ارزیابی شاخص‌های تحمل خشکی در توده‌های محلی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) آجیلی ایران

اسماعیل قلی‌نژاد[۱]، رضا درویش زاده[۲]، ایرج برنوسی[۳]

۱. استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشگاه ارومیه
۳. دانشیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشگاه ارومیه
*مسوول مکاتبه: gholinezhad1358@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی واکنش ٥٦ توده محلی آفتابگردان آجیلی به تنش خشکی بر اساس صفات عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل خشکی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه ساعتلوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در فصل زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها در سه طرح جداگانه لاتیس مستطیل ۸×۷ با دو تکرار در سه شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی مورد آزمایش قرار گرفتند و آبیاری در هر تیمار به ترتیب بعد از اینکه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب قابل استفاده (آبی که بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم قرار دارد) تخلیه گردید، اعمال شد. ده شاخص تحمل خشکی مرسوم و جدید شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص خشکی نسبی (RDI)، شاخص تحمل تنش غیر زیستی (ATI)، شاخص درصد حساسیت تنش (SSPI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص حساس خشکی (SDI)، شاخص کاهش نسبی عملکرد (RDY)، شاخص تحمل تنش اصلاح شده در شرایط آبیاری مطلوب (M_PSTI) و شاخص تحمل تنش اصلاح شده در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی (M_SSTI) بر اساس عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب (Y_P)، عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم خشکی (Y_S-mild) و عملکرد دانه در شرایط تنش شدید خشکی (Y_S-severe) محاسبه شد. عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی با شاخص‌های RDI، YSI، M_PSTI و M_SSTI و در شرایط آبیاری مطلوب با شاخص‌های SSI، TOL، ATI، SSPI، SDI، RDY، M_SSTI و M_PSTI همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی همبستگی منفی معنی‌داری با شاخص SSI داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که در توده‌های محلی در شرایط تنش ملایم خشکی، شاخص‌های M_PSTI و M_SSTI می‌توانند به عنوان شاخص مناسب جهت ارزیابی و غربالگری ژنوتیپ‌های متحمل خشکی استفاده شود. همچنین، به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم و متحمل خشکی در شرایط تنش شدید خشکی دو شاخص M_PSTI و M_SSTI پیشنهاد می‌گردد، زیرا این شاخص‌ها عملکرد دانه پایدار و بالا را در هر دو شرایط بدون تنش و تنش پشتیبانی می‌کنند. بر اساس تجزیه کلاستر توده‌های محلی مطالعه شده در هر سه شرایط مختلف آبیاری در سه گروه قرار گرفتند. بر اساس شاخص‌های پیشنهاد شده و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی شدید، توده‌های ۲، ۷، ۱۲، ۲۵، ۲۹ و ٤۹ به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم و توده‌های ۳، ۱۱، ۱۳، ۱٦، ۲۷، ٤۲ و ٤٦ به عنوان توده‌های محلی نیمه مقاوم به تنش خشکی طبقه بندی شدند و بقیه توده‌ها حساس به خشکی بودند.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، تجزیه کلاستر، توده محلی، آفتابگردان آجیلی، شرایط کمبود آب

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از ٦۷ گونه جنس *Helianthus* است. تنش‌های غیر زنده مانند تنش سرما، شوری، گرما و آب علت اصلی کاهش محصول در سراسر جهان است که موجب کاهش عملکرد دانه به طور متوسط بیش از ۵۰٪ می‌شوند (جلیل و

همکاران، ۲۰۰۷). روش‌های مختلفی برای انتخاب ارقام مقاوم ونیمه مقاوم به تنش خشکی پیشنهاد شده است. فیشر و موير (۱۹۷۸) اظهار داشتند که عملکرد دانه در محیط خشک می‌تواند به عنوان شاخص مقاومت به خشکی در نظر گرفته شود. بلوم (۱۹۸۸) گزارش داد که انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی باید با عملکرد دانه بالا در محیط بدون تنش مرتبط باشد. شاخص‌های تحمل تنش خشکی بر اساس کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی نسبت به حالت آبیاری مطلوب برای انتخاب و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل تنش خشکی توسط محققان استفاده شده است (میترا، ۲۰۰۱). انتخاب شاخص‌های مختلف مانند شاخص تحمل (TOL) توسط روسیل و هامبلین (۱۹۸۱)، شاخص حساسیت تنش (SSI) توسط فیشر و موير (۱۹۷۸) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) توسط باسلاما و سکاپاق (۱۹۸٤) برای انتخاب و غربالگری ژنوتیپ‌های متحمل تنش خشکی در گونه‌های زراعی مورد استفاده قرار گرفته است.

گنجعلی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین SSI و DRI به ترتیب با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و شرایط تنش وجود داشت. در برخی از تحقیقات، از YI برای رتبه بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش استفاده شده است (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰٦). فرشادفر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که شاخص تحمل تنش خشکی اصلاح شده در شرایط آبیاری مطلوب (K1STI)، شاخص تحمل تنش خشکی اصلاح شده در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی (K2STI)، شاخص درصد حساسیت تنش (SSPI)، شاخص خشکی نسبی (RDI)، شاخص تحمل تنش غیرزیستی (ATI)، شاخص میزان محصول در محیط غیر تنش و تنش (SNPI) و شاخص خشکی (DI) می‌توانند به عنوان شاخص‌های مناسب برای انتخاب ارقام متحمل خشکی در گندم استفاده شوند. بلوری و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی روی آفتابگردان اعلام کردند که شاخص‌های STI و GMP برای گزینش ارقام متحمل از نظر عملکرد دانه و شاخص TOL برای گزینش ارقام متحمل از نظر عملکرد روغن مناسب شناخته شدند. موسوی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که شاخص‌های ATI و SSPI در مقایسه با شاخص‌های TOL و SSI بهتر می‌تواند تفاوت ژنوتیپ‌های متحمل و حساس تنش خشکی را مشخص کنند. بر اساس گزارش فرناندز (۱۹۹۲)، ژنوتیپ‌ها می‌توانند بر اساس عملکرد آن‌ها در شرایط تنش و بدون تنش به چهار گروه طبقه بندی شوند: گروهA: ارقام با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، گروه B: ارقام با عملکرد بالا تحت شرایط بدون تنش، گروهC: ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش و گروهD: ارقام با عملکرد ضعیف در هر دو شرایط تنش و بدون تنش. یک شاخص مناسب باید قادر باشد تا ژنوتیپ‌هایی را که در گروه A قرار می‌گیرند از گروه-های B، C و D جدا کند. با توجه به اینکه در مورد شاخص‌های تحمل خشکی در آفتابگردان روغنی کارهای زیادی انجام شده است (کاظمی تبار و همکاران، ۱۳۸٦؛ صفوی و همکاران، ۱۳۹۰؛ مظفری و همکاران، ۱۹۹٦؛ نجفی، ۱۳۷۸)، ولی در مورد آفتابگردان آجیلی به ویژه توده‌های محلی و شاخص‌های جدید تحمل تنش خشکی کارهای خیلی کمی انجام شده است، بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی برخی از شاخص‌های جدید تحمل خشکی و همچنین، شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم خشکی در توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی در ارومیه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه آفتابگردان آجیلی، آزمایشی در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. ٥٦ توده محلی آفتابگردان آجیلی در سه طرح جداگانه لاتیس مستطیل ۸×۷ با دو تکرار در سه شرایط آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید خشکی مورد آزمایش قرار گرفتند و آبیاری در هر تیمار به ترتیب بعد از اینکه ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد آب

قابل استفاده (آبی که بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم قرار دارد) تخلیه گردید، اعمال شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. متوسط بارش ماهانه، رطوبت و دما در طول دوره رشد ثبت شد (جدول ۲). نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متر انجام گرفت. جهت تعیین رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دایم از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه برداری شد و با استفاده از دستگاه صفحه فشار مدل (armfield CAT.REF: FEL13B-1 Serial Number: 6353 A 24S98) ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم خاک اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت وزنی آن‌ها در شرایط ظرفیت زراعی با استفاده از معادله ۱ تعیین گردید:

$$Wm = \frac{W2-W1}{W1} \times 100$$ معادله۱ :

Wm= درصد رطوبت وزنی خاک، w2= وزن خاک مرطوب با واحد گرم و w1 = وزن خاک خشک به گرم است.

در این آزمایش ظرفیت زراعی خاک ۲۶ درصد وزنی و نقطه پژمردگی دایم ۱۴ درصد وزنی تعیین شد. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه و متوالی توسط مته (auger) از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود (علیزاده، ۱۳۸۸). بر این اساس زمان آبیاری هنگامی بود که رطوبت وزنی خاک در تیمارهای آبیاری مطلوب، تنش ملایم و تنش شدید به ۲۰، ۱۷/۶ و ۱۵/۲ درصد رسید. پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده جهت اعمال تیمار آبیاری از معادله ۲ (علیزاده، ۱۳۸۸) حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

$$v = \frac{(FC-\theta m)\times \rho b \times Droot \times A}{E_i}$$ معادله۲:

V= حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب، FC= درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی، θm= درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، ρb= وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، Ei= راندمان آبیاری، A= مساحت آبیاری شده بر حسب متر مربع و DRoot = عمق توسعه ریشه بر حسب متر است.

بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار برای هر خط کاشت محاسبه و بر اساس کارایی توزیع آب ۹۰ درصد با استفاده از هیدروفلوم و کورنومتر به صورت یکنواخت توزیع گردید. گیاهان در مرحله رسیدگی برداشت شدند و پس از آن عملکرد دانه برای هر پلات یادداشت گردید. سطح برداشت ۳/۶ مترمربع از دو خط وسط بود. شاخص‌های تحمل تنش خشکی با استفاده از معادلات ذکر شده در جدول ۳ محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل واریانس با استفاده از GLMPROC در نرم افزار SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. همبستگی بین عملکرد دانه در هر کرت در هر یک از رژیم‌های آبیاری و شاخص تحمل تنش خشکی با استفاده از CorrPROCSAS تعیین شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از عملکرد دانه در هر کرت در هر یک از رژیم‌های آبیاری و شاخص‌های تحمل تنش خشکی با استفاده از روش ward و پردازش داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری StatgraphicsXVI انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی در عمق ۰-۳۰ سانتی متر

بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری خاک $g\ cm^{-3}$	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	pH	درصد اشباع	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
لومی رسی	۱/٤	۰/۸	۸	٤۷	۱۷	۳۵	۳۷	۲۸	۱/۲	۰/۱۲	۱۲	۳۷۵

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی در طول فصل رشد آفتابگردان

پارامترهای هواشناسی	ماه					
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
حداکثر دما (سانتی‌گراد)	۱٦/٦	۲۳/۳	۲۸/۲	۳۰/۱	۳۳/۱	۲۸/٦
حداقل دما (سانتی‌گراد)	۳/۱	۸/۳	۱۱/۹	۱۵/۳	۱٦/۲	۱۳/۱
میانگین دما (سانتی‌گراد)	۹/۹	۱۵/۸	۲۰	۲۲/۷	٤۲/٦	۲۰/۹
کل بارندگی (میلیمتر)	۳۱/۹	۱۵	۱۸/۸	۹/۲	۱/۸	۸/٤
کل تبخیر (میلیمتر)	۸۱/۹	۱۸۱/۹	۲۵۵/۹	۲٦۹/۳	۲٦۳/٤	۲۰۰/٤
میانگین رطوبت نسبی (درصد)	۵۸	۵٦	٤۸	۵۲	٤٦	۵۲

جدول ۳- اسامی توده‌های محلی آفتابگردان

شماره	اسامی توده‌های محلی	شماره	اسامی توده‌های محلی	شماره	اسامی توده‌های محلی
1	Saghez 1	20	Salmas 2	39	Hamadan 2
2	Anghane 4	21	Vaghaslou-Olya 4	40	Shabestar-Kouzeh-Kanan 3
3	Urmia-Barouj	22	Salmas-Gharaghashlagh- Pesteii	41	Saghez 4
4	Urmia-Maranghalou	23	Lalalou-Torab 2	42	Saghez 5
5	Marand-Dizaj- Ghalami	24	Shirabad 2	43	Saghez 3
6	Jabalkandi 2	25	Gharagoz 1	44	Shahroud 2
7	Salmas - Sadaghian	26	Vaghaslou-Sofla 1	45	Alibaglou 1
8	Babaghanje 6	27	Khanneshan 1	46	Baneh 2
9	Miyaneh-Basin	28	Heydarlou 1	47	Salmas-Gharagheshlagh- Ghalami
10	Boucan	29	Saribaglou 5	48	Marand-1389-2
11	Urmia - Nuoshinshahr	30	Chongharalou-Yekan 4	49	Salmas-Gharaghashlagh- Badami
12	Karimabad	31	Maranghalou 6	50	Shabestar-Kouzeh Kanan 1
13	Vaghaslou-Olya 1	32	Abajalou 1	51	Sanandaj
14	Vaghaslou-Olya 3	33	Hamadan 1	52	Shabestar-Kouzeh-Kanan 2
15	Ordoshahi 1	34	Saghez 2	53	Baneh 3
16	Marana-Yamchi-Pesteii	35	Piranshahr-Serokani	54	Piranshahr-Baleban
17	Mazandaran-Tirtash	36	Piranshahr Andizeh	55	Baneh 1
18	Sardasht	37	Mashhad	56	Marand-1389-1
19	Marana-Yamchi 4	38	Shahroud 1		

