

# مطالعه تنوع ژنتیکی لاین‌های آفتابگردان روغنی تحت شرایط آبیاری معمولی و آبیاری محدود

علی سلیمانی قزبجه<sup>1</sup>، رضا درویش زاده<sup>2\*</sup>، آسا ابراهیمی<sup>3</sup>، محمد رضا بی‌همتا<sup>4</sup>

1- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

2- استاد گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

3- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

4- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

\* ارومیه، صندوق پستی 165

r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

(دریافت مقاله: 94/2/18 پذیرش مقاله: 94/3/19)

**چکیده**- خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران است. در این تحقیق تنوع ژنتیکی 100 لاین مختلف آفتابگردان بر اساس صفات زراعی- مورفولوژیکی تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب بیانگر تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها در بیشتر صفات مورد بررسی بود. بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی در شرایط آبیاری نرمال در صفت قطر ساقه و پایین‌ترین ضریب در صفت محتوای آب نسبی مشاهده شد. در شرایط تنش خشکی بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی در صفت عملکرد دانه و پایین‌ترین ضریب در صفت روز تا گل‌دهی مشاهده شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و اکثر صفات اندازه‌گیری شده در هر دو شرایط محیطی مشاهده شد. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که در شرایط تنش خشکی قطر طبق، عرض برگ و طول دمبرگ در مجموع 73/9 درصد از تغییرات عملکرد دانه و در شرایط نرمال قطر طبق و ارتفاع بوته 73/6 از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نمایند. در تجزیه خوشه‌ای به روش وارد، هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط نرمال، لاین‌ها در 4 گروه قرار گرفتند اما توزیع لاین‌ها در گروه‌ها بسته به شرایط تنش متفاوت بود که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی است.

**کلیدواژگان:** آفتابگردان، طرح بلوک ناقص، تجزیه کلاستر، تنش کم آبی، وراثت‌پذیری، همبستگی فنوتیپی.

## 1- مقدمه

گیاه دانه روغنی است که از نظر سطح زیر کشت بعد از سویا، کلزا و بادام‌زمینی قرار دارد. روغن آفتابگردان به دلیل داشتن اسیدهای چرب غیراشباع فراوان و همچنین فقدان کلسترول از کیفیت بالایی برخوردار است [1].

آفتابگردان زراعی با نام علمی (*Helianthus annuus* L.) گیاهی یکساله از خانواده Compositae بوده و خاستگاه اولیه آن آمریکای مرکزی است. این گیاه یکی از چهار

مورد بررسی می‌باشد. به نظر می‌رسد جدا از تسلط بر فن‌آوریهای مدرن، موفقیت در برنامه‌های اصلاح نباتات متکی به استفاده از طیف گسترده‌ای از تنوع ژنتیکی موجود در گیاهان زراعی اهلی و گونه‌های وحشی وابسته به آنهاست [13]. تنوع ژنتیکی به نژادگران گیاهی را قادر می‌سازد تا به واسطه انتخاب و اصلاح، گیاهان جدید با عملکرد بیشتر که به آفات و بیماریها مقاوم و به تغییرات محیطی سازگارترند را تولید نمایند. هجار و هودکین [14] گیاهان زراعی مهم مانند برنج، گندم، جو، سیب‌زمینی و سویا را مورد بررسی قرار دادند و به ژن‌های گونه‌های وحشی که در برنامه‌های دورگ‌گیری و تولید ارقام جدید استفاده شده‌اند، اشاره کردند. مطالعه تنوع ژنتیکی و تفکیک ژنوتیپ‌ها از طریق بررسی درجه شباهت و تفاوت آنها امکان‌پذیر می‌شود. تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های مناسب برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها است که به طور وسیعی برای تجزیه تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این پژوهش ارزیابی تنوع ژنتیکی در 100 لاین خالص آفتابگردان روغنی از نظر خصوصیات زراعی و مورفولوژیک تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی و تعیین روابط بین عملکرد دانه در بوته و سایر صفات می‌باشد.

## 2- مواد و روش‌ها

در این تحقیق تنوع ژنتیکی 100 لاین خالص آفتابگردان روغنی از نقاط مختلف جهان (جدول 1)، در شرایط نرمال و تنش خشکی در قالب طرح لاتیس مستطیل ساده با دو تکرار در مزارع زراعی روستای قزلقه از توابع سلماس در سال 1392 بررسی شد. در هر یک از شرایط تنش، هر کرت شامل 10 بوته از هر لاین به فواصل 50 سانتی‌متر روی ردیف و 60 سانتی‌متر بین ردیف بود. تا مرحله 8 برگی آبیاری هر دو آزمایش به صورت معمولی (90 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) انجام شد.

