

## ارزیابی و انتخاب لاین‌های اینبرد آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش خشکی Evaluation and Selection of Sunflower Inbred Lines Under Normal and Drought Stress Conditions

مهدی غفاری

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۴/۱۸

### چکیده

غفاری، م. ۱۳۸۷. ارزیابی و انتخاب لاین‌های اینبرد آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش خشکی. نهال و بذر ۲۳: ۶۴۹-۶۳۳.

در این بررسی که در سال ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی به اجرا درآمد، ۶۶ ژنوتیپ مختلف آفتابگردان مشتمل بر لاین‌های نرعمقیم، رستورر و ارقام تجاری در دو آزمایش جداگانه در شرایط تنش و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور اعمال تنش رطوبتی، مزرعه تنش با آبیاری به ازای ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر یک سوم آب مورد نیاز شرایط معمولی را دریافت کرد. هر کرت آزمایشی مشتمل بر یک خط سه متری به فواصل ردیفی ۶۰ و فواصل بوته ۲۵ سانتی‌متر بود. در طول دوره رویش، صفات زراعی شامل روز تا شروع گلدهی، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، درصد روغن، شاخص برداشت و عملکرد دانه و روغن تک طبق اندازه‌گیری شد. شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، شاخص تحمل به خشکی (STI) و شاخص‌های MP و TOL برای عملکرد دانه محاسبه شد. بر اساس نتایج حاصله لاین‌های A152، A312، B225، CMS19 و R21A با شاخص حساسیت به خشکی ۰/۴۷ الی ۰/۶۳ مقاوم‌ترین لاین‌ها بودند. از نظر شاخص STI هیبرید آذرگل (۱/۰۶) و به دنبال آن لاین رستورر جدید A28 (۰/۹۹) و هیبرید آلتار (۰/۹۶) مقاومت به خشکی بالایی داشتند. بر اساس همبستگی‌های محاسبه شده، سه صفت قطر طبق، قطر ساقه و ارتفاع بوته به دلیل همبستگی مطلوب با عملکرد دانه و نیز با شاخص STI، به عنوان معیارهای با ارزش در شناسایی ارقام متحمل به خشکی در آفتابگردان شناخته شدند. قطر ساقه و طبق به همراه اجزای عملکرد روغن مهم‌ترین معیارهای مؤثر بر افزایش عملکرد روغن در شرایط تنش رطوبتی بود. از بین شاخص‌های تحمل، شاخص STI کارایی بیشتری در شناسایی ارقام مقاوم به خشکی داشت.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، لاین اینبرد، تحمل خشکی، همبستگی، رگرسیون چندگانه.

## مقدمه

خشکی حالتی است که در آن جبران تلفات آب از دست رفته از طریق تبخیر برای گیاه غیرممکن می‌شود (Osmanzai et al., 1987). از نقطه نظر زراعی مقاومت به خشکی عبارت است از توانایی گیاه برای تولید اقتصادی محصول در شرایط محدودیت رطوبت خاک (Qualset, 1979). سوچکا و همکاران (Sojka et al., 1981) مقاومت به خشکی را توانایی برای به حداقل رساندن کاهش تولید ذکر کردند. زمان و شدت تنش در ارتباط با فنولوژی گیاه حالت‌های مختلفی از تنش را به وجود می‌آورند که سه گروه تنش زود هنگام، تنش اواسط دوره رشد و تنش اواخر دوره رشد را شامل می‌شود (Vannozzi et al., 1999). مراحل گلدهی و پر شدن دانه حساس‌ترین نمود آفتابگردان است (Connor et al., 1985). نیاز آبی آفتابگردان بسته به مناطق مختلف متفاوت و در محدوده ۲۰۰ الی ۹۰۰ میلی‌متر متفاوت گزارش شده است (Unger, 1990). برآوردهای متوسط دلالت بر مصرف حدود ۵۶۰ میلی‌متر آب توسط آفتابگردان دارد (Rogers, 1999). متوسط نیاز آب آفتابگردان در شرایط تراکیای ترکیه ۸۰۵ میلی‌متر گزارش شده است (Erdem et al., 2001). مکانیسم‌های مختلفی از سازگاری گیاهان به شرایط خشکی تعریف شده است. فرار از خشکی، اجتناب از پلاسیدگی، تحمل پلاسیدگی، جبران

خشکی از جمله این مکانیسم‌ها هستند (Vannozzi et al., 1999). به دلیل روشن نبودن مکانیسم‌های سازگاری گیاه به خشکی (Hsiao and Bradford, 1983) و نامشخص بودن رابطه دقیق صفات زراعی با محیط‌های تنش‌دار، گزینش مستقیم برای مقاومت به خشکی محدود است (Elizondo, 1991). مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی گزینش از نظر سازگاری و عملکرد است ولی گزینش از نظر عملکرد به دلیل ماهیت کمی بودن آن مشکل است. به نظر می‌رسد برخی صفات نقش عمده‌ای در شکل‌گیری عملکرد در شرایط تنش خشکی داشته باشند. الیزوندو (Elizondo, 1991) بر محصولی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی را با صفات رشد سریع فنولوژیکی همراه با دوره رشد طولانی، ساقه‌های ضخیم در زمان گرده‌افشانی و قابلیت بالای انتقال مواد فتوسنتزی به دانه مرتبط دانسته و دسترسی به این حالت را از طریق بیوماس بالا در زمان رسیدگی، ارتفاع زیاد و قطر طبق بالا امکان‌پذیر دانسته است. مناطق مختلف آذربایجان با آب و هوای مدیترانه‌ای، در ماه‌های تیر تا شهریور با کمبود بارندگی و افزایش درجه حرارت مواجه است و خشکی با مراحل گلدهی و پر شدن دانه آفتابگردان مصادف می‌شود. در این مناطق ارقام زودرس از خشکی آخر فصل می‌گریزند، در حالی که ارقام دیررس تا حد زیادی تحت تأثیر تنش

است. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی و از نظر مواد آلی فقیر (۰/۵۴) بود. pH خاک مزرعه ۷/۹ و هدایت الکتریکی آن به طور متوسط ۱/۵ میلی موس بر سانتی متر بود. مواد آزمایش به تعداد ۶۶ لاین و رقم مختلف آفتابگردان مشتمل بر ۶۰ لاین اینبرد و ۶ رقم تجاری در قالب دو آزمایش مجزای آبی و شرایط تنش هر کدام با سه تکرار مورد ارزیابی مزرعه‌ای قرار گرفت. ارقام تجاری شامل هیبریدهای هایسان ۳۳، آذرگل، آلستار، کتیل و دو رقم آزاد کرده افشان رکورد و زاریا بود. هر لاین و رقم در تک خطوط سه متری به فواصل ردیفی ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی متر در تاریخ ۲۹ اردیبهشت ۱۳۸۳ کاشته شد. به منظور اعمال تنش، بعد از مرحله ستاره ای یا R1 (Schniter and Miller, 1981)، آبیاری آزمایش تنش به ازای ۱۵۰ میلی متر و آبیاری مزرعه بدون تنش به ازای ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر انجام شد. در طول فصل زراعی مشخصات هر لاین با اندازه گیری زمان شروع گلدهی، طول دوره رویش، ارتفاع بوته، قطر طبق (اصلی)، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، درصد روغن، شاخص برداشت و عملکرد دانه در شش بوته یادداشت برداری شد. در لاین‌های رستورر چندشاخه، تنها عملکرد طبق اصلی اندازه گیری شد. تعداد دانه در طبق با استفاده از داده‌های مربوط به وزن دانه و تعداد طبق برداشت شده برآورد شد. براساس داده‌های اندازه گیری شده شاخص‌های STI، SSI،

خشکی قرار می‌گیرند. از این رو در اصلاح برای مقاومت به خشکی در این مناطق زودرسی به عنوان یک عامل تأثیرگذار مطرح است. شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی معرفی شده است. فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، روسیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) شاخص تحمل (TOL) را به همراه میانگین تولید (MP) و فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به خشکی (STI) را برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل خشکی معرفی کرده‌اند. به دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف، در صورت مشخص شدن دقیق ماهیت مکانیسم‌های سازگاری، می‌توان از این مکانیسم‌ها برای تهیه ارقام مقاوم به خشکی بهره‌برداری کرد. در این آزمایش ضمن بررسی رابطه صفات مورفولوژیکی با عملکرد در شرایط تنش، تحمل ژنوتیپ‌ها در برابر تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی به اجرا درآمد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۰۳ متر است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۹۳ میلی‌متر و ۱۸۰-۱۵۰ روز از سال خشک

نتایج و بحث

خصوصیات آب و هوایی و مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

TOL و MP برای عملکرد دانه محاسبه شد. شاخص حساسیت به خشکی (SSI) طبق تعریف فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) و شاخص تحمل به خشکی (STI) طبق تعریف فرناندز (Fernandez, 1992) محاسبه شد.

جدول ۱- خصوصیات آب و هوایی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی در سال ۱۳۸۳  
Table 1. Meteorological records of Khoy Agricultural Research Station in 2004

ماه Month	میانگین دما Temperature (° C)			میانگین تبخیر روزانه Daily Evaporation (mm)	رطوبت نسبی Relative humidity (%)			بارندگی Precipitation (mm)	
	حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean		حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean		
April	فروردین	4.0	17.1	10.5	0.1	31	79	53	66.8
May	اردیبهشت	10.6	22.2	16.4	3.9	39	84	60	93.3
June	خرداد	14.4	29.6	22.0	6.3	27	76	48	26.4
July	تیر	16.0	31.2	23.6	7.9	29	75	50	18.6
August	مرداد	17.1	34.1	25.6	8.7	23	68	42	0.0
September	شهریور	11.5	29.3	20.4	7.0	23	68	42	0.0

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی

Table 2. Physical and chemical characteristics of soil in Khoy Agricultural Research Station

مشخصات Characteristics	عمق Depth (cm)		عناصر قابل جذب Elements ava. (ppm)	عمق Depth (cm)	
	0-30	30-60		0-30	30-60
S. P. درصد اشباع	44.00	46.00	P	6.90	6.40
Ec هدایت الکتریکی	0.80	0.81	K	2.40	25.00
pH of paste اسیدیته گل اشباع	8.10	8.20	Fe	9.40	9.30
T. N. V% درصد مواد خنثی شونده	17.80	16.80	Mn	6.20	6.90
O. C% درصد کربن آلی	0.88	0.84	Zn	0.46	0.54
			Cu	2.52	2.58

خشکی تأثیری بر درصد روغن نداشت. نل و همکاران (Nel et al., 2000) و اردم و همکاران (Erdem et al., 2001) به عدم تأثیر تنش رطوبتی بر درصد روغن آفتابگردان اشاره کرده‌اند. میلر و همکاران