جدول ٤- شاخص‌های تحمل به خشکی استفاده شده در این تحقیق

Reference	Equation	Index name	نتیجه
Fischer & Maurer (1978)	$SSI = \frac{1-(\frac{Y_S}{Y_P})}{SI}$, $SI = 1-(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P})$	Stress Susceptibility Index (SSI) SI is the stress intensity	توده‌های محلی که شاخص SSI آن‌ها کوچکتر از یک است، مقاوم به خشکی هستند.
Rosielle & Hamblin (1981)	$TOL = Y_P - Y_S$	Tolerance (TOL)	توده‌های محلی با مقادیر کمتر این شاخص، مناسب برای هر دو شرایط تنش و بدون تنش هستند.
Bouslama & Schapaugh (1984)	$YSI = \frac{Y_S}{Y_P}$	Yield Stability Index (YSI)	توده‌های محلی با مقادیر زیاد این شاخص، مناسب برای هر دو شرایط تنش و بدون تنش هستند.
Farshadfar & Javadinia (2011)	$SDI = \frac{Y_P - Y_S}{Y_P}$	Sensitive Drought Index (SDI)	توده‌های محلی با مقادیر کمتر این شاخص می‌تواند مناسب باشد.
Emre et al. (2011)	$RDY = 100 - \frac{(Y_S \times 100)}{Y_P}$	Relative Decrease in Yield Index (RDY)	توده‌های محلی با مقادیر کمتر این شاخص می‌تواند برای شرایط تنش مناسب باشد.
Moosavi et al. (2008)	$ATI = \frac{Y_P - Y_S}{\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}} \times \sqrt{Y_P \times Y_S}$	Abiotic Tolerance Index (ATI)	توده‌های محلی با مقادیر کمتر این شاخص می‌تواند برای شرایط تنش خشکی مناسب باشد.
Moosavi et al. (2008)	$SSPI = \frac{Y_P - Y_S}{2 \times \overline{Y}_P} \times 100$	Stress Susceptibility Percentage Index (SSPI)	توده‌های محلی با مقادیر کمتر این شاخص می‌تواند برای شرایط تنش خشکی مناسب باشد.
Fischer et al. (1979)	$RDI = \frac{\frac{Y_S}{Y_P}}{\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}}$	Relative Drought Index (RDI)	اگر این شاخص بزرگتر از یک باشد ژنوتیپ تاحدودی مقاوم است و اگر کوچکتر از یک باشد ژنوتیپ حساس به تنش خشکی است.
Farshadfar & Sutka (2002)	$M_PSTI = \frac{(Y_P)^2}{(\overline{Y}_P)^2} \times STI$	Modified Stress Tolerance Index in Optimum Irrigation (M_PSTI)	توده‌های محلی با مقادیر بزرگتر این شاخص می‌تواند برای شرایط تنش خشکی مناسب باشد.
Farshadfar & Sutka (2002)	$M_SSTI = \frac{(Y_S)^2}{(\overline{Y}_S)^2} \times STI$	Modified Stress Tolerance Index in Moderate and Severe Stress (M_SSTI)	توده‌های محلی با مقادیر بزرگتر این شاخص می‌تواند برای شرایط تنش خشکی مناسب باشد.

YS وYP به ترتیب عملکرد دانه در شرایط نرمال و شرایط تنش در یک ژنوتیپ مشخص است. $\overline{Ys}$ و $\overline{Yp}$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه در تمام ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش و نرمال.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط عادی و تنش در جدول ۵ ارایه شده است.

به منظور بررسی شاخص‌های مناسب تحمل تنش خشکی برای غربالگری توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی در شرایط تنش خشکی، شاخص‌های مختلف بر اساس عملکرد دانه تحت محیط تنش و بدون تنش محاسبه شد (جدول ٦ و ٧). یک شاخص مناسب باید با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری در هر دو شرایط بدون تنش و شرایط تنش داشته باشد (میترا، ۲۰۰۱). بر اساس شاخص تحمل (TOL)، توده‌های محلی ۲ و ٤٧ و توده-های محلی ۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ به ترتیب بیشترین و کمترین تحمل را در شرایط تنش ملایم نشان دادند (جدول ٦). در شرایط تنش شدید، بالاترین و پایین‌ترین TOL به ترتیب در توده‌های محلی (۲، ۸، ۲۳، ۳۲ و ٤٧) و ۹، ۳۷، ۳۸ و ٤٣ مشاهده شد (جدول ٧). بر اساس شاخص حساسیت تنش (SSI) و شاخص خشکی نسبی (RDI) توده‌های ۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ متحمل در شرایط تنش ملایم بودند (جدول ٦). این یافته-ها با نتایج گزارش شده توسط مقدم و هادی زاده (۱۳۸۱) در ذرت مطابقت داشت. در شرایط تنش شدید، بهترین توده بر اساس SSI و RDI توده‌های محلی ۹، ۲۲، ٣٤ و ٤٣ بود (جدول ٧). طبق شاخص پایداری عملکرد (YSI)، تحت شرایط تنش ملایم خشکی، توده‌های ۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب معرفی شدند (جدول ٦). در شرایط تنش شدید خشکی، بالاترین و پایین‌ترین YSI به توده‌های محلی (۷، ۹، ۲۲، ۳۰، ٣٤، ٣٨ و ٤٣) و ۲، ۸ و ٤٧ مربوط بود (جدول ٧). تحت شرایط تنش ملایم و شدید خشکی، بالاترین شاخص تحمل تنش غیر زیستی (ATI) به ترتیب در توده‌های محلی (۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢) و ۹، ۳۷، ٣٦ و ٤٣ مشاهده شد (جدول ٦ و ٧). بر اساس شاخص درصد حساسیت تنش (SSPI)، به ترتیب توده‌های ۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ و ۹، ۳۷، ۳۸ و ٤٣، ژنوتیپ-های مطلوب در شرایط تنش ملایم و شدید بودند (جدول ٦ و ٧). تحت شرایط تنش ملایم، پایین‌ترین مقدار RDY به توده‌های ۹، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ نسبت داده شد (جدول ٦). توده‌های محلی ۹، ۲۲، ٣٤، ۳۸ و ٤٣ پایین-ترین RDY را در شرایط تنش شدید خشکی داشتند (جدول ٧). با توجه به شاخص حساس خشکی (SDI)، توده‌های ۹، ۱۲، ١٦، ١٧، ٢٥، ٣٠، ٣١ و ٣٢ به عنوان توده‌های محلی متحمل تنش خشکی تحت شرایط تنش ملایم شناخته شدند (جدول ٦). بر اساس این شاخص در شرایط تنش شدید خشکی، توده‌های ۹، ۲۲، ٣٤، ۳۸ و ٤٣ توده‌های محلی متحمل بودند (جدول ٧). بر اساس شاخص M_PSTI و M_SSTI، توده‌های ۲، ۸، ۱۲، ١٤، ٢٥، ٢٦، ٣٢، ٣٣ و ٤٧ تحت شرایط تنش ملایم خشکی بیشترین مقاومت را داشتند (جدول ٦). در شرایط تنش شدید، بالاترین M_PSTI و M_SSTI به توده‌های محلی ۷، ۱۲، ۲۵، و ٤٩ مربوط بود (جدول ٧).

بر اساس جدول ٦ و ٧، انتخاب با استفاده از شاخص SSI ژنوتیپ‌هایی را مشخص می‌کند کهYP آن‌ها تا حدودی بالا است، ولی YS آن‌ها کم است. این نتایج با یافته‌های سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰٦) و موسوی و همکاران (۱۳۸۷) درگندم مطابقت دارد. شاخص TOL کم به عنوان پایه برای انتخاب ارقام مقاوم به تنش استفاده می‌شود (رامیرز و کیلی، ۱۹۹۸). انتخاب ژنوتیپ بر اساس شاخص TOL نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخاب شده، عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند، ولی در شرایط بدون تنش عملکرد آن‌ها کم است و این نقص این شاخص است که پیشتر توسط فرناندز (۱۹۹۲) بیان شده است.

شاخص RDI و YSI که به ترتیب توسط فیشر و موبر (۱۹۷۸) و باسلاما و سکاپاق (۱۹۸٤) پیشنهاد شده است، همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی داشت، در حالی که با عملکرد دانه در شرایط مطلوب همبستگی منفی معنی‌داری داشت. بنابراین، شاخص‌های مناسب برای انتخاب تحمل خشکی

نیستند. بین ATI و SSPI همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد (شکل۵ و ٦). مقادیر پایین‌تر شاخص ATI و SSPI نشان دهنده مقادیر بالاتر YS است. شاخص SSPI مشابه ATI و TOL است و تحمل نسبی ژنوتیپ به تنش‌های غیر زنده را نشان می‌دهد. این شاخص درک بهتری از تغییرات عملکرد دانه در دو شرایط تنش و شرایط بدون تنش ارایه می‌دهد، زیرا شاخص SSPI درصد تغییرات عملکرد دانه را نشان می‌دهد. شاخص‌های ATI، SSPI، SDI و RDY وضعیت معکوسی در مقایسه با شاخص‌های RDI و YSI دارند. این بدان معنی است که همبستگی بین شاخص‌های ATI، SSPI، SDI و RDY با YS منفی، ولی با YP مثبت و معنی‌دار است. بنابراین، شاخص‌های ATI، SSPI، SDI و RDY ایراد شاخص‌های RDI و YSI را در انتخاب ژنوتیپ‌ها دارند. پایداری عملکرد مهمتر از عملکرد بالا در شرایط نرمال و شرایط تنش خشکی است. یافته‌های ما با نتایج گزارش شده توسط صباغ‌نیا و جان محمدی (۲۰۱٤) در نخود مطابقت داشت. اهدایی و شکیبا (۱۹۹٦) یافتند که که هیچ رابطه‌ای بین حساسیت تنش و عملکرد تحت شرایط مطلوب وجود ندارد.

همبستگی بین شاخص‌های جدید مانند M_PSTI و M_SSTI با YP و YS مثبت و معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد که این شاخص‌ها، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش خشکی باشند. بر اساس بای پلات، همبستگی بین شاخص‌های M_PSTI، M_SSTI و عملکرد دانه در هر سه محیط آبیاری مثبت بود و همبستگی ساده‌ای که بین آن‌ها مشاهده می‌شود را تایید می‌کند. بر این اساس، در این مطالعه دو شاخص فوق از مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت غربالگری ژنوتیپ‌های متحمل خشکی هستند. انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها می‌تواند در شناسایی یک رقم با عملکرد مطلوب در هر دو شرایط تنش و بدون تنش مفید باشد (گروهA). نتایج حاصل از این مطالعه، با یافته‌های فرناندز (۱۹۹۲)، گل آبادی و همکاران (۲۰۰٦) و فرشادفر و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. فرشادفر و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که شاخص‌های مناسب برای انتخاب ارقام متحمل تنش شاخصی است که همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشته باشد.

بر اساس شاخص‌های M_PSTI و M_SSTI، توده‌های محلی به سه گروه طبقه بندی شدند. در شرایط تنش خشکی ملایم، توده‌های ۱۲ با عملکرد دانه (۳٦۱۱/٤٥ کیلوگرم در هکتار)، ۲۵ با عملکرد دانه (۳۷۷۸/۸۳ کیلوگرم در هکتار)، ۲٦ با عملکرد دانه (۲۹٦٥/٤۲ کیلوگرم در هکتار)، ۳۲ با عملکرد دانه (۳٥۹٦/۷۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳۳ با عملکرد دانه (۳۰۳۳/٥۳ کیلوگرم در هکتار)، ٤۹ با عملکرد دانه (۲۹٤۹/۰٦ کیلوگرم در هکتار)، و ٥٦ با عملکرد دانه (۳۲۲۸/٥٦ کیلوگرم در هکتار) به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم و توده‌های ۱ با عملکرد دانه (۲۱٦۹/۷۲ کیلوگرم در هکتار)، ۷ با عملکرد دانه (۲۲۱۱/۷٥ کیلوگرم در هکتار)، ۱٥ با عملکرد دانه (۲۲۰۸/۲٤ کیلوگرم در هکتار) و ۲۷ با عملکرد دانه (۲٤٦۷/۲۱ کیلوگرم در هکتار) به عنوان توده‌های محلی نیمه مقاوم به تنش خشکی طبقه‌بندی شدند و بقیه توده‌ها حساس به خشکی بودند. در شرایط تنش خشکی شدید، توده‌های ۲ با عملکرد دانه (۱٤٦۱/۱۹ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش شدید و عملکرد دانه ٦۳۱۰/۷۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط نرمال)، ۷ با عملکرد دانه (۲۲۱۷/۹٥ کیلوگرم در هکتار)، ۱۲ با عملکرد دانه (۱۹۸۲/٦٦ کیلوگرم در هکتار)، ۲٥ با عملکرد دانه (۱۷٤٦/٦۳ کیلوگرم در هکتار)، ۲۹ با عملکرد دانه (۲۰۳۰/٦٦ کیلوگرم در هکتار) و ٤۹ با عملکرد دانه (۱۷۸۸/۳٦ کیلوگرم در هکتار)، به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم و توده‌های ۳ با عملکرد دانه (۱٥۷٥/٤۱ کیلوگرم در هکتار)، ۱۱ با عملکرد دانه (۱۷۸۳/۱٤ کیلوگرم در هکتار)، ۱۳ با عملکرد دانه (۱٤۳۹/۲۹ کیلوگرم در هکتار)، ۱٦ با عملکرد دانه (۱٤۳٤/٥۸ کیلوگرم در هکتار)، ۲۷ با عملکرد دانه

(۱۷۰۳/۷۸ کیلوگرم در هکتار)، ٤۲ با عملکرد دانه (۱۷۰۱/۷۸ کیلوگرم در هکتار) و ٤٦ با عملکرد دانه (۱۷۲۷/۸۲ کیلوگرم در هکتار) به عنوان توده‌های محلی نیمه مقاوم به تنش خشکی طبقه بندی شدند و بقیه توده‌ها حساس به خشکی بودند. بنابراین، توده‌های محلی که در هر دو شرایط، عملکرد دانه بالایی داشته باشند، پایدار و به عنوان رقم متحمل تنش خشکی معرفی شده است. به عبارت دیگر، ممکن است که توده‌ای در شرایط خشکی عملکرد دانه بالا، ولی در شرایط نرمال عملکرد دانه کمتری داشته باشد، بنابراین، چنین رقمی پایدار نخواهد بود (جدول ٦ و ۷).