سطح زیرکشت این گیاه در جهان در سال زراعی 2012 حدود 24/60 میلیون هکتار و تولید دانه آن 36/4 میلیون تن بوده است [2].

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران است و به عنوان یک تنش چند بعدی گیاهان را در سطوح مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. در طی صد سال گذشته کره زمین به طور غیر طبیعی و در اثر فعالیت‌های انسان و ورود مقادیر بسیار زیادی دی‌اکسیدکربن به جو گرمتر شده است که مهمترین اثر این گرمایش، تغییر آب و هوای کلی زمین، تغییر محدوده‌های دمایی در کشاورزی و بروز تنش‌های خشکی و دمایی است [3]. تنش خشکی مانع از تظاهر کامل پتانسیل ژنتیکی گیاهان زراعی می‌شود [4,5]. شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی از تحمل و پایداری مطلوب برخوردار باشند و بررسی صفات مرتبط با تحمل در آنها از اهمیت اساسی برخوردار است.

آفتابگردان جزء محصولات نیمه حساس به خشکی طبقه‌بندی می‌شود. مشخص شده است که کمیت و توزیع آب اثر مهمی روی محصول دانه آفتابگردان دارد. میزان تأثیر تنش خشکی بستگی به مرحله نمو گیاه دارد و بیشترین کاهش عملکرد زمانی است که تنش خشکی در فاصله گل‌دهی تا پرشدن دانه اتفاق می‌افتد [6]. گوکسوی و همکاران [7] پیشنهاد نمودند که انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله ظهور طبق‌ها و یا گل‌دهی می‌تواند در افزایش چشمگیر عملکرد دانه آفتابگردان مؤثر باشد. خشکی باعث کاهش رشد برگ، سطح برگ، شاخص برداشت، محتوی نسبی آب برگ در آفتابگردان می‌شود ولی میزان کاهش این خصوصیات در ژنوتیپ‌های متحمل کمتر از حساس ذکر شده است [8-12].

تنوع و گزینش دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع مطلوب از حیث هدف

جدول 1 مشخصات لاین‌های آفتابگردان روغنی مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی

کد	نام لاین	نام کشور	نام مرکز تحقیقاتی	کد	نام لاین	نام کشور	نام مرکز تحقیقاتی
1	H100A/83HR4	فرانسه	ASGROW	37	NSF <sub>1</sub> -A <sub>4</sub> *R <sub>5</sub>	فرانسه	NOVARTIS
2	H209A/LC1064	فرانسه	ASGROW	38	28	ایران	SPII
3	H205A/H543R	فرانسه	ASGROW	39	30	ایران	SPII
4	AS5306	فرانسه	ENSAT	40	F1250/03	مجارستان	-
5	RHA858	امریکا	USDA	41	SDR18	امریکا	USDA
6	H209A/83HR4	فرانسه	ASGROW	42	LP-CSYB	فرانسه	ENSAT
7	as3211	فرانسه	ENSAT	43	803-1	صربستان	IFVC
8	254-ENSAT	فرانسه	ENSAT	44	1009370-1(100K)	فرانسه	ENSAT
9	AS5304	فرانسه	ASGROW	45	CSWW2X	فرانسه	Caussade semences
10	1009329.2(100K)	فرانسه	ENSAT	46	1009370-3(100K)	فرانسه	ENSAT
11	270-ENSAT	فرانسه	ENSAT	47	H158A/H543R	فرانسه	ASGROW
12	AS613	فرانسه	ASGROW	48	H100A	فرانسه	ASGROW
13	A-F1POPA	فرانسه	NOVARTIS	49	15031	فرانسه	ASGROW
14	OES	فرانسه	INRAMONT	50	H205A/83HR4	فرانسه	ASGROW
15	H100A/LC1064	فرانسه	ASGROW	51	RHA265	فرانسه	ASGROW
16	RHA266	امریکا	USDA	52	PM1-3	امریکا	USDA
17	PAC2	فرانسه	ENSAT	53	RT948	فرانسه	RUSTICA
18	H157A/LC1064	فرانسه	ASGROW	54	283-ENSAT	-	-
19	5DES20QR	فرانسه	BRN	55	QHP-1	فرانسه	INRAMONT
20	1009337(100K)	فرانسه	ENSAT	56	SDR19	امریکا	USDA
21	AS3232	فرانسه	ENSAT	57	HA337B	امریکا	USDA
22	12ASB3	فرانسه	ASGROW	58	H100B	فرانسه	ASGROW
23	8ASB2	فرانسه	ASGROW	59	B454/03	مجارستان	-
24	9CSA3	فرانسه	Caussade semences	60	HA304	امریکا	USDA
25	H049+FSB	فرانسه	-	61	RT931	فرانسه	RUSTICA
26	SSD-580	فرانسه	ASGROW	62	HA335B	امریکا	USDA
27	5AS-F <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> *R <sub>2</sub>	فرانسه	ASGROW	63	NS_B5	فرانسه	NOVARTIS
28	7CR16=PRH6	فرانسه	C.F	64	SDB3	امریکا	USDA
29	ENSAT699	فرانسه	ENSAT	65	LC1064C	فرانسه	ASGROW
30	SSD-581	فرانسه	ASGROW	66	NS-R5	فرانسه	NOVARTIS
31	TMB-51	فرانسه	INRAMONT	67	DM-2	امریکا	USDA
32	11*12	ایران	SPII	68	H156A/RHA274	فرانسه	ASGROW
33	110	ایران	SPII	69	SDB1	امریکا	USDA
34	H603R	فرانسه	INRAMONT	70	HAR-4	امریکا	USDA
35	4	ایران	SPII	71	AS5305	فرانسه	ASGROW
36	703-CHLORINA	فرانسه	ENSAT	72	RHA274	امریکا	USDA