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب صفات زراعی در دو شرایط نرمال و تنش، بین دو آزمایش از نظر کلیه صفات به غیر از زمان شروع گلدهی و درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). تنش

صادق باشد. میانگین صفات زراعی در دو آزمایش در جدول ۴ مقایسه شده است. براساس داده‌های اندازه‌گیری شده شاخص‌های حساسیت و تحمل خشکی برای عملکرد دانه محاسبه شد (جدول ۵). براساس این نتایج لاین‌های A312، A152، B225، CMS19 و R21A با شاخص حساسیت به خشکی ۰/۴۷ الی ۰/۶۳ متحمل‌ترین لاین‌ها بودند. در بین ارقام تجاری کمترین شاخص حساسیت متعلق به رقم کتیل (۰/۷۲) بود. از نظر شاخص STI که مقادیر بالاتر آن نشان‌دهنده تحمل بیشتر در برابر تنش است، هیبرید آذرگل بیشترین مقدار این شاخص را نشان داد (۱/۰۶) و به دنبال آن لاین رستورر A28 (۰/۹۹) و سپس هیبرید وارداتی آلستار (۰/۹۶) قرار گرفت (شکل ۱). لاین‌های A226، B27، A152 و B129 با مقدار STI ۰/۸۱-۰/۸۵ جزو لاین‌های متحمل بعدی بودند. به نظر می‌رسد تحمل خشکی در لاین‌های پدری و مادری هیبرید آذرگل (CMS19) و R43 که شاخص حساسیت به خشکی کمی داشته‌اند (به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۶۶) در افزایش تحمل این هیبرید بدون تأثیر نبوده است. هیبرید کتیل علی‌رغم برخورداری از SSI کم، STI پایینی داشت و در مقایسه با هیبرید آذرگل از عملکرد کمتری برخوردار بود. لاین نرعقیم CMS19 و لاین‌های رستورر R103 و R95 در مقایسه با هم ردیف‌های خود تحمل بالاتری در برابر تنش خشکی داشتند.

(Miller et al., 1982) درصد روغن در شرایط دیم را ۱/۸٪ بیشتر از شرایط آبی گزارش کرده‌اند. بیشتر، عقیده بر این است که تنش در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش درصد روغن می‌شود (Alessi et al., 1977؛ Hall et al., 1985؛ Talha and Osman, 1975). در آزمایش‌های مزرعه‌ای به دلیل دخالت عوامل غیرقابل کنترل آب و هوایی و خاک و اختلاط اثر متقابل چندگانه با اثر رقم بر آورد معتبری از واکنش ارقام به محیط‌های تنش وجود ندارد و این امر معرفی رقم برای شرایط خشک را با مشکل مواجه می‌کند (Fukai et al., 1999). اختلاف بین ارقام از نظر کلیه صفات معنی‌دار بود و دلالت بر تنوع زیاد مواد آزمایش داشت. اثر متقابل رقم \* آزمایش برای عملکرد دانه و روغن و اجزای آن، روز تا شروع گلدهی، قطر ساقه و شاخص برداشت معنی‌دار بود و نشان از واکنش متفاوت مواد آزمایش نسبت به دو شرایط تنش و غیرتنش داشت. این موضوع دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی از نظر نحوه واکنش گیاه به محیط تنش دارد و می‌تواند در جهت انتخاب ارقام مناسب برای شرایط تنش به کار گرفته شود. عملکرد در محیط‌های کم بازده و پر بازده تا حدی تحت تأثیر صفات متفاوت است و ضرورتاً توسط مجموعه‌ای از آلل‌های مشابه افزایش نمی‌یابد (Falconer, 1990). این امر در مورد سایر صفات به خصوص صفات کمی نیز می‌تواند



جدول ۵- میانگین عملکرد دانه و شاخص های مقاومت به خشکی لاین ها و ارقام آفتابگردان در دو آزمایش بدون تنش و تنش

Table 5. Mean of seed yield and stress tolerance indices of sunflower lines and cultivars in normal and stress experiments