تجزیه کلاستر

بر اساس تجزیه کلاستر، توده‌های محلی مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی ملایم و شدید در ۳ گروه قرار گرفتند که نشان دهنده تنوع قابل توجه در بین توده-های محلی برای مقاومت به خشکی است. با توجه به دندروگرام ۱ در شرایط تنش خشکی ملایم، ٤۸ درصد از توده‌های محلی در گروه ۱، ۲۷ درصد در گروه ۲ و ۲۵ درصد در گروه ۳ قرار گرفتند (شکل ۱). در شرایط تنش خشکی شدید، ۳٦ درصد از توده‌های محلی در گروه ۱، ۳۹ درصد در گروه ۲ و ۲۵ درصد در گروه ۳ قرار گرفتند (شکل ۲). بررسی نتایج گروه‌بندی نشان می‌دهد که توزیع افراد در دندروگرام‌ها با توزیع جغرافیایی ژنوتیپ‌ها مطابقت ندارد (شکل ۱ و ۲). بنابراین، پیشنهاد می‌شود که انتخاب والدین برای هیبریداسیون بر پایه تنوع ژنتیکی و نه توزیع جغرافیایی باشد. تجزیه کلاستر در مطالعات مقاومت به خشکی توسط محققان دیگر نیز مورد استفاده قرار گرفته است (صفاهانی و لنگرودی، ۲۰۱۳؛ دهبالایی و همکاران، ۲۰۱۳؛ ظاهری و بهرامی نژاد، ۲۰۱۲؛ فاوزی و همکاران، ۲۰۱٤؛ طباطبایی، ۲۰۱۳).

گل آبادی و همکاران (۲۰۰٦) در غربالگری گندم دوروم از طریق تجزیه کلاستر، گروه‌ها را با در نظر گرفتن عملکرد دانه که شامل ژنوتیپ‌های برتر در هر دو شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال بود، مشخص کردند. سجاد بکایی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که بر اساس تجزیه کلاستر، در شرایط نرمال ژنوتیپ‌ها به دو گروه تقسیم شدند، در حالی که در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی، ژنوتیپ‌ها به ترتیب به ٤ و ۵ گروه تقسیم شدند. در گزارش‌های زهراوی (۱۳۸۸)، ژنوتیپ‌ها به سه گروه مقاوم، نیمه مقاوم و حساس خشکی تقسیم شدند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل، به نظر می‌رسد که شاخص‌های تنش خشکی M_PSTI و M_SSTI از موثرترین شاخص‌ها برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا تحت شرایط بدون تنش و شرایط تنش باشند. بر اساس این تحقیق، به نظر می‌رسد که شاخص‌های SSI وTOL شاخص‌های مفیدی در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل خشکی در برنامه‌های به نژادی آفتابگردان آجیلی نیستند، زیرا این شاخص‌ها نمی‌توانند ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط بدون تنش و تنش را شناسایی کنند. با استفاده از نمودار بای پلات توده‌های ۲، ۱۲، ۱٤، ۲۵، ۲٦،۲۸، ۳۱، ۳۲، ۳۳،٤۹ و ۵٦ به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم و توده‌های ۹، ۱۰،۳۵، ۳٦،۳۷، ۳۸،٤۰و٤۱ به عنوان ژنوتیپ‌های حساس خشکی تحت شرایط تنش ملایم تشخیص داده شد. در شرایط تنش خشکی شدید توده-های ۲، ۵، ۷، ۱۲، ۲۵ و ۲۹ متحمل و توده‌های۱۰، ۳۵، ۳٦، ۳۷، ٤۰ و ٤۱ به عنوان ژنوتیپ‌های حساس خشکی تشخیص داده شدند. ژنوتیپ‌هایی که توسط دو شاخص M_PSTI و M_SSTI معرفی شدند، همان ژنوتیپ‌هایی هستند که توسط بای پلات نیز معرفی و تایید شدند. بر اساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند که نشانگر تنوع ژنتیکی برای مقاومت خشکی در توده-های محلی آفتابگردان آجیلی است.

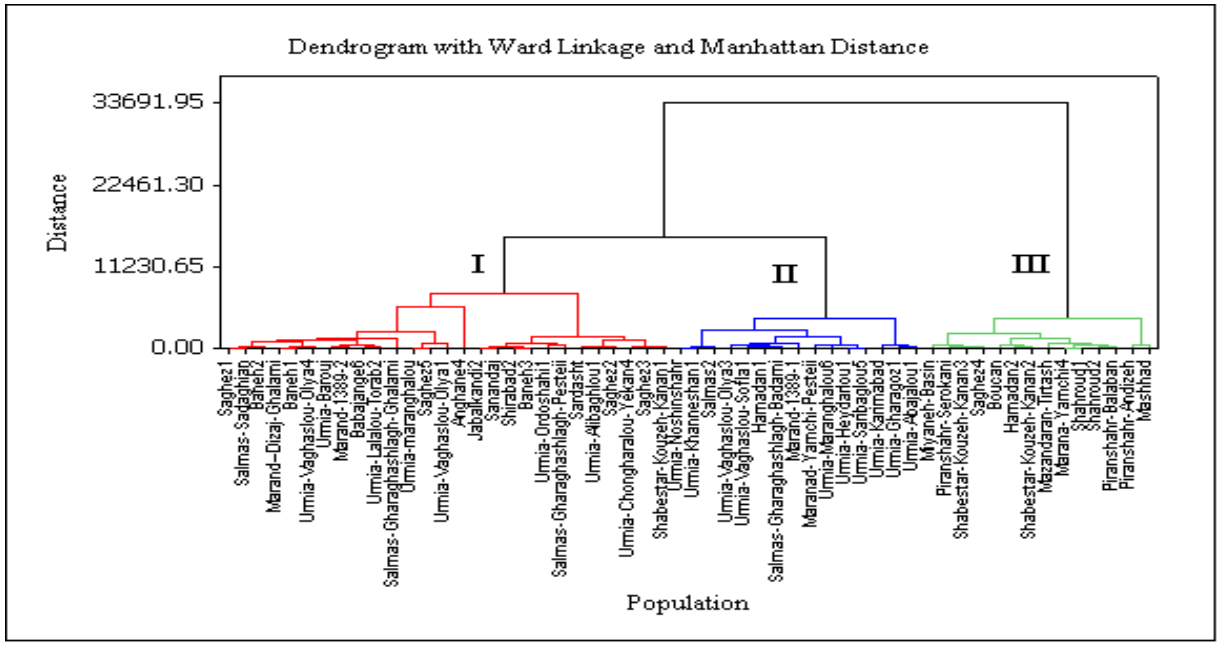
تشکر و قدردانی

از همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و دانشجویان کشاورزی دانشگاه پیام نور مرکز ارومیه در اجرای این طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۵- تجزیه واریانس ساده و مرکب برای عملکرد دانه در ۵۶ توده محلی آفتابگردان آجیلی تحت شرایط نرمال، تنش ملایم و شدید خشکی

منابع تغییر	حالت جداگانه				حالت مرکب	
	درجه آزادی	میانگین مربعات در شرایط آبیاری مطلوب	میانگین مربعات در شرایط تنش ملایم	میانگین مربعات در شرایط تنش شدید	درجه آزادی	میانگین مربعات
محیط	–	–	–	–	۲	٤٦٢٧٧٠٩٩/٥٨**
تکرار	۱	۱۲۹۳٤۱۸/٦٥*	۷۰۷/٥۲^{ns}	۳۲٦٥۳۸**	–	-
تکرار (محیط)	–	–	–	–	۳	٥٤۰۲۲۱/۳۹
بلوک (تکرار)	۱٤	۱۹٥۱٦٦/٦۰^{ns}	۲٥۰۸۹٤/۲٤^{ns}	۱۱۹۸۰۷/٤۷**	–	-
بلوک (محیط × تکرار)	–	-	-	-	٤۲	٥۰۷۲٦۹/۸٥**
ژنوتیپ	٥٥	۸۷۸٦٦۱/٥۸**	۸۱۳۰٤۷/٥۲**	۲۸٦٤٤٤/۸۰**	٥٥	۱۳۸۰٤٥٥/٤۹**
محیط × ژنوتیپ	–	–	–	–	۱۱۰	۲۹۸۸٤۹/۲۰*
خطا	٤۱	۳۲٦٤٥٦/۱۷	۲٦۳۰۲٤/۹۳	٥۱۲۱٤/۳۲	۱۲۳	۲۱۳٥٦٥/۱
ضریب تغییر (درصد)	–	۲۱/۳۲	۲٤/۸٤	۱٦/۲۳	–	۲۲/٥۸

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



شکل ۱- دندوگرام تجزیه کلاستر ۵۶ توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی ایرانی بر اساس روش ward بعد از نرمال کردن داده‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل خشکی در شرایط تنش ملایم

جدول ٦- شاخص‌های مقاومت و تحمل برای ٥٦ توده محلی آفتابگردان آجیلی تحت شرایط نرمال و تنش ملایم