ادامه جدول 1 مشخصات لاین‌های آفتابگردان روغنی مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی

کد	نام لاین	نام کشور	نام مرکز تحقیقاتی	کد	نام لاین	نام کشور	نام مرکز تحقیقاتی
73	H158A/H543R	فرانسه	ASGROW	87	H156A/H543R	فرانسه	ASGROW
74	H100A/RHA274	فرانسه	ASGROW	88	H543R/H543R	فرانسه	ASGROW
75	H209A/H566R	فرانسه	ASGROW	89	H543R	فرانسه	-
76	ASO-1-POP-A	فرانسه	ENSAT	90	15038	فرانسه	ASGROW
77	AS6305	فرانسه	ENSAT	91	SF076	فرانسه	ENSAT
78	B-F1POPB	فرانسه	NOVARTIS	92	8A*LC1064C*	-	-
79	D34	امریکا	USDA	93	SF085	فرانسه	ENSAT
80	CAY	فرانسه	ENSAT	94	SF092		
81	346	ایران	SPII	95	A-CONTROL PLASTIPIC	فرانسه	ENSAT
82	NS-F1-A5*R5	فرانسه	NOVARTIS	96	1-59	ایران	SPII
83	36	ایران	SPII	97	H-100A-90RL8		
84	38	ایران	SPII	98	SF109	فرانسه	ENSAT
85	SDB2	فرانسه	INRAMONT	99	SF105	فرانسه	ENSAT
86	H158A/LC1064	-	-	100	SF-023		

مدت 48 ساعت در آن 72 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه (1) محاسبه گردید [17].

$$RWC(\%) = \left[ \frac{fw - dw}{sw - dw} \right] \times 100 \quad (1)$$

اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ‌ها نیز با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502) در مرحله پر شدن دانه‌ها، در روی جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته در هر بوته و در سه نقطه مختلف از برگ انجام گرفت.

## 1-2- تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی مطابق روش شاپیرو و ویلک [18] در نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 (PROC UNIVARIATE) انجام گرفت. در رابطه با دو صفت عملکرد دانه و تعداد برگ توزیع اشتباهات نرمال نبودند. برای این دو صفت به ترتیب تبدیل جذری و لگاریتمی روی داده‌های اصلی انجام گرفت. تجزیه باقی‌مانده‌ها نشان داد که تبدیل داده مؤثر بوده و توزیع

آبیاری آزمایش نرمال تا انتهای فصل رشد به همین صورت ادامه یافت. در آزمایش تنش خشکی از مرحله 8 برگی به بعد، آبیاری بعد از 180 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام گرفت [16,15]. بعد از گل‌دهی برخی از صفات زراعی و مورفولوژیک از قبیل ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم‌برگ، قطر ساقه، قطر طبق، کلروفیل برگ، محتوای نسبی آب برگ، درصد روغن، روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه محتوای نسبی آب برگ (RWC) قبل از موعد آبیاری دیسک‌هایی از جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته تهیه و در آزمایشگاه توزین و وزن تازه آنها (fw) ثبت گردید. پس از آن دیسک‌ها به مدت 24 ساعت درون ظروف حاوی آب مقطر در دمای 4 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به حالت اشباع کامل رسیدند. در پایان این مرحله دیسک‌های برگی توسط دستمال کاغذی خشک و مجدداً وزن شدند وزن مذکور به عنوان وزن اشباع (sw) ثبت گردید. نمونه‌ها جهت محاسبه وزن خشک (dw) به

