترین رقم شناخته شد. معیار تحمل به خشکی (TOL) نشان داد، که معمولاً رقمی که از نظر این شاخص بالا باشد، تحمل مطلوبی به تنش خشکی نشان نداده است.

بطوریکه رقم توده محلی سیستان بیشترین تحمل به خشکی (کمترین TOL) را داشته است که تقریباً از عملکرد مناسبی در شرایط تنش خشکی داشته است. از لحاظ شاخص حساسیت به تنش توده محلی سیستان کمترین حساسیت را نشان داد. احمد زاده (۱) گزارش نمود که در شناسایی لاین های پرمحصول و متحمل به خشکی شاخص MP از مطلوبیت بیشتری برخوردار بود، ولی برای شاخص MP با توجه به نظریه Fernandez (۲۲) که بالا بودن عملکرد در شرایط عادی باعث بالا رفتن میزان شاخص MP می گردد به این ترتیب می توان گفت که این شاخص در گزینش ارقامی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش هستند مناسب نمی باشد. ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط کم آبیاری و شرایط نرمال با شاخص‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش (YS) و شرایط نرمال (YP) مثبت و غیر معنی دار بود ( $r=0.535$ ). عملکرد در شرایط کم آبیاری با شاخص‌های STI، MP، همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱ و با شاخص (TOL) و (SSI) همبستگی منفی و معنی دار به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ نشان داد. عملکرد در شرایط نرمال در سطح احتمال ۵٪ و در شرایط تنش در سطح احتمال ۱٪ با شاخص (MP) همبستگی مثبت و معنی داری نشان دادند. این نتایج نشان می دهد که شاخص (MP) در جهت بالا بردن پتانسیل عملکرد عمل نموده است. قاجار سپانلو و همکاران (۱۱) گزارش نمودند که عملکرد در شرایط تنش و عادی از ضرایب همبستگی بالاتری با شاخص‌های MP، GMP و STI داشت. فرایندی (۹) در بررسی ۱۸ ژنوتیپ نخود نسبت به شرایط تنش شاخص‌های STI و GMP را مناسب جهت گزینش ژنوتیپ های متحمل تشخیص داد. در بررسی دیگری (۷) همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و شاخص‌های MP و TOL و در شرایط تنش با شاخص‌های STI و MP در رابطه با گندم وجود داشت. ایزانلو (۲) برای تعیین مناسب ترین شاخص های تحمل به خشکی بر روی ارقام سویا دریافت که دو شاخص STI و GMP در تفکیک ژنوتیپ های متحمل به خشکی نسبت به دیگر شاخص های تحمل بهتر عمل نمودند. Fernandez (۲۲) در بررسی عملکرد ارقام در دو شرایط تنش

- ایران. ۲۵-۳۸: (۳)۲. ۱۹ - ناروئی راد، محمد رضا. ۱۳۸۲؛ بررسی مقدماتی تنش خشکی در توده‌های سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان.
- ۲۰ - یزدی صمدی، ب و س، عبد میثانی. ۱۳۷۰؛ اصلاح نباتات زارعی. مرکز نشر دانشگاه تهران.
- 21- Bonnet H.J, Nelson D.E, Jensen R.G.1995;. Adaptations to environmental stresses. *Plant Physiol.* 19:493-500.
- 22- Fernandez , G , C. J. 1992; Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp.257-270. In: Kuo , C. G.(ed). Proceeding of the International Symposium on Adaption of Vegetables and other Food Crops to Temperature Water Stress. Taiwan.
- 23- Girirag, K. and., J.V, Goud. 1983; Association of yied components and development traits in grain sorghum. *Indian J. Agric. Sci.*, 53:5-8.
- 24 - Gupta P, Sheoranis. 1983; Response of some enzymes of nitrogen metabolism to water stress in two species of brassica. *Plant Physiol. Biochem.* 10:513.
- 25- Moldenhauer. W.C. and W. 1957; Narrow row soil. Water sorghum conservation. *South Westen Crop and Stock.* 11-12.
- 26- Vanderilp, R.I. and Hans.E.R. 1972; Growth. Stages of sorghum (*Sorghum bicolor* L.Moench). *Agron.J.* 64:13-16).
- ۹ - فرایدی، ی. ۱۳۸۳؛ ارزیابی مقاومت به تنش خشکی در ژنوتیپ های نخود کابلی. مجله کشاورزی. جلد ۶. شماره ۲. ۳۸-۲۷ صفحه.
- ۱۰ - فومن آجیرلو، ع. ۱۳۶۶؛ خاستگاه سورگوم، پراکندگی، رشد و نمو و موارد مصرف آن، صفحه ۷۴.
- ۱۱ - قاجار سپانلو، م، سیادت، ح، میرلطیفی، م و میرنیا، س، خ. ۱۳۷۹؛ اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در چهار رقم گندم. خاک و آب ۱۲(۱۰): ۶۴-۷۵.
- ۱۲ - کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۴؛ زراعت خصوصی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- ۱۳ - کریمی، ه. ۱۳۶۷؛ زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴ - کوچکی، ع. ۱۳۶۴؛ زراعت در مناطق خشک ( غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه ای). انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه مشهد.
- ۱۵ - مختار زاده، ع. ا. ۱۳۷۹؛ بررسی اثر تراکم و نحوه کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای رقم کیمیا. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات بابلسر.
- ۱۶ - مظاهری، د. ا، هاشمی دزفولی و ا، علیزاده. ۱۳۷۷؛ مقایسه اثر کود اوره و اوره پوشش شده با گوگرد بر روی روند رشد دو رقم ذرت در منطقه زرقان فارس. مجله علوم زراعی ایران. جلد یک. شماره یک.
- ۱۷ - مظفری، ک، عرشی، ی، و زینالی خانقاه، ح. ۱۳۷۵؛ بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی و اجزای عملکرد آفتابگردان، نهال و بذر. ۱۲(۳): ۲۴-۳۳.
- ۱۸ - مقدم، ع، و هادی زاده، م. ح. ۱۳۷۹؛ بررسی استفاده از تنش تراکم در گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی در ذرت. مجله علوم زراعی