No	Genotype	Yp	Rank	Ys-mild	Rank	SSI	Rank	TOL	Rank	RDI	Rank	ATI	Rank
1	Saghez 1	٣٢٤١/٩٤	١٥	٢١٦٩/٧٢	٢٢	١/٣٨	١٨	١/٠٧	١٤	٠/٨٩	٣٩	٣/٧٩	١١
2	Anghane 4	٦٣١٠/٧٧	١	١٨٠٧/٧٩	٣٨	٢/٩٧	١	٤/٥٠	١	٠/٣٨	٥٦	٢٠/٢٨	١
3	Urmia-Barouj	٣٣٥٥/٦٥	١٢	١٨٨٣/٤٤	٣٥	١/٨٣	٩	١/٤٧	٤	٠/٧٥	٤٨	٤/٩٣	٦
4	Urmia-Maranghalou	٣٠٠١/٨٢	٢٦	١٦١٥/٤٣	٤٢	١/٩٢	٧	١/٣٩	٨/٥	٠/٧٢	٤٩/٥	٤/٠٧	٩
5	Marand-Dizaj- Ghalami	٣٠٥٥/٢٣	٢١	١٩١٧/٧٧	٣٣	١/٥٥	١٥	١/١٤	١٢	٠/٨٤	٤٢	٣/٦٧	١٣
6	Jabalkandi 2	٢٦٩٥/٣٨	٣٣	٢٠٨٥/٥٦	٢٣	٠/٩٤	٢٨/٥	٠/٦١	٢٧	١/٠٣	٢٩	١/٩٣	٢٦/٥
7	Salmas - Sadaghian	٣١٧٧/٢١	١٧	٢٢١١/٧٥	١٩	١/٢٧	٢٠	٠/٩٧	١٦	٠/٩٣	٣٧	٣/٤١	١٤
8	Babaghanje 6	٣٥٠٥/٧٤	٧	٢٠٤٨/١٨	٢٤	١/٧٣	١٠/٥	١/٤٦	٥	٠/٧٨	٤٦/٥	٥/٢١	٤
9	Miyaneh-Basin	١٢٢١/٩٧	٥٥	١٢٧٣/٤٧	٥٢	-٠/١٨	٥٢	-٠/٠٥	٥٠	١/٣٩	٤/٥	-٠/٠٩	٥٠
10	Boucan	٢١٠٣/٧٥	٤٣	٩٧٣/٨٨	٥٤	٢/٢٤	٣	١/١٣	١٣	٠/٦٢	٥٤	٢/١٦	٢٠/٥
11	Urmia - Nuoshinshahr	٣٠١٢/٠٣	٢٥	٢٤٨٢/٨٦	١٣	٠/٧٣	٣٦	٠/٥٣	٣١	١/١٠	٢١	١/٩٣	٢٦/٥
12	Karimabad	٣٧٢٨/٢٠	٣	٣٦١١/٤٥	٢	٠/١٣	٤٨	٠/١٢	٤٥	١/٢٩	٩/٥	٠/٥٧	٤٢
13	Vaghaslou-Olya 1	٢٧٦٨/٤٢	٣١	١٣٢٨/٧٤	٤٧	٢/١٧	٤	١/٤٤	٦	٠/٦٤	٥٣	٣/٦٨	١٢
14	Vaghaslou-Olya 3	٣٥٠٠/٢٧	٩	٢٦٨٦/٤٣	١٢	٠/٩٧	٢٥	٠/٨١	١٧	١/٠٢	٣٢	٣/٣٣	١٥
15	Ordoshahi 1	٢٨٥٢/٤٨	٢٩	٢٢٠٨/٢٤	٢٠	٠/٩٤	٢٨/٥	٠/٦٤	٢٥	١/٠٣	٢٩	٢/١٦	٢٠/٥
16	Marana-Yamchi-Pesteii	٢٨٠٢/٩٦	٣٠	٢٨٨٩/٩٧	١٠	-٠/١٣	٥١	-٠/٠٩	٥١/٥	١/٣٧	٦/٥	-٠/٣٣	٥٢
17	Mazandaran-Tirtash	١٦٧٥/٢٦	٥٠	١٨٣٢/٤٤	٣٦	-٠/٣٩	٥٦	-٠/١٦	٥٤	١/٤٦	١	-٠/٣٧	٥٣
18	Sardasht	٢٣٥٦/١١	٤٠	١٨١٦/٦٧	٣٧	٠/٩٥	٢٦	٠/٥٤	٣٠	١/٠٣	٢٩	١/٤٩	٣١
19	Marana-Yamchi 4	١٧٨٣/٢٧	٤٧	١٢٩٩/٢٦	٥٠	١/١٣	٢٢	٠/٤٨	٣٢	٠/٩٧	٣٥	٠/٩٨	٣٧
20	Salmas 2	٣٠٣٧/٦٧	٢٢/٥	٢٣٦٧/٥٦	١٦	٠/٩٢	٣١	٠/٦٧	٢٢/٥	١/٠٤	٢٥/٥	٢/٤٠	١٨
21	Vaghaslou-Olya 4	٢٩٣٥/٥٠	٢٨	١٩٢٧/٧٤	٣٢	١/٤٣	١٧	١/٠١	١٥	٠/٨٨	٤٠	٣/٢٠	١٦
22	Salmas-Gharaghashlagh- Pesteii	٢٦٩١/٧٣	٣٤	٢٣٧١/٩٠	١٥	٠/٥٠	٤٠	٠/٣٢	٣٨	١/١٧	١٧	١/٠٨	٣٤
23	Lalalou-Torab 2	٣٤١٨/٤٠	١٠	٢٠٠٢/١٣	٢٨	١/٧٣	١٠/٥	١/٤٢	٧	٠/٧٨	٤٦/٥	٤/٩٤	٥
24	Shirabad 2	٢٥٩١/٧٥	٣٦	٢٠٢٦/١٩	٢٦	٠/٩١	٣٢	٠/٥٧	٢٨/٥	١/٠٤	٢٥/٥	١/٧٣	٢٨
25	Gharagoz 1	٣٥٢٨/٥٨	٥	٣٧٧٨/٨٣	١	-٠/٣٠	٥٥	-٠/٢٥	٥٦	١/٤٣	٢	-١/٢٢	٥٦
26	Vaghaslou-Sofla 1	٣٦٣٥/٣٩	٤	٢٩٦٥/٤٢	٧	٠/٧٧	٣٥	٠/٦٧	٢٢/٥	١/٠٩	٢٢	٢/٩٣	١٧
27	Khanneshan 1	٣٠٣٧/٦٨	٢٢/٥	٢٤٦٧/٢١	١٤	٠/٧٨	٣٤	٠/٥٧	٢٨/٥	١/٠٨	٢٣/٥	٢/٠٨	٢٣
28	Heydarlou 1	٣١٠٣/٥٥	٢٠	٢٩٠٨/٤٠	٩	٠/٢٦	٤٥	٠/٢٠	٤٣/٥	١/٢٥	١٢	٠/٧٨	٣٨
29	Saribaglou 5	٣١٠٥/٢٧	١٩	٢٨٥٣/٢٦	١١	٠/٣٤	٤٣	٠/٢٥	٤١	١/٢٣	١٤	١/٠٠	٣٥/٥
30	Chongharalou-Yekan 4	٢٢٤٣/٢٧	٤٢	٢٣٤٤/٩٨	١٧	-٠/١٩	٥٣	-٠/١٠	٥٣	١/٣٩	٤/٥	-٠/٣١	٥١
31	Maranghalou 6	٢٩٦١/٩٨	٢٧	٣١٤٦/٨٠	٥	-٠/٢٦	٥٤	-٠/١٨	٥٥	١/٤٢	٣	-٠/٧٥	٥٥
32	Abajalou 1	٣٥٠٥/١٧	٨	٣٥٩٦/٧٠	٣	-٠/١١	٥٠	-٠/٠٩	٥١/٥	١/٣٧	٦/٥	-٠/٤٣	٥٤
33	Hamadan 1	٣٥١٣/٧٠	٦	٣٠٣٣/٥٣	٦	٠/٥٧	٣٨	٠/٤٨	٣٣	١/١٥	١٨/٥	٢/٠٩	٢٢
34	Saghez 2	٢٥٢٣/٣١	٣٧	١٧٩٩/٠٧	٣٩	١/٢٠	٢١	٠/٧٢	٢٠	٠/٩٥	٣٦	٢/٠٦	٢٤
35	Piranshahr-Serokani	١٥٢٩/٢٦	٥١	١٤٣٩/٧٦	٤٥	٠/٢٤	٤٦	٠/٠٩	٤٧	١/٢٦	١١	٠/١٨	٤٩
36	Piranshahr Andizeh	١٢٢٢/٣٤	٥٤	٤٩٣/٣٩	٥٦	٢/٤٨	٢	٠/٧٣	١٩	٠/٥٤	٥٥	٠/٧٥	٤٠
37	Mashhad	٨٠٧/٣٤	٥٦	٥١٥/٨٦	٥٥	١/٥٠	١٦	٠/٢٩	٣٩	٠/٨٥	٤١	٠/٢٥	٤٧
38	Shahroud 1	١٧٠٠/٦٦	٤٩	١٣١٥/٩٣	٤٩	٠/٩٤	٢٨/٥	٠/٣٨	٣٩/٥	١/٠٣	٢٩	٠/٧٧	٣٩
39	Hamadan 2	٢٠٧١/٩٤	٤٤	١٢٨٥/٠٨	٥١	١/٥٨	١٣/٥	٠/٧٩	١٨	٠/٨٣	٤٣/٥	١/٧١	٢٩
40	Shabestar-Kouzeh-Kanan 3	١٤٢٦/١١	٥٣	١٣٢٤/٠٧	٤٨	٠/٣٠	٤٤	٠/١٠	٤٦	١/٢٤	١٣	٠/١٩	٤٨
41	Saghez 4	١٤٥٨/٥٤	٥٢	١١٧٧/٢٠	٥٣	٠/٨٠	٣٣	٠/٢٨	٤٠	١/٠٨	٢٣/٥	٠/٤٩	٤٤
42	Saghez 5	٣٠٣٦/٨٤	٢٤	١٦٤٥/٣٩	٤١	١/٩١	٨	١/٣٩	٨/٥	٠/٧٢	٤٩/٥	٤/١٥	٨
43	Saghez 3	٢٣٨١/٣٧	٣٩	٢١٨٣/٠٦	٢١	٠/٣٥	٤٢	٠/٢٠	٤٣/٥	١/٢٢	١٥	٠/٦٠	٤١
44	Shahroud 2	١٩٤٢/٥٣	٤٦	١٥٠٢/٠٤	٤٤	٠/٩٤	٢٨/٥	٠/٤٤	٣٤	١/٠٣	٢٩	١/٠٠	٣٥/٥
45	Alibaglou 1	٢٣٣١/٥٩	٤١	١٩٤٨/١٠	٣١	٠/٦٩	٣٧	٠/٣٨	٣٦/٥	١/١١	٢٠	١/٠٩	٣٣
46	Baneh 2	٣٢٤١/٥٦	١٦	٢٠٠٩/٢٦	٢٧	١/٥٨	١٣/٥	١/٢٣	١١	٠/٨٣	٤٣/٥	٤/١٩	٧
47	Salmas-Gharagheshlagh- Ghalami	٤٠٧٦/٥٠	٢	١٩٨٧/٢٤	٢٩	٢/١٤	٥	٢/٠٩	٢	٠/٦٥	٥٢	٧/٩٣	٢
48	Marand-1389-2	٣٣٥٦/١٨	١١	١٧٢١/٠٨	٤٠	٢/٠٣	٦	١/٦٤	٣	٠/٦٨	٥١	٥/٢٤	٣
49	Salmas-Gharaghashlagh- Badami	٣٣٤٠/٣٥	١٣	٢٩٤٩/٠٦	٨	٠/٤٩	٤١	٠/٣٩	٣٥	١/١٨	١٦	١/٦٤	٣٠
50	Shabestar-Kouzeh Kanan 1	٢٣٩٠/٠٣	٣٨	٢٣٠٥/٥٠	١٨	٠/١٥	٤٧	٠/٠٨	٤٨/٥	١/٢٩	٩/٥	٠/٢٦	٤٦
51	Sanandaj	٢٧٥٦/٩٩	٣٢	٢٠٤٥/٩٧	٢٥	١/٠٧	٢٣	٠/٧١	٢١	٠/٩٩	٣٤	٢/٢٥	١٩
52	Shabestar-Kouzeh-Kanan 2	٢٠٣٠/٤١	٤٥	١٤٠٣/٧٩	٤٦	١/٢٩	١٩	٠/٦٣	٢٦	٠/٩٢	٣٨	١/٤١	٣٢
53	Baneh 3	٢٦٢٤/٤٧	٣٥	١٩٧٩/٤٤	٣٠	١/٠٢	٢٤	٠/٦٥	٢٤	١/٠١	٣٣	١/٩٦	٢٥
54	Piranshahr-Baleban	١٧٥٩/٣٣	٤٨	١٥٢٢/٩٣	٤٣	٠/٥٦	٣٩	٠/٢٤	٤٢	١/١٥	١٨/٥	٠/٥٢	٤٣
55	Baneh 1	٣١٤١/٢٣	١٨	١٩٠٢/٧٧	٣٤	١/٦٤	١٢	١/٢٤	١٠	٠/٨١	٤٥	٤/٠٤	١٠
56	Marand-1389-1	٣٣٠٧/٣١	١٤	٣٢٢٨/٥٦	٤	٠/١٠	٤٩	٠/٠٨	٤٨/٥	١/٣٠	٨	٠/٣٤	٤٥