دانه در بوته معنی‌دار و برای صفات کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار نبود. اثر متقابل معنی‌دار نشان می‌دهد واکنش لاین‌ها بسته به شرایط مختلف محیطی متفاوت است. به عبارت دیگر لاینی که در یک محیط از لحاظ صفتی وضعیت مطلوب تری دارد ممکن است در شرایط محیطی دیگر رفتار متفاوتی نشان دهد. تجزیه اثرات متقابل (برش دهی اثرات متقابل) نشان داد بین لاین‌های مورد مطالعه هم در شرایط آبیاری نرمال و هم در شرایط تنش خشکی اختلاف معنی‌دار وجود دارد و ترتیب گروه بندی لاین‌ها برای هر صفت متفاوت است که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی است (جدول 2). ضریب تغییرات در جدول تجزیه واریانس از 0/76 درصد برای میزان روغن تا 42 درصد برای عملکرد دانه در بوته متغیر بود (جدول 2). ضریب تغییرات دقت آزمایش را نشان می‌دهد. مقادیر کمتر از 30 درصد حاکی از دقت بالای آزمایش است ولی اگر ضریب تغییرات بیش از 30 درصد باشد نشان می‌دهد آزمایش بایستی تکرار شود. البته در مواقعی اگر آماره F تیمار معنی‌دار باشد لازم به تکرار آزمایش نیست. اعتقاد بر این است در چنین مواقعی اختلاف بین تیمارها به حدی است که با وجود بالا بودن ضریب تغییرات (بالا بودن واریانس اشتباه آزمایشی) باز اختلافات خود را نشان داده‌اند. در بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی جو پاییزه غرب ایران نیز برای صفت عملکرد دانه در بوته ضریب تغییرات بالا مشاهده شد [20].

اختلاف میانگین صفات تعداد برگ، طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، قطر ساقه، قطر طبق، روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ و درصد روغن در 2 شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی معنی‌دار و اما در رابطه با صفات تعداد برگ و میزان کلروفیل اختلاف معنی‌دار نبود (جدول 3).

اشتباهات نرمال هست. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح لاتیس ساده در نرم‌افزار SAS انجام گرفت. آماره‌های توصیفی و همبستگی ساده بین صفات در هر یک از شرایط تنش و غیر تنش در نرم‌افزار مینی‌تب<sup>1</sup> نسخه 16 محاسبه شدند. برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات در هر یک از شرایط تنش به روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده در نرم‌افزار SAS انجام گرفت [19]. از رگرسیون گام‌به‌گام برای تعیین صفاتی که بیشترین میزان تنوع عملکرد دانه در بوته را در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی توجیه می‌نمایند، استفاده شد. گروه‌بندی لاین‌های آفتابگردان در هر یک از شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی پس از استاندارد نمودن داده‌ها با استفاده از الگوریتم Ward در نرم‌افزار مینی‌تب انجام گرفت. برای تعیین نقطه برش از تجزیه واریانس چندمتغیره با در نظر گرفتن گروه‌ها به عنوان تیمار و لاین‌های درون هر گروه به عنوان تکرار استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی همراه با رسم نمودار بای پلات با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی صفات و در نرم‌افزار Minitab انجام گرفت.

### 3- یافته‌ها و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین لاین‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات مورد مطالعه به غیر از محتوای نسبی آب برگ، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول 2). اثر محیط بر طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، قطر ساقه، روز تا گل‌دهی و درصد روغن معنی‌دار و بر میزان کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، قطر طبق، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در بوته معنی‌دار نبود. از طرفی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات تعداد برگ، طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، قطر ساقه، درصد روغن، قطر طبق، ارتفاع بوته و عملکرد