شماره No.	نام Name	Yi	Yd	MP	TOL	STI	SSI	شماره No.	نام Name	Yi	Yd	MP	TOL	STI	SSI
1	R6	46.33	23.33	34.83	23.00	0.32	1.15	34	A226	69.33	41.00	55.17	28.33	0.85	0.94
2	R19	57.67	25.00	41.33	32.67	0.43	1.31	35	B353	53.00	28.67	40.83	24.33	0.45	1.06
3	R21A	42.67	31.00	36.83	11.67	0.39	0.63	36	A354	71.00	32.33	51.67	38.67	0.68	1.26
4	R22A	55.00	34.00	44.50	21.00	0.56	0.88	37	B53	69.00	30.33	49.67	38.67	0.62	1.29
5	R23	50.67	31.67	41.17	19.00	0.48	0.87	38	A54	62.00	33.67	47.83	28.33	0.62	1.06
6	R24	59.67	13.67	36.67	46.00	0.24	1.78	39	B127	63.33	29.00	46.17	34.33	0.55	1.25
7	R26	49.33	28.00	38.67	21.33	0.41	1.00	40	A128	66.67	37.00	51.83	29.67	0.73	1.03
8	R27	44.00	29.33	36.67	14.67	0.38	0.77	41	B345	63.67	31.67	47.67	32.00	0.60	1.16
9	R32	56.67	25.67	41.17	31.00	0.43	1.26	42	A346	66.33	29.67	48.00	36.67	0.59	1.28
10	R33	44.00	18.00	31.00	26.00	0.24	1.36	43	B221	67.00	25.67	46.33	41.33	0.51	1.42
11	R34	63.67	28.00	45.83	35.67	0.53	1.29	44	A222	65.67	26.67	46.17	39.00	0.52	1.37
12	R37	54.00	37.33	45.67	16.67	0.60	0.71	45	B355	58.67	35.00	46.83	23.67	0.61	0.93
13	R38	39.33	25.67	32.50	13.67	0.30	0.80	46	A356	61.00	41.33	51.17	19.67	0.75	0.74
14	R39	52.67	30.67	41.67	22.00	0.48	0.96	47	B335	50.67	23.67	37.17	27.00	0.36	1.23
15	R43A	62.33	30.33	46.33	32.00	0.56	1.19	48	A336	54.00	28.67	41.33	25.33	0.46	1.08
16	R44	57.00	29.33	43.17	27.67	0.50	1.12	49	B151	64.33	38.00	51.17	26.33	0.73	0.95
17	R46	50.00	35.67	42.83	14.33	0.53	0.66	50	A152	61.00	45.67	53.33	15.33	0.83	0.58
18	R47	40.33	28.67	34.50	11.66	0.33	0.65	51	B317	64.67	33.00	48.83	31.67	0.64	1.13
19	R50	57.00	36.67	46.83	20.33	0.62	0.82	52	A318	67.33	31.33	49.33	36.00	0.63	1.23
20	R53	38.00	22.33	30.17	15.67	0.25	0.95	53	B343	55.67	31.33	43.50	24.33	0.52	1.01
21	R55	44.33	34.33	39.33	10.00	0.45	0.52	54	A344	58.00	38.67	48.33	19.33	0.67	0.77
22	R56	45.33	32.33	38.83	13.00	0.44	0.66	55	B129	69.00	41.33	55.17	27.67	0.85	0.93
23	R95	54.67	34.67	44.67	20.00	0.56	0.84	56	A130	63.00	21.67	42.33	41.33	0.41	1.51
24	R103	59.33	32.33	45.83	27.00	0.57	1.05	57	B311	55.67	31.33	43.50	24.33	0.52	1.01
25	R256	45.00	26.33	35.67	18.67	0.35	0.96	58	A312	44.33	35.33	39.83	9.00	0.47	0.47
26	R82	46.33	29.33	37.83	17.00	0.40	0.85	59	CMS19	60.33	44.33	52.33	16.00	0.80	0.61
27	R43	48.67	34.67	41.67	14.00	0.50	0.66	60	CMS60/52	65.67	27.67	46.67	38.00	0.54	1.34
28	R67	62.67	22.33	42.50	40.33	0.42	1.49	61	HYSUN33	66.33	37.33	51.83	29.00	0.74	1.01
29	B27	62.00	44.00	53.00	18.00	0.81	0.67	62	AZARGOL	74.33	47.67	61.00	26.67	1.06	0.83
30	A28	68.67	48.33	58.50	20.33	0.99	0.68	63	ALLSTAR	71.00	45.33	58.17	25.67	0.96	0.83
31	B375	69.33	33.33	51.33	36.00	0.69	1.20	64	KETILL	61.67	42.33	52.00	19.33	0.78	0.72
32	A376	60.67	42.33	51.50	18.33	0.77	0.70	65	RECORD	75.00	32.00	53.50	43.00	0.72	1.32
33	B225	52.67	39.33	46.00	13.33	0.62	0.58	66	ZARIA	65.00	41.00	53.00	24.00	0.79	0.85
Mean میانگین										59.18	32.55	45.86	26.63	0.55	1.01

Yi: Plant seed yield in normal experiment (g/head)

Yi: عملکرد دانه تک گیاه در آزمایش بدون تنش (گرم در طبق)

Yd: Plant seed yield in Stress experiment (g/head)

Yd: عملکرد دانه تک گیاه در آزمایش تنش (گرم در طبق)

MP: Mean production

MP: میانگین تولید

TOL: Tolerance index

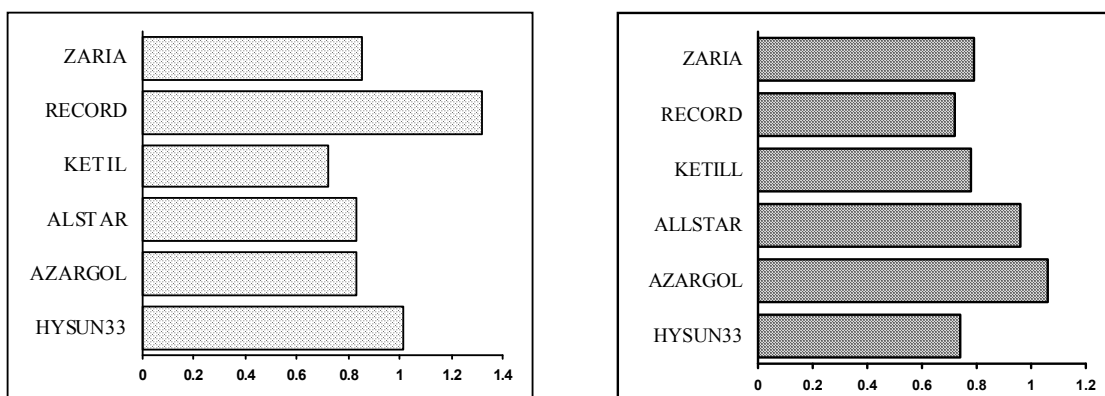
TOL: شاخص تحمل

STI: Stress tolerance index

STI: شاخص تحمل به خشکی

SSI: Stress susceptibility index

SSI: شاخص حساسیت به خشکی



شکل ۱- مقایسه مقادیر شاخص‌های تحمل (راست) و حساسیت به خشکی (چپ)