ادامه جدول ٦

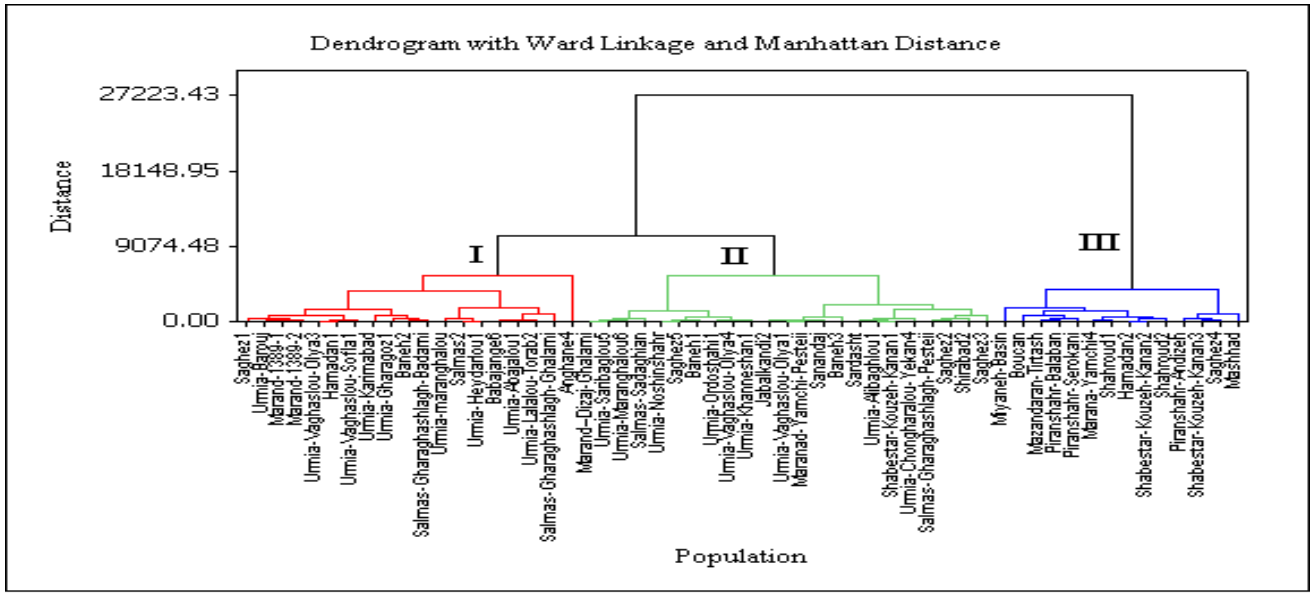
No	Genotype	SSPI	Rank	YSI	Rank	SDI	Rank	RDY	Rank	M_SSTI	Rank	M_PSTI	Rank
1	Saghez 1	١٩/٤٩	١٤	٠/٦٧	٣٩	٠/٣٣	١٨	٣٣/٠٧	١٨	١/٠٣	١٩	١/٣٠	١٦
2	Anghane 4	٨١/٨٧	١	٠/٢٩	٥٦	٠/٧١	١	٧١/٣٥	١	١/١٦	١٦	٧/٩٧	١
3	Urmia-Barouj	٢٦/٧٧	٤	٠/٥٦	٤٨	٠/٤٤	٩	٤٣/٨٧	٩	٠/٧٠	٣٠	١/٢٥	١٧
4	Urmia-Maranghalou	٢٥/٢١	٩	٠/٥٤	٤٩/٥	٠/٤٦	٧/٥	٤٣/١٨	٧	٠/٣٩	٤١	٠/٧٧	٣١
5	Marand-Dizaj- Ghalami	٢٠/٦٨	١٢	٠/٦٣	٤٢	٠/٣٧	١٥	٣٧/٢٣	١٥	٠/٦٧	٣٢	٠/٩٦	٢٦
6	Jabalkandi 2	١١/٠٩	٢٧	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٢/٦٢	٢٨/٥	٠/٧٦	٢٨	٠/٧٢	٣٣
7	Salmas - Sadaghian	١٧/٥٥	١٦	٠/٧٠	٣٧	٠/٣٠	٢٠	٣٠/٣٩	٢٠	١/٠٧	١٨	١/٢٤	١٨
8	Babaghanje 6	٢٦/٥٠	٥	٠/٥٨	٤٧	٠/٤٢	١٠	٤١/٥٨	١٠	٠/٩٤	٢٢	١/٥٥	١١
9	Miyaneh-Basin	−٠/٩٤	٥٠	١/٠٤	٥	−٠/٠٤	٥٢	−٤/٢١	٥٢	٠/٠٨	٥٢	٠/٠٤	٥٤
10	Boucan	٢٠/٥٤	١٣	٠/٤٦	٥٤	٠/٥٤	٣	٥٣/٧١	٣	٠/٠٦	٥٤	٠/١٦	٤٦
11	Urmia - Nuoshinshahr	٩/٦٢	٣١	٠/٨٢	٢١/٥	٠/١٨	٣٥/٥	١٧/٥٧	٣٦	١/٤٣	١٣	١/١٩	٢١
12	Karimabad	٢/١٢	٤٥	٠/٩٧	٩	٠/٠٣	٤٨	٣/١٣	٤٨	٥/٤٦	٢	٣/٢٨	٢
13	Vaghaslou-Olya 1	٢٦/١٨	٦	٠/٤٨	٥٣	٠/٥٢	٤	٥٢/٠٠	٤	٠/٢٠	٤٣/٥	٠/٤٩	٣٩
14	Vaghaslou-Olya 3	١٤/٨٠	١٧	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٣/٢٥	٢٥	٢/١١	١١	٢/٠٢	٩
15	Ordoshahi 1	١١/٧١	٢٥	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٢/٥٩	٣٠	٠/٩٦	٢١	٠/٩٠	٢٧
16	Marana-Yamchi-Pesteii	−١/٥٨	٥١	١/٠٣	٦/٥	−٠/٠٣	٥٠/٥	−٣/١٠	٥١	٢/١٠	١٢	١/١٢	٢٤
17	Mazandaran-Tirtash	−٢/٨٦	٥٤	١/٠٩	١	−٠/٠٩	٥٦	−٩/٣٨	٥٦	٠/٣٢	٤٢	٠/١٥	٤٧/٥
18	Sardasht	٩/٨١	٣٠	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٢/٩٠	٢٦	٠/٤٤	٣٩	٠/٤٢	٤٢
19	Marana-Yamchi 4	٨/٨٠	٣٢	٠/٧٣	٣٥	٠/٢٧	٢٢	٢٧/١٤	٢٢	٠/١٢	٤٩/٥	٠/١٣	٤٩
20	Salmas 2	١٢/١٨	٢٢/٥	٠/٧٨	٢٥/٥	٠/٢٢	٣١/٥	٢٢/٠٦	٣١	١/٢٥	١٥	١/١٦	٢٢
21	Vaghaslou-Olya 4	١٨/٣٢	١٥	٠/٦٦	٤٠	٠/٣٤	١٧	٣٤/٣٣	١٧	٠/٦٥	٣٤	٠/٨٦	٢٨
22	Salmas-Gharaghashlagh- Pesteii	٥/٨٢	٣٨	٠/٨٨	١٦/٥	٠/١٢	٤٠/٥	١١/٨٨	٤٠	١/١٢	١٧	٠/٨١	٢٩/٥
23	Lalalou-Torab 2	٢٥/٧٥	٧	٠/٥٩	٤٦	٠/٤١	١١	٤١/٤٣	١١	٠/٨٥	٢٥	١/٤٠	١٥
24	Shirabad 2	١٠/٢٨	٢٩	٠/٧٨	٢٥/٥	٠/٢٢	٣١/٥	٢١/٨٢	٣٢	٠/٦٧	٣٢	٠/٦٢	٣٥
25	Gharagoz 1	−٤/٥٥	٥٦	١/٠٧	٢	−٠/٠٧	٥٥	−٧/٠٩	٥٥	٥/٩٢	١	٢/٩١	٣
26	Vaghaslou-Sofla 1	١٢/١٨	٢٢/٥	٠/٨٢	٢١/٥	٠/١٨	٣٥/٥	١٨/٤٣	٣٥	٢/٩٥	٦	٢/٥٠	٥
27	Khanneshan 1	١٠/٣٧	٢٨	٠/٨١	٢٣/٥	٠/١٩	٣٣/٥	١٨/٧٨	٣٤	١/٤٢	١٤	١/٢١	١٩
28	Heydarlou 1	٣/٥٥	٤٤	٠/٩٤	١١/٥	٠/٠٦	٤٥/٥	٦/٢٩	٤٥	٢/٣٧	٩	١/٥٣	١٢
29	Saribaglou 5	٤/٥٨	٤١	٠/٩٢	١٤/٥	٠/٠٨	٤٢/٥	٨/١٢	٤٣	٢/٢٤	١٠	١/٥٠	١٣
30	Chongharalou-Yekan 4	−١/٨٥	٥٣	١/٠٥	٤	−٠/٠٥	٥٣	−٤/٥٣	٥٣	٠/٩٠	٢٤	٠/٤٦	٤٠
31	Maranghalou 6	−٣/٣٦	٥٥	١/٠٦	٣	−٠/٠٦	٥٤	−٦/٢٤	٥٤	٢/٨٧	٧	١/٤٣	١٤
32	Abajalou 1	−١/٦٦	٥٢	١/٠٣	٦/٥	−٠/٠٣	٥٠/٥	−٢/٦١	٥٠	٥/٠٧	٣	٢/٧٢	٤
33	Hamadan 1	٨/٧٣	٣٣	٠/٨٦	١٩	٠/١٤	٣٨	١٣/٦٧	٣٨	٣/٠٥	٥	٢/٣١	٧
34	Saghez 2	١٣/١٧	٢٠	٠/٧١	٣٦	٠/٢٩	٢١	٢٨/٧٠	٢١	٠/٤٦	٣٨	٠/٥١	٣٨
35	Piranshahr-Serokani	١/٦٣	٤٧	٠/٩٤	١١/٥	٠/٠٦	٤٥/٥	٥/٨٥	٤٦	٠/١٤	٤٧/٥	٠/٠٩	٥١
36	Piranshahr Andizeh	١٣/٢٥	١٩	٠/٤٠	٥٥	٠/٦٠	٢	٥٩/٦٤	٢	٠/٠٠	٥٥/٥	٠/٠٢	٥٥
37	Mashhad	٥/٣٠	٣٩	٠/٦٤	٤١	٠/٣٦	١٦	٣٦/١٠	١٦	٠/٠٠	٥٥/٥	٠/٠٠	٥٦
38	Shahroud 1	٧/٠٠	٣٦	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٢/٦٢	٢٨/٥	٠/١٢	٤٩/٥	٠/١١	٥٠
39	Hamadan 2	١٤/٣١	١٨	٠/٦٢	٤٣/٥	٠/٣٨	١٣/٥	٣٧/٩٨	١٤	٠/١٤	٤٧/٥	٠/٢٠	٤٤
40	Shabestar-Kouzeh-Kanan 3	١/٨٦	٤٦	٠/٩٣	١٣	٠/٠٧	٤٤	٧/١٦	٤٤	٠/١٠	٥١	٠/٠٧	٥٢
41	Saghez 4	٥/١٢	٤٠	٠/٨١	٢٣/٥	٠/١٩	٣٣/٥	١٩/٢٩	٣٣	٠/٠٧	٥٣	٠/٠٦	٥٣
42	Saghez 5	٢٥/٣٠	٨	٠/٥٤	٤٩/٥	٠/٤٦	٧/٥	٤٥/٨٢	٨	٠/٤٢	٤٠	٠/٨١	٢٩/٥
43	Saghez 3	٣/٦١	٤٣	٠/٩٢	١٤/٥	٠/٠٨	٤٢/٥	٨/٣٣	٤٢	٠/٧٧	٢٧	٠/٥٢	٣٧
44	Shahroud 2	٨/٠١	٣٤	٠/٧٧	٢٩/٥	٠/٢٣	٢٧/٥	٢٢/٦٨	٢٧	٠/٢٠	٤٣/٥	٠/١٩	٤٥
45	Alibaglou 1	٦/٩٨	٣٧	٠/٨٤	٢٠	٠/١٦	٣٧	١٦/٤٦	٣٧	٠/٥٤	٣٦	٠/٤٣	٤١
46	Baneh 2	٢٢/٤١	١١	٠/٦٢	٤٣/٥	٠/٣٨	١٣/٥	٣٨/٠٢	١٣	٠/٨٢	٢٦	١/٢٠	٢٠
47	Salmas-Gharagheshlagh- Ghalami	٣٧/٩٩	٢	٠/٤٩	٥٢	٠/٥١	٥	٥١/٢٥	٥	٠/٩٩	٢٠	٢/٣٦	٦
48	Marand-1389-2	٢٩/٧٣	٣	٠/٥١	٥١	٠/٤٩	٦	٤٨/٧٢	٦	٠/٥٣	٣٧	١/١٤	٢٣
49	Salmas-Gharaghashlagh- Badami	٧/١١	٣٥	٠/٨٨	١٦/٥	٠/١٢	٤٠/٥	١١/٧١	٤١	٢/٦٦	٨	١/٩٣	١٠
50	Shabestar-Kouzeh Kanan 1	١/٥٤	٤٨	٠/٩٦	١٠	٠/٠٤	٤٧	٣/٥٤	٤٧	٠/٩١	٢٣	٠/٥٥	٣٦
51	Sanandaj	١٢/٩٣	٢١	٠/٧٤	٣٤	٠/٢٦	٢٣	٢٥/٧٩	٢٣	٠/٧٣	٢٩	٠/٧٥	٣٢
52	Shabestar-Kouzeh-Kanan 2	١١/٣٩	٢٦	٠/٦٩	٣٨	٠/٣١	١٩	٣٠/٨٦	١٩	٠/١٧	٤٦	٠/٢١	٤٣
53	Baneh 3	١١/٧٣	٢٤	٠/٧٥	٣٣	٠/٢٥	٢٤	٢٤/٥٨	٢٤	٠/٦٣	٣٥	٠/٦٣	٣٤
54	Piranshahr-Baleban	٤/٣٠	٤٢	٠/٨٧	١٨	٠/١٣	٣٩	١٣/٤٤	٣٩	٠/١٩	٤٥	٠/١٥	٤٧/٥
55	Baneh 1	٢٢/٥٢	١٠	٠/٦١	٤٥	٠/٣٩	١٢	٣٩/٤٣	١٢	٠/٦٧	٣٢	١/٠٣	٢٥
56	Marand-1389-1	١/٤٣	٤٩	٠/٩٨	٨	٠/٠٢	٤٩	٢/٣٨	٤٩	٣/٤٦	٤	٢/٠٥	٨

جدول ۷- شاخص‌های مقاومت و تحمل برای ۵۶ توده محلی آفتابگردان آجیلی تحت شرایط نرمال و تنش شدید