<sup>1</sup> Minitab

**جدول 2** نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی

Source of variation	df	Mean of square									
		LL	PL	Ch	LN	RWC	DF	LW	SD	DM	
		Normal	Normal	Normal	Non-normal	Ln-transformed	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Environment	1	840/80*	1581/10*	3/34 <sup>ns</sup>	2/86 <sup>ns</sup>	0/0003 <sup>ns</sup>	4781/17 <sup>ns</sup>	2299/20**	1117/70*	64/53*	2510/56 <sup>ns</sup>
Replication (Environment)	2	16/83 <sup>ns</sup>	25/97**	5/12 <sup>ns</sup>	36/57 <sup>ns</sup>	0/05 <sup>ns</sup>	2831/19**	16/45 <sup>ns</sup>	15/11 <sup>ns</sup>	1/78 <sup>ns</sup>	200/72 <sup>ns</sup>
Block (Environment × Replication)	36	5/08**	1/71*	26/40 <sup>ns</sup>	17/76**	0/04**	164/22 <sup>ns</sup>	21/31*	7/45**	0/61*	60/54 <sup>ns</sup>
Genotype	99	13/75**	5/11**	51/45**	42/23**	0/11**	126/45 <sup>ns</sup>	52/86**	13/62**	1/81**	165/55**
G × E	99	4/19**	2/70**	19/83 <sup>ns</sup>	14/67**	0/04**	151/15 <sup>ns</sup>	15/53 <sup>ns</sup>	5/59**	0/60**	62/16 <sup>ns</sup>
Residual	162	2/37	1/11	24/21	9/18	0/02	131/31	13/27	3/43	0/39	63/70
<i>GE effect sliced by E for G</i>											
Water-stressed	99	6/36**	1/78**	35/17*	32/94**	0/08**	143/73 <sup>ns</sup>	32/32**	6/71**	0/81**	115/31**
Well-watered	99	12/02**	6/20**	37/42**	24/40**	0/06**	122/93 <sup>ns</sup>	37/64**	13/28**	1/64**	107/48**
CV%		9/34	12/00	12/25	16/01	4/9	18/24	4/90	13/08	12/35	7/62

Source of variation	df	Mean of square				
		Oil	HD	PH	Yield	
		Normal	Normal	Normal	Non-normal	Sqrt-transformed
Environment	1	358/40**	717/25 <sup>ns</sup>	1734/72 <sup>ns</sup>	15450 <sup>ns</sup>	130/39 <sup>ns</sup>
Replication (Environment)	2	2/29**	58/16**	1126/88 <sup>ns</sup>	1248/15*	7/60*
Block (Environment × Replication)	36	0/20*	7/51**	259/00**	186/88 <sup>ns</sup>	1/45 <sup>ns</sup>
Genotype	99	59/06**	22/64**	534/52**	713/90**	6/76**
G × E	99	1/06**	5/12*	147/02**	232/15**	1/53*
Residual	162	0/13	3/69	65/75	138/47	1/12
<i>GE effect sliced by E for G</i>						
Water-stressed	99	31/28**	8/86**	287/72**	269/03**	2/92**
Well-watered	99	30/41**	19/65**	395/14**	684/78**	5/49**
CV%		0/76	14/79	7/17	42/00	21/27

LL: leaf length, LW: leaf width, PH: plant height, HD: head diameter, Ch: chlorophyll, RWC: relative water content, DF: day to flowering, DM: days to maturity, SD: stem diameter, Yield: grain yield per plant, PL: petiole length, LN: leaf number per plant. ns: not significant; \*, \*\*, \*\*\* significant at 0.05, 0.01 and 0.001 probability level.

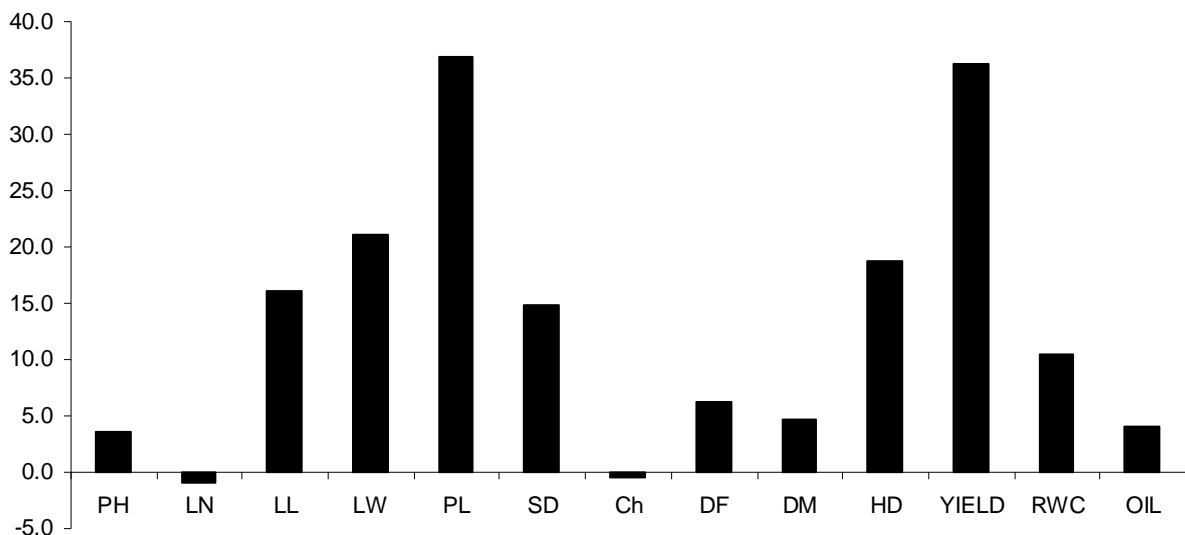
**جدول 3** میانگین صفات مورد مطالعه در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی (آبیاری محدود)