در ارقام تجاری آفتابگردان

Fig. 1. Comparison of stress tolerant (right) and stress susceptibility indices (left) in sunflower commercial

داشت. به نظر می‌رسد در شرایط تنش تعداد دانه در طبق یک عامل تعیین کننده در تثبیت عملکرد ارقام متحمل است. توجه به همبستگی‌های مورد اشاره نشان می‌دهد که صفات قطر طبق، ارتفاع بوته و قطر ساقه به دلیل همبستگی بالا با عملکرد دانه و شاخص STI، به عنوان معیارهای ساده می‌توانند در شناسایی ارقام متحمل به خشکی به کار گرفته شوند. ارزش‌های بالای این صفات نشان از استفاده بهتر از ذخایر هیدرات کربن دارد. همبستگی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با هر چهار شاخص تحمل خشکی مثبت و معنی دار بود. از آن جا که بالا بودن مقادیر MP و STI و کمتر بودن مقادیر TOL و SSI با تحمل بیشتر خشکی همراه است، از این رو عملکرد دانه در شرایط بدون تنش نمی‌تواند به تنهایی به عنوان عاملی برای تفکیک ارقام

همبستگی صفات زراعی در دو شرایط بدون تنش و تنش در جدول‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. مطلوب نظر در درجه اول دستیابی به همبستگی مورد نظر در شرایط بدون تنش و سپس در شرایط تنش است. در حالت اول ضمن برنامه‌های معمول به نژادی می‌توان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی را شناسایی کرد و در غیر این صورت اجرای یک آزمایش تنش به منظور غربال مواد مورد نظر الزامی خواهد بود. شاخص STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات قطر طبق، وزن دانه، شاخص برداشت، قطر ساقه و ارتفاع بوته در آزمایش بدون تنش داشت. در آزمایش تنش همبستگی STI با صفات زراعی مذکور به علاوه تعداد دانه در طبق مثبت و معنی دار بود. شاخص SSI با تعداد دانه در طبق و شاخص برداشت همبستگی منفی

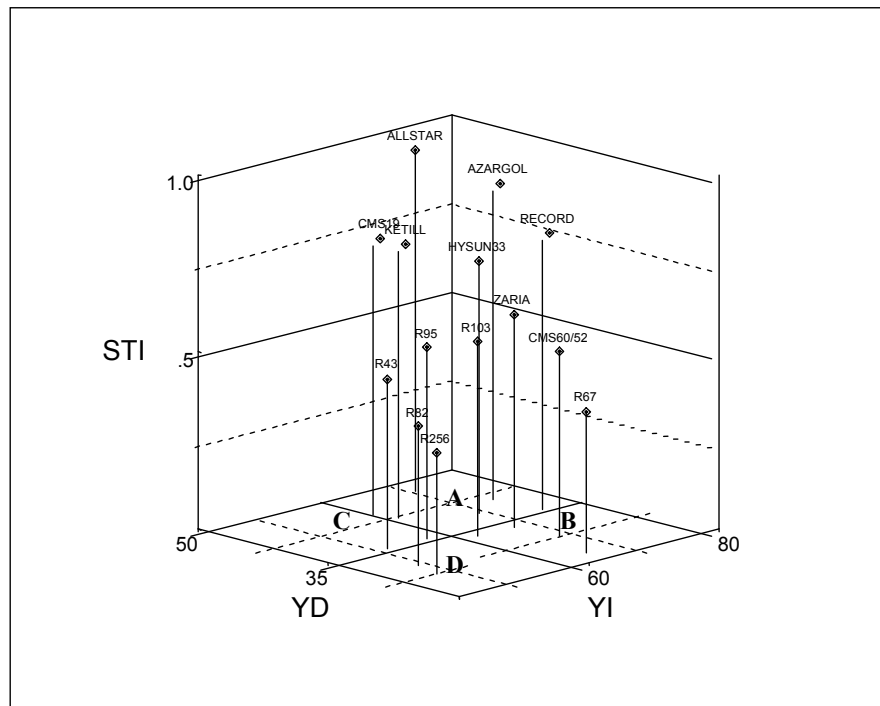






آزمایش در شرایط تنش و بدون تنش الزامی است و این امر هزینه بیشتری را می طلبد، لذا براساس همبستگی های فوق، در این آزمایش عملکرد دانه در شرایط تنش به تنهایی مناسب ترین معیار برای شناسایی ارقام متحمل به خشکی است. ارزیابی در دو شرایط تنش و بدون تنش برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی پیشنهاد شده است (Sayre *et al.*, 1995) ولی در مورد کارایی عملکرد بالا در شرایط تنش توافق زیادی وجود دارد و در شرایط خشک تر با بارش کمتر از ۳۰۰ میلی متر، تحمل به خشکی قبل از عملکرد مورد توجه قرار می گیرد

متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد. در مقابل عملکرد دانه در شرایط تنش با شاخص اول همبستگی مثبت و با دو شاخص بعدی همبستگی منفی داشته است. این نتیجه حاکی از آن است که عملکرد دانه در شرایط تنش خود معیار مناسبی برای شناسایی ارقام متحمل به خشکی است. همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با عملکرد دانه در شرایط تنش نشان می دهد که عموماً ارقام متحمل به خشکی پتانسیل عملکرد بالاتری نیز دارند. از آن جا که برای محاسبه شاخص های تحمل خشکی انجام دو سری

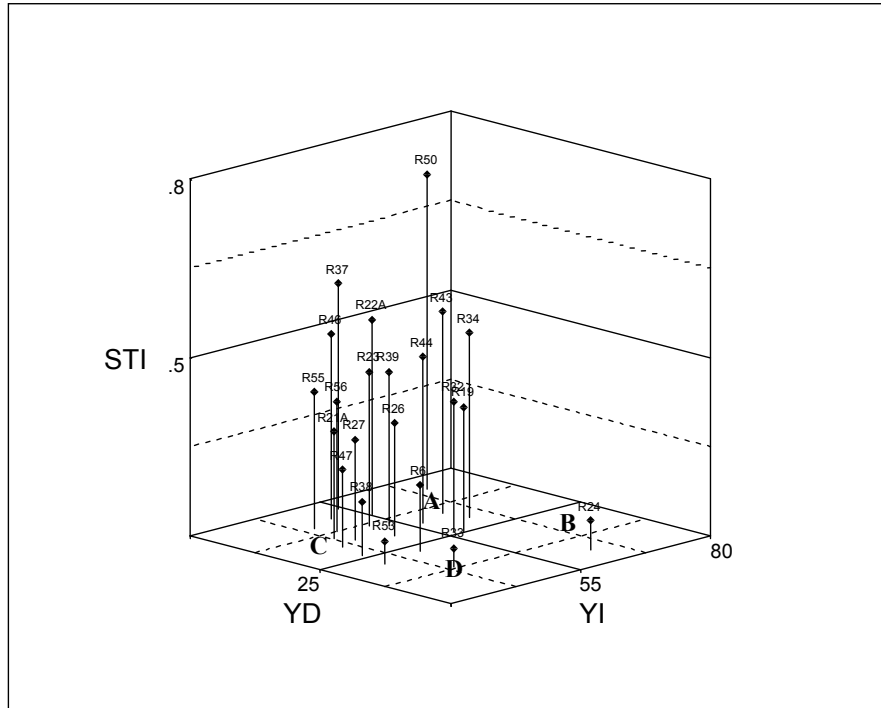


شکل ۲- نمودار سه بعدی پتانسیل عملکرد (YI)، عملکرد در شرایط تنش (YD) و شاخص تحمل خشکی (STI) برای ارقام و لاین های تجاری

Fig. 2. Three dimention scheme of potential yield (YI), stress yield (YD) and stress tolerance index (STI) for commercial cultivars and lines

نمایش داده شده است. تنوع این لاین‌ها از نظر خصوصیات مذکور در مقایسه با لاین‌های پدری زیادتر بوده و در هر دو گروه A و B، لاین‌های برتر وجود داشتند. لاین‌های B27، A28، A356، A128، B129 و A226 همگی در قسمت A نمودار از توان محصول‌دهی بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش برخوردار بودند. لاین A152 تنها لاین دارای STI بالا در قسمت B نمودار بود. علیرغم پایین بودن پتانسیل عملکرد این لاین، عملکرد آن در شرایط تنش بالا بود. نظیر لاین‌های رستورر لاین‌های واقع در قسمت A و B به دلیل برخورداری از عملکرد بالا در شرایط تنش مواد با ارزشی در برنامه‌های اصلاحی به شمار می‌روند. از آن جا که وراثت‌پذیری شاخص‌های تحمل خشکی همانند عملکرد پایین است (Alza and Fernandez-Martinez, 1997) انجام تلاقی بین لاین‌های والدی به منظور ایجاد تحمل خشکی در هیبریدهای حاصله اهمیت فوق‌العاده‌ای خواهد داشت. معنای این گفته آن است که گزینش مستقیم برای تحمل خشکی نتیجه مطلوبی به دست نخواهد داد اما گزینش لاین‌های والدی و انجام تلاقی بین آن‌ها می‌تواند به تولید ارقام متحمل به خشکی بیانجامد. در این آزمایش بیشترین کاهش عملکرد در ارقام با پتانسیل عملکرد بالا رخ داد. از آن جا که بخش عمده ژنوتیپ‌های این آزمایش را لاین‌های اینبرد خالص تشکیل می‌داد که به شرایط محیطی خیلی حساس