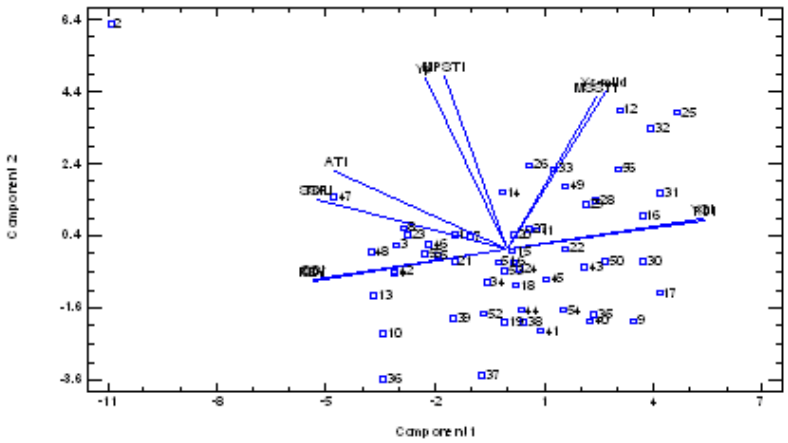
No	Genotype	Yp	Rank	Ys-severe	Rank	SSI	Rank	TOL	Rank	RDI	Rank	ATI	Rank
1	Saghez 1	۳۲۴۱/۹۴	۱۵	۱۲۷۲/۳۳	۳۵	۱/۲۴	۱۰/۵	۱/۹۷	۱۲	۰/۷۷	۴۶	۷/۸۴	۱۴
2	Anghane 4	۶۳۱۰/۷۷	۱	۱۴۶۱/۱۹	۲۵	۱/۵۷	۱	۴/۸۵	۱	۰/۴۵	۵۶	۲۸/۸۸	۱
3	Urmia-Barouj	۳۳۵۵/۶۵	۱۲	۱۵۷۵/۴۱	۱۹	۱/۰۸	۱۹/۵	۱/۷۸	۱۵/۵	۰/۹۲	۳۷/۵	۸/۰۳	۱۲
4	Urmia-Maranghalou	۳۰۰۱/۸۲	۲۶	۱۱۷۰/۹۱	۴۰	۱/۲۴	۱۰/۵	۱/۸۳	۱۳	۰/۷۶	۴۷	۶/۷۳	۱۹
5	Marand-Dizaj- Ghalami	۳۰۵۵/۲۳	۲۱	۲۰۶۵/۴۳	۳	۰/۶۶	۴۹	۰/۹۹	۳۵	۱/۳۳	۸	۴/۸۸	۳۳
6	Jabalkandi 2	۲۶۹۵/۳۸	۳۳	۱۴۱۵/۵۶	۳۰	۰/۹۷	۲۶	۱/۲۸	۲۷	۱/۰۳	۳۱	۴/۹۰	۳۲
7	Salmas - Sadaghian	۳۱۷۷/۲۱	۱۷	۲۲۱۷/۹۵	۱	۰/۶۲	۵۰/۵	۰/۹۶	۳۷	۱/۳۷	۶/۵	۴/۹۹	۳۱
8	Babaghanje 6	۳۵۰۵/۷۴	۷	۱۰۰۲/۱۷	۴۶	۱/۴۶	۳	۲/۵۰	۳	۰/۵۶	۵۴	۹/۲۰	۶
9	Miyaneh-Basin	۱۲۲۱/۹۷	۵۵	۱۴۶۲/۴۲	۲۴	-۰/۴۰	۵۶	-۰/۲۴	۵۶	۲/۳۵	۱	-۰/۶۳	۵۶
10	Boucan	۲۱۰۳/۷۵	۴۳	۷۶۹/۱۴	۵۲	۱/۲۹	۹	۱/۳۳	۲۴	۰/۷۲	۴۸	۳/۳۳	۳۸
11	Urmia - Nuoshinshahr	۳۰۱۲/۰۳	۲۵	۱۷۸۳/۱۴	۱۲	۰/۸۳	۳۹	۱/۲۳	۳۱	۱/۱۶	۱۸/۵	۵/۵۸	۲۳
12	Karimabad	۳۷۲۸/۲۰	۳	۱۹۸۲/۶۶	۶	۰/۹۶	۲۷	۱/۷۵	۱۷	۱/۰۴	۳۰	۹/۳۱	۴
13	Vaghaslou-Olya 1	۲۷۶۸/۴۲	۳۱	۱۴۳۹/۲۹	۲۸	۰/۹۸	۲۵	۱/۳۳	۲۴	۱/۰۲	۳۲	۵/۲۰	۲۹
14	Vaghaslou-Olya 3	۳۵۰۰/۲۷	۹	۱۴۵۳/۱۸	۲۷	۱/۱۹	۱۶	۲/۰۵	۱۰	۰/۸۱	۴۱/۵	۹/۰۵	۸
15	Ordoshahi 1	۲۸۵۲/۴۸	۲۹	۱۶۱۱/۶۹	۱۷	۰/۸۹	۳۲/۵	۱/۲۴	۲۹	۱/۱۱	۲۵/۵	۵/۲۲	۲۸
16	Marana-Yamchi-Pesteii	۲۸۰۲/۹۶	۳۰	۱۴۳۴/۵۸	۲۹	۱/۰۰	۲۴	۱/۳۷	۲۲	۱/۰۰	۳۳	۵/۳۸	۲۵
17	Mazandaran-Tirtash	۱۶۷۵/۲۶	۵۰	۹۹۶/۱۶	۴۷	۰/۸۳	۳۹	۰/۶۸	۴۹/۵	۱/۱۷	۱۶/۵	۱/۷۲	۴۷/۵
18	Sardasht	۲۳۵۶/۱۱	۴۰	۱۵۰۰/۱۶	۲۱	۰/۷۴	۴۵	۰/۸۶	۴۲	۱/۲۵	۱۲	۳/۱۶	۴۰
19	Marana-Yamchi 4	۱۷۸۳/۲۷	۴۷	۱۱۷۷/۱۸	۳۹	۰/۶۹	۴۷	۰/۶۱	۵۲	۱/۲۹	۱۰	۱/۷۲	۴۷/۵
20	Salmas 2	۳۰۳۷/۶۷	۲۲/۵	۹۶۵/۸۱	۴۹	۱/۳۹	۷	۲/۰۷	۸	۰/۶۲	۵۱	۶/۹۶	۱۸
21	Vaghaslou-Olya 4	۲۹۳۵/۵۰	۲۸	۱۶۹۳/۷۰	۱۶	۰/۸۶	۳۵	۱/۲۴	۲۹	۱/۱۳	۲۲	۵/۴۳	۲۴
22	Salmas-Gharaghashlagh- Pesteii	۲۶۹۱/۷۳	۳۴	۱۹۰۱/۶۶	۷	۰/۶۰	۵۲	۰/۷۹	۴۵	۱/۳۹	۵	۳/۵۰	۳۷
23	Lalalou-Torab 2	۳۴۱۸/۴۰	۱۰	۱۰۵۶/۰۵	۴۵	۱/۴۱	۴	۲/۳۶	۵	۰/۶۱	۵۳	۸/۸۰	۹
24	Shirabad 2	۲۵۹۱/۷۵	۳۶	۱۵۸۸/۴۱	۱۸	۰/۷۹	۴۴	۱/۰۰	۳۴	۱/۲۰	۱۳	۳/۹۹	۳۵
25	Gharagoz 1	۳۵۲۸/۵۸	۵	۱۷۴۶/۶۳	۱۳	۱/۰۳	۲۳	۱/۷۸	۱۵/۵	۰/۹۷	۳۴	۸/۶۷	۱۰
26	Vaghaslou-Sofla 1	۳۶۳۵/۳۹	۴	۱۴۷۱/۱۵	۲۳	۱/۲۱	۱۲/۵	۲/۱۶	۶	۰/۷۹	۴۵	۹/۸۱	۳
27	Khanneshan 1	۳۰۳۷/۶۸	۲۲/۵	۱۷۰۳/۷۸	۱۵	۰/۹۰	۳۱	۱/۳۳	۲۴	۱/۱۰	۲۵/۵	۵/۹۵	۲۱
28	Heydarlou 1	۳۱۰۳/۵۵	۲۰	۹۸۱/۱۷	۴۸	۱/۴۰	۵	۲/۱۲	۷	۰/۶۲	۵۱	۷/۲۶	۱۶
29	Saribaglou 5	۳۱۰۵/۲۷	۱۹	۲۰۳۰/۶۶	۴	۰/۷۱	۴۶	۱/۰۷	۳۲	۱/۲۸	۱۱	۵/۲۹	۲۷
30	Chongharalou-Yekan 4	۲۲۴۳/۲۷	۴۲	۱۵۶۷/۰۵	۲۰	۰/۶۲	۵۰/۵	۰/۶۸	۴۹/۵	۱/۳۷	۶/۵	۲/۴۹	۴۴
31	Maranghalou 6	۲۹۶۱/۹۸	۲۷	۱۹۸۵/۴۱	۵	۰/۶۷	۴۸	۰/۹۸	۳۶	۱/۳۱	۹	۴/۶۴	۳۴
32	Abajalou 1	۳۵۰۵/۱۷	۸	۱۱۱۵/۱۳	۴۳	۱/۳۹	۶/۵	۲/۳۹	۴	۰/۶۲	۵۱	۹/۲۷	۵
33	Hamadan 1	۳۵۱۳/۷۰	۶	۱۴۵۳/۹۰	۲۶	۱/۲۰	۱۴/۵	۲/۰۶	۹	۰/۸۱	۴۱/۵	۹/۱۳	۷
34	Saghez 2	۲۵۲۳/۳۱	۳۷	۱۸۰۷/۲۸	۹	۰/۵۸	۵۳	۰/۷۲	۴۸	۱/۴۰	۴	۳/۰۰	۴۱
35	Piranshahr-Serokani	۱۵۲۹/۲۶	۵۱	۸۶۰/۴۲	۵۰	۰/۸۹	۳۲/۵	۰/۶۷	۵۱	۱/۱۰	۲۵/۵	۱/۵۰	۵۰
36	Piranshahr Andizeh	۱۲۲۲/۳۴	۵۴	۴۹۷/۲۶	۵۵	۱/۲۱	۱۲/۵	۰/۷۳	۴۷	۰/۸۰	۴۳/۵	۱/۱۱	۵۳
37	Mashhad	۸۰۷/۳۴	۵۶	۴۹۰/۱۶	۵۶	۰/۸۰	۴۳	۰/۳۲	۵۴	۱/۱۹	۱۴	۰/۳۹	۵۵
38	Shahroud 1	۱۷۰۰/۶۶	۴۹	۱۲۴۲/۱۶	۳۶	۰/۵۵	۵۴	۰/۴۶	۵۳	۱/۴۳	۳	۱/۳۱	۵۲
39	Hamadan 2	۲۰۷۱/۹۴	۴۴	۱۲۱۷/۷۳	۳۸	۰/۸۴	۳۶/۵	۰/۸۵	۴۳	۱/۱۵	۲۰/۵	۲/۶۶	۴۲
40	Shabestar-Kouzeh-Kanan 3	۱۴۲۶/۱۱	۵۳	۶۸۹/۷۳	۵۳	۱/۰۵	۲۱/۵	۰/۷۴	۴۶	۰/۹۵	۳۵/۵	۱/۴۳	۵۱
41	Saghez 4	۱۴۵۸/۵۴	۵۲	۵۲۵/۱۳	۵۴	۱/۳۱	۸	۰/۹۳	۳۹/۵	۰/۷۱	۴۹	۱/۶۰	۴۹
42	Saghez 5	۳۰۳۶/۸۴	۲۴	۱۸۰۱/۷۸	۱۰	۰/۸۳	۳۹	۱/۲۴	۲۹	۱/۱۶	۱۸/۵	۵/۶۶	۲۲
43	Saghez 3	۲۳۸۱/۳۷	۳۹	۲۱۴۳/۳۵	۲	۰/۲۰	۵۵	۰/۲۴	۵۵	۱/۷۶	۲	۱/۰۵	۵۴
44	Shahroud 2	۱۹۴۲/۵۳	۴۶	۱۰۶۲/۲۴	۴۴	۰/۹۲	۳۰	۰/۸۸	۴۱	۱/۰۷	۲۷	۲/۴۸	۴۵
45	Alibaglou 1	۲۳۳۱/۵۹	۴۱	۱۳۹۶/۱۰	۳۱	۰/۸۲	۴۱	۰/۹۴	۳۸	۱/۱۷	۱۶/۵	۳/۳۱	۳۹
46	Baneh 2	۳۲۴۱/۵۶	۱۶	۱۷۲۷/۸۲	۱۴	۰/۹۵	۲۸/۵	۱/۵۱	۱۹	۱/۰۵	۲۸/۵	۷/۰۲	۱۷
47	Salmas-Gharagheshlagh- Ghalami	۴۰۷۶/۵۰	۲	۱۱۳۴/۳۲	۴۲	۱/۴۷	۲	۲/۹۴	۲	۰/۵۵	۵۵	۱۲/۴۱	۲
48	Marand-1389-2	۳۳۵۶/۱۸	۱۱	۱۳۷۷/۳۴	۳۲	۱/۲۰	۱۴/۵	۱/۹۸	۱۱	۰/۸۰	۴۳/۵	۸/۳۴	۱۱
49	Salmas-Gharaghashlagh- Badami	۳۳۴۰/۳۵	۱۳	۱۷۸۸/۳۶	۱۱	۰/۹۵	۲۸/۵	۱/۵۵	۱۸	۱/۰۵	۲۸/۵	۷/۴۴	۱۵
50	Shabestar-Kouzeh Kanan 1	۲۳۹۰/۰۳	۳۸	۱۳۷۰/۵۸	۳۳	۰/۸۷	۳۴	۱/۰۲	۳۳	۱/۱۲	۲۳	۳/۶۲	۳۶
51	Sanandaj	۲۷۵۶/۹۹	۳۲	۱۳۳۵/۴۷	۳۴	۱/۰۵	۲۱/۵	۱/۴۲	۲۱	۰/۹۵	۳۵/۵	۵/۳۵	۲۶
52	Shabestar-Kouzeh-Kanan 2	۲۰۳۰/۴۱	۴۵	۱۲۲۲/۸۳	۳۷	۰/۸۱	۴۲	۰/۸۱	۴۴	۱/۱۸	۱۵	۲/۵۰	۴۳
53	Baneh 3	۲۶۲۴/۴۷	۳۵	۱۱۵۳/۵۵	۴۱	۱/۱۴	۱۷	۱/۴۷	۲۰	۰/۸۶	۴۰	۵/۰۲	۳۰
54	Piranshahr-Baleban	۱۷۵۹/۳۳	۴۸	۸۲۸/۰۵	۵۱	۱/۰۸	۱۹/۵	۰/۹۳	۳۹/۵	۰/۹۲	۳۷/۵	۲/۲۰	۴۶
55	Baneh 1	۳۱۴۱/۲۳	۱۸	۱۸۴۴/۵۷	۸	۰/۸۴	۳۶/۵	۱/۳۰	۲۶	۱/۱۵	۲۰/۵	۶/۱۲	۲۰
56	Marand-1389-1	۳۳۰۷/۳۱	۱۴	۱۴۸۹/۷۰	۲۲	۱/۱۲	۱۸	۱/۸۲	۱۴	۰/۸۸	۳۹	۷/۹۱	۱۳