Item	صفت													
	PH	LN	LL	LW	PL	SD	Ch	DF	DM	HD	YIELD	RWC	OIL	
میانگین در شرایط نرمال	115/13	18/84	17/94	15/84	10/76	5/43	40/08	76/68	107/23	14/33	34/24	66/27	46/37	
میانگین در شرایط تنش خشکی	110/96	19/00	15/04	12/50	6/79	4/62	40/26	71/89	102/21	11/66	21/81	59/35	44/48	
میانگین با آزمون t	2/014*	0/289 <sup>ns</sup>	8/790**	9/627**	18/870**	6/787**	0/293 <sup>ns</sup>	7/821**	4/603**	6/697**	5/373**	5/796**	3/239**	

LL: leaf length, LW: leaf width, PH: plant height, HD: head diameter, Ch: chlorophyll, RWC: relative water content, DF: day to flowering, DM: days to maturity, SD: stem diameter, Yield: grain yield per plant, PL: petiole length, LN: leaf number per plant.

آسیب به اندام فتوستتیز کننده در اثر ریزش زودهنگام برگ‌ها [27] از دلایل اصلی کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی ذکر شده است. در گزارش سانچز- بلانکو و همکاران [28] کاهش شدید در سطح برگ و سرعت رشد در شرایط تنش کم آبی در مقایسه با شرایط نرمال مشاهده شد. ارل و دیویس [29] عنوان کردند که کمبود آب باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق می‌شود. کاهش ارتفاع بوته تحت شرایط تنش کمبود آب توسط محققان مختلف گزارش شده است [30-32]. محمدی و همکاران [33] گزارش کردند که تنش کم آبی باعث کاهش 21/71 درصدی ارتفاع بوته می‌شود. این محققان استدلال کردند با توجه به این که مواد غذایی به صورت محلول در آب جذب گیاه می‌شود، در شرایط تنش آب، محدودیت در منابع آبی منجر به محدودیت در دسترسی به منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کم کردن رشد رویشی و اتمام زودهنگام مرحله رشد رویشی و شروع مرحله زایشی می‌شود، در نتیجه دوره رشدی، ارتفاع و عملکرد کاهش می‌یابد.

در بررسی واکنش لاین‌های آفتابگردان به تنش خشکی [21]، قطع آبیاری در دوره گل‌دهی تأثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل نداشت. اومن و همکاران [22] افزایش و احمدی و بیکر [23] کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی را گزارش کردند. دسوزا و همکاران [24] گزارش کردند که فقط تنش شدید بر میزان کلروفیل اثر می‌گذارد. به نظر می‌رسد تغییر در میزان کلروفیل وابسته به شدت تنش و نوع ژنوتیپ است. میانگین اکثر صفات در تنش خشکی در مقایسه با شرایط نرمال کاهش نشان داد با این حال درصد کاهش در دو صفت عملکرد دانه (36/26 درصد) و طول دمبرگ (36/9 درصد) بیشتر از سایر صفات بود (شکل 1). کرم و همکاران [25] کاهش 15 و 20 درصدی در عملکرد دانه را با کم آبیاری در اوایل و اواسط گل‌دهی آفتابگردان گزارش نمودند. در بررسی آنها کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه با کم آبیاری در مرحله دانه‌بندی مشاهده نشد. در بررسی واکنش لاین‌های آفتابگردان به قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی [21] کاهش 40 درصدی در عملکرد دانه گزارش شد. اختلال در دانه‌بندی به دلیل افزایش عقیمی دانه‌های گرده [26] و



شکل 1 درصد کاهش میزان صفات (محور Y) در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط آبیاری نرمال در لاین‌های آفتابگردان روغنی

LL: leaf length, LW: leaf width, PH: plant height, HD: head diameter, Ch: chlorophyll, RWC: relative water content, DF: day to flowering, DM: days to maturity, SD: stem diameter, Yield: grain yield per plant, PL: petiole length, LN: leaf number per plant.