(Panthuwan et al., 2002). از بین شاخص‌های تحمل، شاخص STI به نحو مطلوبی ژنوتیپ‌های گروه A در تقسیم‌بندی فرناندز (Fernandez, 1992) را از گروه B تفکیک کرد. دیاگرام سه بعدی شکل ۲ نشان می‌دهد که ارقام آلستار، آذرگل، کتیل، هایسان ۳۳ و رکورد به لحاظ برخورداری از STI بالا پتانسیل عملکرد بالایی نیز دارند. در واقع ارقام با STI بالا در هر دو شرایط آبی و تنش عملکرد بالایی نشان دادند. همبستگی بالای این شاخص با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش این موضوع را تأیید می‌کند. در بین لاین‌های تجاری تنها لاین نرعمیم CMS19 (والد مادری هیبرید آذرگل) در منطقه A قرار گرفت. در بین لاین‌های رستورر جدید لاین R50 به نحو متمایزی برتر از لاین‌های هم ردیف خود قرار گرفت. قابلیت بالای این لاین در تولید بذر فراوان در دو شرایط تنش و بدون تنش امکان تکثیر بذر این لاین در شرایط دشوار را به وجود می‌آورد. لاین R37 در حاشیه دو گروه A و B قرار گرفت و به این طریق خود را از سایر لاین‌ها متمایز کرد (شکل ۳). لازم به ذکر است که عموماً لاین‌های اینبرد رستورر به دلیل ماهیت چندشاخه بودن عملکرد پایینی دارند و از این رو اگر بحث استفاده از خاصیت تحمل خشکی مطرح باشد می‌توان از لاین‌های واقع در گروه B نمودار استفاده کرد. در شکل ۴ موقعیت لاین‌های اینبرد از نظر عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به همراه شاخص STI

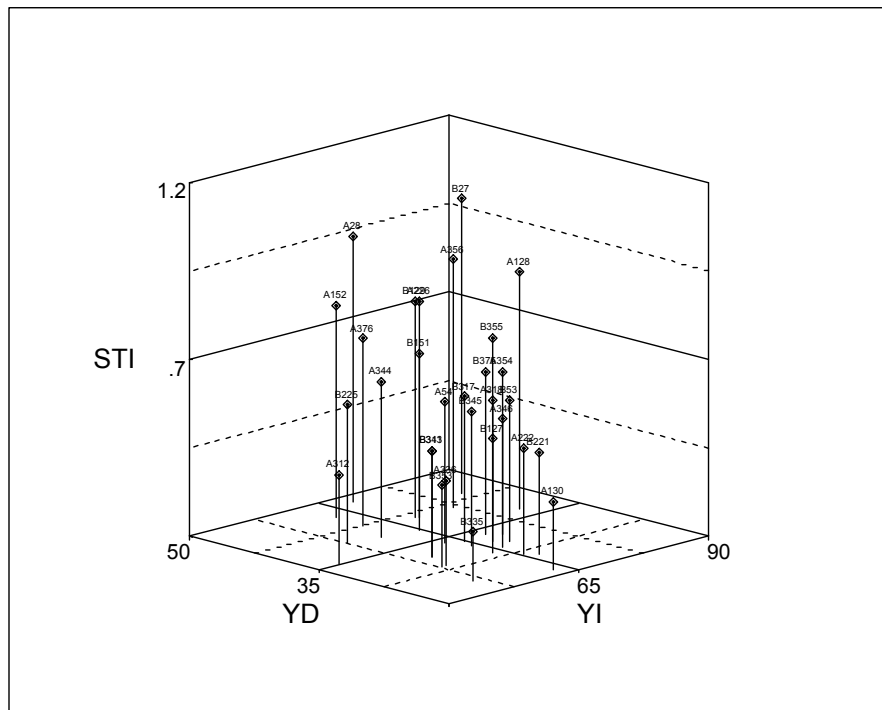


شکل ۳- نمودار سه بعدی پتانسیل عملکرد (YI)، عملکرد در شرایط تنش (YD) و شاخص تحمل خشکی (STI) برای لاین های رستورر جدید

Fig. 3. Three dimensions scheme of potential yield (YI), stress yield (YD) and Stress tolerance index (STI) for new restorer lines

طبق و رشد آن نقش داشته و بر اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد روغن تأثیر می گذارند. از این رو در شرایط تنش خشکی توجه به رشد رویشی و از جمله قطر ساقه و قطر طبق یکی از معیارهای مناسب در جهت انتخاب ارقام متحمل به خشکی است. در مجموع پتانسیل عملکرد دانه تا حدودی می تواند در شناسایی ارقام و لاین های متحمل به خشکی به شمار آید ولی به دلیل همبستگی کم با عملکرد در شرایط تنش، معیارهای غیرمستقیم دیگر در شرایط تنش در شناسایی بهتر ژنوتیپ های متحمل می تواند به

هستند از این رو کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش خشکی دور از انتظار نیست. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون چندگانه نشان داد که به همراه اجزای عملکرد روغن صفات قطر ساقه، قطر طبق و شاخص برداشت اهمیت زیادی در مدل کامل دارند (جدول ۸). در مدل کاهش یافته از طریق رگرسیون گام به گام، صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن، قطر ساقه و قطر طبق در مدل نهایی باقی ماند. ساقه ها به دلیل این که منبعی از کربوهیدرات های ذخیره ای هستند در تغذیه



شکل ۴- نمودار سه بعدی پتانسیل عملکرد (YI)، عملکرد در شرایط تنش (YD) و شاخص تحمل خشکی (STI) برای لاین‌های اینبرد جدید

Fig. 4. Three dimensions scheme of potential yield (YI), stress yield (YD) and stress tolerance index (STI) for new inbred lines

جدول ۸- ضرایب رگرسیون متغیرهای زراعی در دو مدل کامل و کاهش یافته برای عملکرد روغن

Table 8. Regression coefficients of agronomic variables in complete and decreased model for oil yield