ادامه جدول ۷

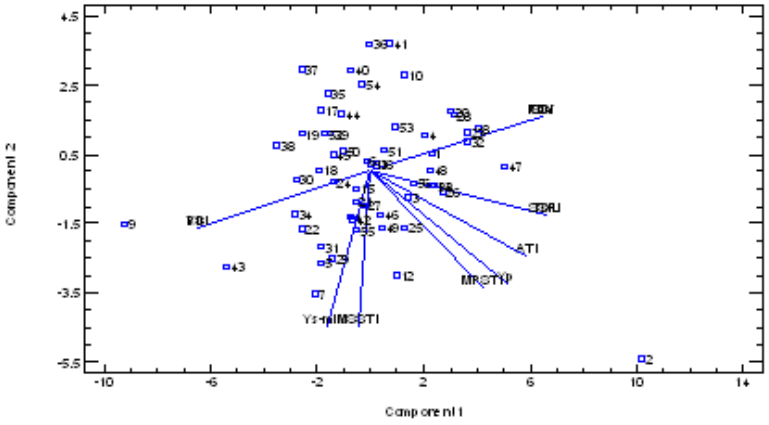
No	Genotype	SSPI	Rank	YSI	Rank	SDI	Rank	RDY	Rank	M_SSTI	Rank	M_PSTI	Rank
1	Saghez 1	۳۵/۸۱	۱۲	۰/۳۹	٤٦/۵	۰/٦۱	۱۰/۵	٦۰/۷۵	۱۱	۰/٤٦	۳۱	۰/۷٦	۲۲/۵
2	Anghane 4	۸۸/۱۷	۱	۰/۲۳	۵٦	۰/۷۷	۱	۷٦/۸۵	۱	۱/۳٤	۸	٦/٤٤	۱
3	Urmia-Barouj	۳۲/۳۷	۱٦	۰/٤۷	۳۷/۵	۰/۵۳	۱۹/۵	۵۳/۰۵	۱۹	۰/۹۰	۱۸	۱/۰٤	۱۱
4	Urmia-Maranghalou	۳۳/۲۹	۱۳	۰/۳۹	٤٦/۵	۰/٦۱	۱۰/۵	٦۰/۹۹	۱۰	۰/۳۳	۳٦/۵	۰/۵٦	۲۸
5	Marand-Dizaj- Ghalami	۱۸/۰۰	۳۵	۰/٦۸	۸	۰/۳۲	٤۹	۳۲/٤۰	٤۹	۱/۸٤	۳	۱/۰۳	۱۲/۵
6	Jabalkandi 2	۲۳/۲۷	۲۷	۰/۵۳	۳۰	۰/٤۷	۲۷	٤۷/٤۸	۲٦	۰/۵۲	۳۰	۰/٤۹	۳۵
7	Salmas - Sadaghian	۱۷/٤٤	۳۷	۰/۷۰	٦/۵	۰/۳۰	۵۰/۵	۳۰/۱۹	۵۰	۲/۳۷	۱	۱/۲۵	۵
8	Babaghanje 6	٤۵/۵۲	۳	۰/۲۹	۵٤	۰/۷۱	۳	۷۱/٤۱	۳	۰/۲٤	٤۳	۰/۷٦	۲۲/۵
9	Miyaneh-Basin	−٤/۳۷	۵٦	۱/۲۰	۱	−۰/۲۰	۵٦	−۱۹/٦۸	۵٦	۰/۲٦	٤۰/۵	۰/۰۵	۵۱/۵
10	Boucan	۲٤/۲۷	۲۳	۰/۳۷	٤۸	۰/٦۳	۹	٦۳/٤٤	۹	۰/۰۷	۵۱	۰/۱۳	٤٦
11	Urmia - Nuoshinshahr	۲۲/۳٤	۳۱	۰/۵۹	۱۹	۰/٤۱	۳۸	٤۰/۸۰	۳۸	۱/۱۷	۱۳	۰/۸۵	۱۹
12	Karimabad	۳۱/۷٤	۱۷	۰/۵۳	۳۰	۰/٤۷	۲۷	٤٦/۸۲	۲۷	۱/۹۸	۲	۱/۸۰	۲
13	Vaghaslou-Olya 1	۲٤/۱۷	۲۵	۰/۵۲	۳۲	۰/٤۸	۲۵	٤۸/۰۱	۲۵	۰/۵٦	۲۷/۵	۰/۵٤	۳۰
14	Vaghaslou-Olya 3	۳۷/۲۲	۱۰	۰/٤۲	٤۱	۰/۵۸	۱٦	۵۸/٤۸	۱٦	۰/۷۳	۲۳	۱/۰۹	۹
15	Ordoshahi 1	۲۲/۵٦	۲۹	۰/۵۷	۲۳/۵	۰/٤۳	۳۳/۵	٤۳/۵۰	۳۳	۰/۸۲	۱۹	۰/۷٦	۲٦
16	Marana-Yamchi-Pesteii	۲٤/۸۸	۲۲	۰/۵۱	۳۳	۰/٤۹	۲٤	٤۸/۸۲	۲٤	۰/۵٦	۲۷/۵	۰/۵۵	۲۹
17	Mazandaran-Tirtash	۱۲/۳۵	٤۹	۰/۵۹	۱۹	۰/٤۱	۳۸	٤۰/۵٤	٤۰	۰/۱۱	٤۹	۰/۰۸	٤۹/۵
18	Sardasht	۱۵/۵٦	٤۲	۰/٦٤	۱۲	۰/۳٦	٤۵	۳٦/۳۳	٤۵	۰/۵٤	۲۹	۰/۳٤	۳۹
19	Marana-Yamchi 4	۱۱/۰۲	۵۲	۰/٦٦	۱۰	۰/۳٤	٤۷	۳۳/۹۹	٤۷	۰/۲۰	٤۵/۵	۰/۱۲	٤۷
20	Salmas 2	۳۷/٦۷	۸	۰/۳۲	۵۱	۰/٦۸	٦	٦۸/۲۱	٦	۰/۱۹	٤۷	۰/٤۷	۳۷
21	Vaghaslou-Olya 4	۲۲/۵۸	۲۸	۰/۵۸	۲۲	۰/٤۲	۳۵	٤۲/۳۰	۳۵	۰/۹۷	۱۷	۰/۷۵	۲٤
22	Salmas-Gharaghashlagh- Pesteii	۱٤/۳٦	٤۵	۰/۷۱	۵	۰/۲۹	۳۲	۲۹/۳۵	۵۲	۱/۲٦	۱۱	۰/٦۵	۲۷
23	Lalalou-Torab 2	٤۲/۹۵	۵	۰/۳۱	۵۳	۰/٦۹	٤	٦۹/۱۱	٤	۰/۲۷	۳۹	۰/۷٤	۲۵
24	Shirabad 2	۱۸/۲٤	۳٤	۰/٦۱	۱۳/۵	۰/۳۹	٤۳/۵	۳۸/۷۱	٤٤	۰/۷۱	۲٤	۰/٤۹	۳۵
25	Gharagoz 1	۳۲/٤۰	۱۵	۰/٤۹	۳٤	۰/۵۱	۲۳	۵۰/۵۰	۲۳	۱/۲۸	۱۰	۱/۳۵	۳/۵
26	Vaghaslou-Sofla 1	۳۹/۳۵	٦	۰/٤۰	٤۵	۰/٦۰	۱۲	۵۹/۵۳	۱۲	۰/۷۹	۲۰	۱/۲٤	٦
27	Khanneshan 1	۲٤/۲۵	۲٤	۰/۵٦	۲۵/۵	۰/٤٤	۳۱/۵	٤۳/۹۱	۳۱	۱/۰۳	۱۵	۰/۸٤	۲۰/۵
28	Heydarlou 1	۳۸/۵۹	۷	۰/۳۲	۵۱	۰/٦۸	٦	٦۸/۳۹	۵	۰/۲۰	٤۵/۵	۰/۵۱	۳۲
29	Saribaglou 5	۱۹/۵٤	۳۲	۰/٦۵	۱۱	۰/۳۵	٤٦	۳٤/٦۱	٤٦	۱/۷۸	٤	۱/۰۷	۱۰
30	Chongharalou-Yekan 4	۱۲/۲۹	۵۰	۰/۷۰	٦/۵	۰/۳۰	۵۰/۵	۳۰/۱٤	۵۱	۰/۵۹	۲٦	۰/۳۱	٤۱/۵
31	Maranghalou 6	۱۷/۷٦	۳٦	۰/٦۷	۹	۰/۳۳	٤۸	۳۲/۹۷	٤۸	۱/۵۸	٦	۰/۹۱	۱٦/۵
32	Abajalou 1	٤۳/٤٦	٤	۰/۳۲	۵۱	۰/٦۸	٦	٦۸/۱۹	۷	۰/۳۳	۳٦/۵	۰/۸٤	۲۰/۵
33	Hamadan 1	۳۷/٤۵	۹	۰/٤۱	٤۳	۰/۵۹	۱٤	۵۸/٦۲	۱۵	۰/۷٤	۲۲	۱/۱۱	۸
34	Saghez 2	۱۳/۰۲	٤۸	۰/۷۲	٤	۰/۲۸	۵۳	۲۸/۳۸	۵۳	۱/۰۲	۱٦	۰/۵۱	۳۲
35	Piranshahr-Serokani	۱۲/۱٦	۵۱	۰/۵٦	۲۵/۵	۰/٤٤	۳۱/۵	٤۳/۷٤	۳۲	۰/۰۷	۵۱	۰/۰۵	۵۱/۵
36	Piranshahr Andizeh	۱۳/۱۸	٤۷	۰/٤۱	٤۳	۰/۵۹	۱٤	۵۹/۳۲	۱۳	۰/۰۱	۵۵	۰/۰۲	۵۵
37	Mashhad	۵/۷۷	۵٤	۰/٦۱	۱۳/۵	۰/۳۹	٤۳/۵	۳۹/۲۹	٤۳	۰/۰۱	۵۵	۰/۰۰	۵٦
38	Shahroud 1	۸/۳۳	۵۳	۰/۷۳	۳	۰/۲۷	۵٤	۲٦/۹٤	۵٤	۰/۲۲	٤٤	۰/۱۱	٤۸
39	Hamadan 2	۱۵/۵۳	٤۳	۰/۵۹	۱۹	۰/٤۱	۳۸	٤۱/۲۳	۳۷	۰/۲٦	٤۰/۵	۰/۱۹	٤۳
40	Shabestar-Kouzeh-Kanan 3	۱۳/۳۹	٤٦	۰/٤۸	۳۵/۵	۰/۵۲	۲۱/۵	۵۱/٦٤	۲۱	۰/۰۳	۵۳	۰/۰٤	۵۳
41	Saghez 4	۱۷/۹۷	۳۹	۰/۳٦	٤۹	۰/٦٤	۸	٦٤/۰۰	۸	۰/۰۱	۵۵	۰/۰۳	۵٤
42	Saghez 5	۲۲/٤٦	۳۰	۰/۵۹	۱۹	۰/٤۱	۳۸	٤۰/٦۷	۳۹	۱/۲۱	۱۲	۰/۸۹	۱۸
43	Saghez 3	٤/۳۳	۵۵	۰/۹۰	۲	۰/۱۰	۵۵	۱۰/۰۰	۵۵	۱/٦۰	۵	۰/۵۱	۳۲
44	Shahroud 2	۱٦/۰۱	٤۱	۰/۵۵	۲۷	۰/٤۵	۳۰	٤۵/۳۲	۳۰	۰/۱٦	٤۸	۰/۱٤	٤۵
45	Alibaglou 1	۱۷/۰۲	۳۸	۰/٦۰	۱۵/۵	۰/٤۰	٤۱/۵	٤۰/۱۳	٤۱	۰/٤۳	۳۳	۰/۱۳	٤۱/۵
46	Baneh 2	۲۷/۵۲	۱۹	۰/۵۳	۳۰	۰/٤۷	۲۷	٤٦/۷۰	۲۸	۱/۱٤	۱٤	۱/۰۳	۱۲/۵
47	Salmas-Gharagheshlagh-Ghalami	٤۳/٤۹	۲	۰/۲۸	۵۵	۰/۷۲	۲	۷۲/۱۷	۲	۰/٤۱	۳۵	۱/۳۵	۳/۵
48	Marand-1389-2	۳۵/۹۸	۱۱	۰/٤۱	٤۳	۰/۵۹	۱٤	۵۸/۹٦	۱٤	۰/٦۰	۲۵	۰/۹۱	۱٦/۵
49	Salmas-Gharaghashlagh- Badami	۲۸/۲۲	۱۸	۰/۵٤	۲۸	۰/٤٦	۲۹	٤٦/٤٦	۲۹	۱/۳۰	۹	۱/۱۷	۷
50	Shabestar-Kouzeh Kanan 1	۱۸/۵٤	۳۳	۰/۵۷	۲۳/۵	۰/٤۳	۳۳/۵	٤۲/٦۵	۳٤	۰/٤۲	۳٤	۰/۳۳	٤۰
51	Sanandaj	۲۵/۸۵	۲۱	۰/٤۸	۳۵/۵	۰/۵۲	۲۱/۵	۵۱/۵٦	۲۲	۰/٤۵	۳۲	۰/٤۹	۳۵
52	Shabestar-Kouzeh-Kanan 2	۱٤/٦۸	٤٤	۰/٦۰	۱۵/۵	۰/٤۰	٤۱/۵	۳۹/۷۷	٤۲	۰/۲۵	٤۲	۰/۱۸	٤٤
53	Baneh 3	۲٦/۷٤	۲۰	۰/٤٤	٤۰	۰/۵٦	۱۷	۵٦/۰۵	۱۷	۰/۲۸	۳۸	۰/۳۷	۳۸
54	Piranshahr-Baleban	۱٦/۹۳	٤۰	۰/٤۷	۳۷/۵	۰/۵۳	۱۹/۵	۵۲/۹۳	۲۰	۰/۰۷	۵۱	۰/۰۸	٤۹/۵
55	Baneh 1	۲۳/۵۸	۲٦	۰/۵۹	۱۹	۰/٤۱	۳۸	٤۱/۲۸	۳٦	۱/۳۵	۷	۱/۰۰	۱٤
56	Marand-1389-1	۳۳/۰۵	۱٤	۰/٤۵	۳۹	۰/۵۵	۱۸	۵٤/۹٦	۱۸	۰/۷۵	۲۱	۰/۵۹	۱۵