نظریه در شرایط آبیاری نرمال صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، قطر طبق، قطر ساقه، عملکرد دانه و درصد روغن دارای توارث‌پذیری بالا، صفات روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی دارای توارث‌پذیری متوسط و صفت میزان کلروفیل دارای توارث‌پذیری پایین بودند. در شرایط تنش خشکی صفات تعداد برگ، طول برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و درصد روغن دارای توارث‌پذیری بالا، صفات طول دمبرگ، عرض برگ، میزان کلروفیل، قطر طبق، روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی و عملکرد دانه دارای توارث‌پذیری متوسط و صفت محتوای نسبی آب برگ دارای توارث‌پذیری پایین بودند. تغییر در وراثت‌پذیری یک صفت در شرایط تنش خشکی و آبیاری نرمال ناشی از واکنش متفاوت آن به شرایط محیطی است. حیدری [36] در بررسی یک جمعیت گندم شامل 9 رقم و 36 هیبرید بین آنها گزارش کرد که ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای عملکرد دانه بسیار بیشتر از صفات روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک است. در ارزیابی 14 ژنوتیپ گندم دوروم، بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی برای عملکرد دانه گزارش شد [37].

در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت بین عملکرد دانه در بوته و ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، طول برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، قطر ساقه، میزان کلروفیل، مدت زمان گل‌دهی، مدت زمان رسیدگی و درصد روغن مشاهده شد (جدول 5).

در شرایط آبیاری نرمال نیز همبستگی بین عملکرد دانه با اکثر صفات مورد مطالعه مثبت و معنی‌دار بود (جدول 5). افضل‌فر و همکاران [38] همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در جوهای وحشی اسپانتانکوم ایران گزارش کردند. با وجود این نبوتی و همکاران [39] در گندم دوروم همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته مشاهده کردند.

اجزای واریانس و ضرایب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مورد بررسی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی محاسبه و در جدول 4 نشان داده شده است. بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی در شرایط آبیاری نرمال در صفت قطر ساقه و پایین‌ترین ضریب در صفت محتوای آب نسبی مشاهده شد. در شرایط تنش خشکی بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی در صفت عملکرد دانه و پایین‌ترین ضریب در صفت روز تا گل‌دهی مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل (جدول 4) در تمامی صفات مورد مطالعه ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر می‌باشد با وجود این، اختلاف 2 ضریب بسته به نوع صفت مورد مطالعه متفاوت است. از ضرایب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی برای تعیین وجود یا عدم وجود تنوع استفاده می‌شود. مقایسه این ضرائب تأثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد نظر نشان می‌دهد [34]. هر چقدر اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می‌دهد که اثر محیط بر روی صفت کم است و لذا انتخاب برای اصلاح چنین صفتی مناسب است و هر چقدر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد، نشان دهنده تأثیر کم ژنوتیپ نسبت به اثرات محیط در تنوع مشاهده شده است. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب انتخاب کرد [34]. وراثت‌پذیری صفات در شرایط آبیاری نرمال بین 17 تا 99 درصد و در شرایط تنش خشکی بین 14 تا 99 درصد متغیر بود. مطابق با نظریه استنسفیلد [35] چنانچه توارث‌پذیری صفتی بیشتر از 0/5 باشد، صفت دارای توارث‌پذیری بالا، چنانچه توارث‌پذیری عمومی صفتی بین 0/2 تا 0/5 باشد، صفت دارای توارث‌پذیری متوسط و چنانچه توارث‌پذیری صفت مورد نظر کمتر از 0/2 باشد، صفت دارای توارث‌پذیری پایین می‌باشد. طبق این



جدول 4 آماره‌های توصیفی، اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی (آبیاری محدود)