S. O. V.	منابع تغییرات	ضرایب رگرسیون			
		مدل کامل		مدل کاهش یافته	
		استاندارد نشده	استاندارد	استاندارد نشده	استاندارد
		Not standard	Standard	Not standard	Standard
Constant	عرض از مبدأ	-27.077**		-28.181**	
Flowering	شروع گلدهی	-0.028	-0.028	-	-
Seed filling period	مدت پر شدن دانه	0.021	0.041	-	-
Plant height	ارتفاع بوته	-0.002	-0.011	-	-
Head diameter	قطر طبق	0.129+	0.116	0.105+	0.094
Stem diameter	قطر ساقه	0.163*	0.094	0.141*	0.081
1000 Seed weight	وزن هزاردانه	0.271**	0.680	0.298**	0.749
Seed number/ head	تعداد دانه در طبق	0.014**	0.753	0.015**	0.808
Oil content	درصد روغن	0.334**	0.336	0.328**	0.330
Harvest index	شاخص برداشت	5.347	0.056	-	-

+, \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد.

+, \* and \*\*: Significant at 10%, 5% and 1% levels, respectively.

کار گرفته شود. صفات قطر طبق و قطر ساقه و ارتفاع بوته به دلیل همبستگی مثبت با عملکرد دانه در شرایط تنش از جمله این معیارها هستند. از بین شاخص های تحمل خشکی شاخص STI به دلیل تفکیک ارقام گروه A از سایر گروه ها و همبستگی مطلوب با عملکرد دانه معیار مناسبی برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی است.

## References

- Alessi, J., Power, J. F., and Zimmerman, D. C. 1977.** Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agronomy Journal* 69: 465-469
- Alza, J. O., and Fernandez-Martinez, J. M. 1997.** Genetic analysis of yield and related traits in Sunflower in dry land and irrigated environments. *Euphytica* 95: 243-251.
- Connor, D. J., Jones, T. R., and Palta, J. A. 1985.** Responce of sunflower to strategies of irrigation. *Field Crops Research* 12: 281-293.
- Elizondo, J. 1991.** A factor analysis of plant variables related to yield in sunflower under water stress condition. *Helia* 14 (15): 55-64.
- Erdem, T., Lokman, D., and Halim Orta, A. 2001.** Water use characteristics of sunflower under deficit irrigation. *Pakistan Journal of Biological Science* 4: 766-769.
- Faconer, D. S. 1990.** Selection in different environments, effect on environmental sensitivity and on mean performance. *Genetics Research* 56: 57-70.
- Fernandez, G. C. J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan.* Pages 257-270.
- Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
- Fukai, S., Pantuwan, G., Jongdee, B., and Copper, M. 1999.** Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. *Field Crops Research* 64: 61-74.
- Hall, A. J., Chimenti, C. A., Viella, F., and Freier, G. 1985.** Timing of water stress effects on yield components in sunflower. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Sunflower Conference.* Page 131-136.
- Hsiao, T. C., and Bradford, K. J. 1983.** Physiological consequences of cellular water deficits. pp. 227-267. In: Taylor, H. M., Joradan, W. R., and Sinclair, T. R. (eds.)

- Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Miller, B. C., Oplinger, E. S., Rand, R., Peters, J., and Weis, G. 1982.** Effect of planting date and plant population on sunflower performance. *Agronomy Journal* 76: 511-515.
- Nel, A. A., Loubser, H. L., and Hammes, P. S. 2000.** The Effect of crop water status on the yield, composition and processing quality of sunflower seed. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Sunflower Conference*. Pages 133-138.
- Osmanzai, M., Rajaram, S., and Knapp, E. B. 1987.** Breeding for moisture-stressed areas. pp. 151-162. In: Srivastava, J. P., Porceddu, E., Acevedo, E., and Varma, S. (eds.) *Drought Tolerance in Winter Cereals*. John Wiley and Sons, Inc.
- Panthuwan, G., Fukai, S., Copper, M., Rajatasereekul, S., and Toole, J. C. 2002.** Yield response of rice genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield components. *Field Crops Research* 73: 153-168.
- Qualset, C. O. 1979.** Breeding for drought resistance in maize. *Proceedings of SAFGRAD International Institute for Tropical Maize Workshop, Ouagadougou, Upper Volta*.
- Rogers, D. H. 1999.** Irrigation Management. *High Plains Sunflower Production Handbook*. Kansas State University Press. U. S. A.
- Rosielle, A. A., and Hamblin, J. 1981.** Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science* 21: 943-946.
- Sayre, K. D., Acevedo, E., and Austin, R. B. 1995.** Carbon isotopic discrimination and grain yield for three bread wheat germplasm groups at different levels of water stress. *Field Crops Research* 41: 45-54.
- Schniter, A. A., and Miller, J. F. 1981.** Description of sunflower growth stage. *Crop Science* 21: 901-903.
- Sojka, R. E., Stolzy, L. H., and Fisher, R. A. 1981.** Seasonal drought response of selected wheat cultivars. *Agronomy Journal* 73: 838-845.
- Talha, M., and Osman, F. 1975.** Effect of soil water stress and water economy on oil composition in sunflower. *Journal of Agricultural Science* 84: 49-56



**Unger, P. W. 1990.** Sunflower; Irrigation of agricultural crops. Agronomy Monographs No. 30. Pages 775-793.

**Vannozzi, G. P., Baldini, M., and Sanchez, D. G. 1999.** Agronomic traits useful in sunflower breeding for drought resistance. *Helia* 22 (30): 97-124.

---

آدرس نگارنده:

مهدی غفاری - ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی، صندوق پستی ۳۸۳، خوی.