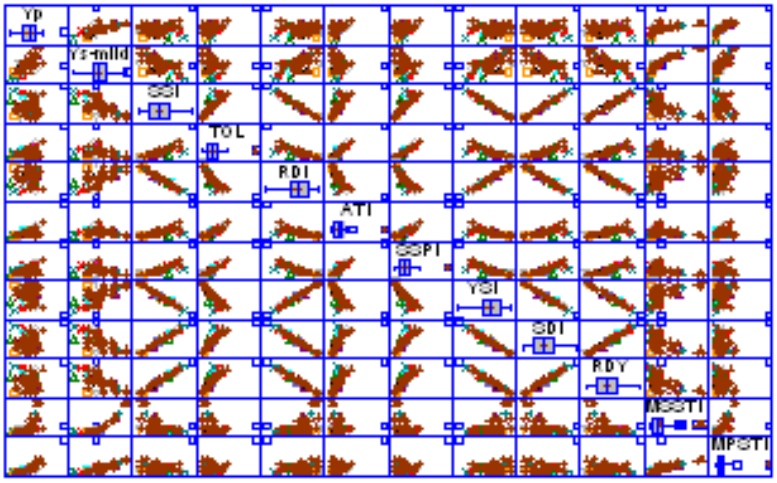
شکل ۲- دندوگرام تجزیه کلاستر ٥٦ توده‌های محلی آفتابگردان آجیلی ایرانی بر اساس روش **ward** بعد از نرمال کردن داده‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل خشکی در شرایط تنش شدید



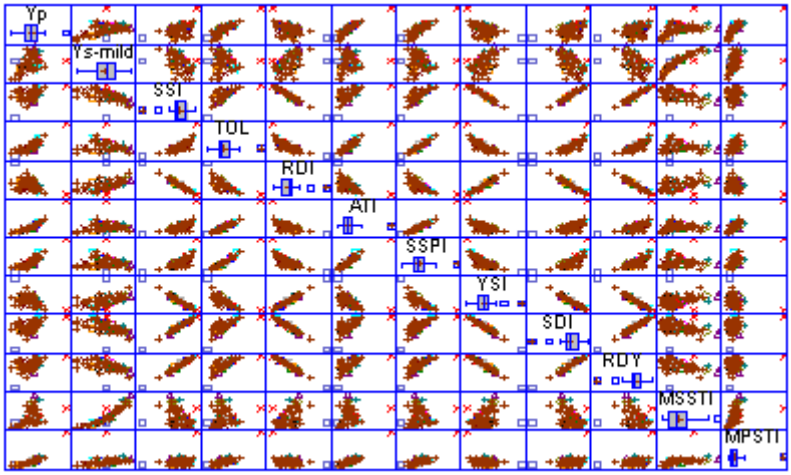
شکل ۳- بای پلات برای تعیین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های برتر در ٥٦ توده محلی آفتابگردان آجیلی ایرانی در شرایط تنش ملایم خشکی



شکل ٤- بای پلات برای تعیین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های برتر در ٥٦ توده محلی آفتابگردان آجیلی ایرانی در شرایط تنش شدید خشکی



شکل ۵- همبستگی بین شاخص‌های تحمل تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم و شدید خشکی



شکل ٦- همبستگی بین شاخص‌های تحمل تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش شدید خشکی

منابع

بلوری، پ.، رشیدی، و.، یارنیا، م.، رزبان حقیقی، ا.، سلطانی، م. ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ارقام آفتابگردان. مجله پژوهش‌های به‌زراعی. ۳ (۲): ۱۳۳-۱٤۲.

زهراوی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی ژنوتیپ‌های جو اسپانتائوم (*Hordeum spontaneum*) از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی. نهال و بذر. ۲۵ (٤): ۵۳۳-۵٤۹.

صفوی، ا.، پورداد، س. س.، جمشید مقدم، م. ۱۳۹۰. شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). نهال و بذر ۲۷ (۱): ۱۲۹-۱٤۸.

علیزاده، ا. ۱۳۸۸. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی. ٤۸٤ ص.

کاظمی تبار، ک.، بتوراک، س.، فتوحی، ک.، رضایی، م. ۱۳۸٦. شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با استفاده از شاخص‌های مقاومت، نمودارهای پراکنش دو بعدی و سه بعدی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱-۳۸ (۲): ۳۵۷-۳٦٦.

گنجعلی، ع.، باقری، ع.، پرسا، ح. ۱۳۸۷. ارزیابی ژرم پلاسم نخود *Cicer arietinum* L برای مقاومت به خشکی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۷: ۱۸۳-۱۹۷.

مقدم، ع.، هادی زاده، م. ح. ۱۳۸۱. عکس‌العمل هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.) و لاین‌های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش. نهال و بذر. ۳: ۲۵۵-۲۷۲.

موسوی، س. س.، یزدی صمدی، ب.، نقوی، م. ر.، دشتید، ح.، پورشهبازی، ع. ۱۳۸۷. معرفی شاخص‌های جدید جهت شناسایی ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به خشکی. بیابان. ۱۲: ۱۶۵-۱۷۸.

نجفی، ع. ۱۳۷۸. انتخاب برای تحمل به تنش خشکی در آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. ۱۱۲ ص.

Blum, A. 1988. Plant's breeding for Stress environments. CRC Press, Florida. P- 212.

Bouslama, M., Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci*. 24: 933-937.

Dehbalaei, S., Farshadfar, E., Farshadfar, M. 2013.Assessment of drought tolerance in bread wheat genotypes based on resistance/ tolerance indices. *Int J Agri Crop Sci*. 5 (20): 2352-2358.

Ehdaie,B., Shakiba, M.R. 1996. Relationship of internode-specific weight and water-soluble carbohydrates in wheat. *Cereal Res Common*. 24:61-67.

Farshadfar, E., Ghanadha, M., Zahravi, M., Sutka, J. 2001.Genetic analysis of drought tolerance in wheat. *Plant Breed*. 114: 542-544.

Farshadfar, E., Poursiahbidi, M.M., Safavi, S.M. 2013. Assessment of drought tolerance in landraces of bread wheat based on resistance/tolerance indices. *Int J Adv Biol Biom Res*. 1(2): 143-158.

Fawzy, F.S., Ashraf, A.M., Mohamed, A.S., Ismaeil, H.S. 2014. Effective selection criteria for evaluating some barley crosses for water stress tolerance. *Adv Agric Biol*. 1(3): 112-123.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo C.G. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.

Fischer, R.A., Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: Grain yield response. *Aust J Agric Res*. 29: 897-912.

Golabadi, M., Arzani, A., Mirmohammadi Maibody, S.A.M. 2006. Assessment of drought tolerance in Segregating populations in durum wheat. *Afr J Agric Res*. 1 (5): 162-171.

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. 2007. Induction of drought stress tolerance by Ketocona Zole in *Catharanthus roseus* is mediated by enhanced antioxidant potentials and secondary metabolite accumulation. *Colloids Surf. Bio-interfaces*. 60: 201- 206.

Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Curr Sci* 80: 758-762.

Mozaffari, K., Arashi, Y., Zeinali, H. 1996. Response on the effects of water stress on some morpho physiological traits and yield components of sunflower seed and plant. *J Plant Nutr*. 12 (3): 24-33.

Ramirez, P., Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 99: 127-136.

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

Sabaghnia, N., Janmohammadi, M. 2014. Evaluation of selection indices for drought tolerance in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes. *Acta Technol Agric*. 1:6-12.

Safahani Langeroodi, A.R., Kamkar, B., Ataei, M., Teixeira, D.A., Silva, A. 2013. Assessment of the response of sunflower cultivars to water shortage using various stress tolerance indices. *Int J Agron Plant Prod*. 4 (7): 1628-1636.

Sajad Bokaei, A., Babaei, H., Habibi, D., Javidfar, S., Mohammadi, A. 2008. Evaluation of different soybean (*Glycine max* L.) genotypes under drought stress conditions. *J Agron Plant Breed*. 4(1): 28-38.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Res*. 98: 222-229.

Tabatabaei, S.A. 2013. Study relationship of drought tolerance indices in wheat (*Triticum aestivum*) genotypes. *Int J Biosci*. 3(7): 15-22.

Zaheri, A., Bahraminejad, S. 2012. Assessment of drought tolerance in oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *Ann Biol Res*. 3(5): 2194-2201.

Assessment of Drought Tolerance Indices in Confectionary Sunflower (*Helianthus anuus* L.) Landraces of Iran

Esmaeil Gholinezhad[1*], Reza Darvishzadeh[2] , Iraj Bernousi[2]

1- Assis. Prof., Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Urmia University, Urmia, Iran.

*for Correspondence: **gholinezhad1358@yahoo.com**

Received: 25.11.14 **Accepted: 21.02.15**

Abstract

This research was conducted to evaluate the response of 56 landraces of confectionary sunflower to drought stress based on grain yield and drought tolerance indices in experimental field of Agricultural and Natural Resources Research center in West-Azerbaijan provinec in 2012-2013 cropping season. The genotypes were evaluated in three separated rectangular 7 × 8 lattice design with two replications in three irrigation treatments including optimum irrigation, moderate and severe stress where irrigation was done after depletion of 50%, 70% and 90% of available water (water between field capacity and permanent wilting point), respectively. Ten drought tolerance indices including stress susceptibility index (SSI), tolerance index (TOL), relative drought index (RDI), abiotic tolerance index (ATI), stress susceptibility percentage index (SSPI), yield stability index (YSI), sensitive drought index (SDI), relative decrease in yield index (RDY), modified stress tolerance index in optimum irrigation (M_PSTI) and modified stress tolerance index in moderate and severe stress (M_sSTI) were calculated based on grain yield under well-watered (Y_P), moderate drought stress (Y_S-mild) and severe drought stress (Y_S-severe) conditions. Grain yield in mild and severe stress conditions was significantly and positively correlated with RDI, YSI, M_sSTI and M_PSTI. Grain yield in well-watered (YP) conditions was significantly and positively correlated with SSI, TOL, ATI, SSPI, SDI, RDY, M_sSTI and M_PSTI. Grain yield in mild and severe stress conditions was significantly and negatively correlated with SSI. Results of this study showed that in moderate drought stress conditions the indices M_sSTI and M_PSTI can be used as the most suitable indicators for screening drought tolerant cultivars. Therefore, to select drought tolerant cultivars in severe drought stress conditions, it is suggested to use M_sSTI and M_PSTI indices because these indices supports stable and high yield in both non-stress and stress conditions. Based on cluster analysis, the studied landraces were grouped in 3 clusters in each one of water treatment conditions. According to the proposed indices and grain yield under severe drought stress, landraces 2, 7, 12, 25, 29 and 49 as resistant genotypes and landraces 3, 11, 13, 16, 27, 42 and 46 were classified as semi tolerant native genitypes and other landraces were susceptible.

Key words: Landraces, confectionary sunflower, cluster analysis, biplot, water limitation.