Condition	SE	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	h <sup>2</sup>	Vg	Ve	Vph	CVg	CVph	
شرایط	اشتباه	انحراف	حداکثر	چارک	میانه	چارک	حداقل	وراثت‌پذیری	واریانس	واریانس	واریانس	ضریب	ضریب	
صفت	میانگین	معیار	حداکثر	اول	سوم	سوم	حداکثر	عمومی	ژنتیکی	محیطی	فنونتیپی	ژنتیکی	فنونتیپی	
PH آبیاری	115/13	1/20	16/91	60/20	104/20	115/10	127/20	165/60	0/73±0/05	187/59	69/09	256/68	11/90	13/92
LN نرمال	18/84	0/31	4/37	9/40	16/20	18/40	20/60	38/00	0/51±0/08	9/04	8/78	17/82	15/96	22/41
LL	17/94	0/20	2/76	11/50	15/90	17/90	19/68	25/90	0/72±0/05	5/61	2/12	7/43	12/84	15/19
LW	15/84	0/21	3/00	9/50	13/80	15/50	18/00	27/20	0/61±0/06	5/45	3/42	8/87	14/74	18/80
PL	10/77	0/14	2/04	5/90	9/40	10/70	12/00	17/10	0/68±0/05	2/73	1/28	4/01	15/35	18/60
SD	5/43	0/08	1/09	3/00	4/80	5/40	6/00	10/00	0/60±0/07	0/68	0/46	1/14	15/19	19/67
Ch	40/08	0/42	5/86	23/20	36/43	39/60	43/20	77/00	0/17±0/10	5/68	28/02	33/70	5/95	14/48
DF	76/68	0/38	5/34	60/00	73/00	76/00	82/00	108/00	0/45±0/09	12/18	14/65	26/83	4/55	6/76
DM	107/22	0/67	9/50	13/50	104/00	107/00	113/00	133/00	0/27±0/10	23/41	64/40	87/81	4/51	8/74
HD	14/33	0/25	3/52	6/67	11/46	15/17	16/67	24/00	0/75±0/05	8/88	2/90	11/78	20/79	23/94
YIELD	34/24	1/50	21/24	1/56	18/08	33/33	50/00	133/33	0/71±0/05	306/29	125/82	432/11	51/11	60/71
RWC	66/27	0/82	11/52	35/37	59/01	65/93	73/61	96/13	0/00±0/00	0/00	132/62	132/62	0/00	17/38
OIL	46/37	0/29	4/14	36/73	43/10	46/34	49/34	55/64	0/99±0/002	17/11	0/15	17/26	8/92	8/96
PH تنش	110/96	1/12	15/84	73/00	98/05	110/70	122/55	159/80	0/61±0/07	133/74	84/49	218/23	10/42	13/31
LN خشکی	19/00	0/36	5/09	4/70	15/65	18/00	21/20	46/00	0/58±0/07	13/86	9/86	23/72	19/59	25/63
LL	15/04	0/18	2/49	10/30	13/20	14/85	16/58	24/90	0/50±0/08	2/49	2/50	4/99	10/49	14/85
LW	12/50	0/19	2/70	6/60	10/53	12/10	13/98	42/50	0/42±0/09	2/54	3/48	6/02	12/75	19/63
PL	6/79	0/09	1/31	4/00	5/93	6/60	7/50	10/80	0/35±0/09	0/54	1/00	1/54	10/82	18/28
SD	4/62	0/06	0/80	2/80	4/00	4/60	5/20	7/20	0/51±0/08	0/27	0/26	0/53	11/24	15/74
Ch	40/26	0/38	5/37	24/70	36/70	40/40	43/40	57/80	0/29±0/09	8/10	19/66	27/76	7/07	13/09
DF	71/89	0/34	4/87	57/00	70/00	71/00	76/00	101/00	0/48±0/08	11/01	12/02	23/03	4/62	6/68
DM	102/21	0/68	9/62	11/50	101/00	102/00	107/00	133/00	0/35±0/09	31/92	60/59	92/51	5/53	9/41
HD	11/66	0/21	2/91	5/83	9/54	11/46	13/29	21/25	0/37±0/09	2/69	4/64	7/33	14/07	23/23
YIELD	21/81	1/10	15/50	1/71	11/03	18/75	28/57	100/00	0/34±0/09	78/33	153/51	231/84	40/58	69/81
RWC	59/35	0/93	13/19	24/72	50/10	57/24	67/14	99/74	0/14±0/10	19/27	119/96	139/23	7/40	19/88
OIL	44/48	0/29	4/12	35/65	41/30	44/81	47/95	53/32	0/99±0/001	16/97	0/09	17/06	9/26	9/29

LL: leaf length, LW: leaf width, PH: plant height, HD: head diameter, Ch: chlorophyll, RWC: relative water content, DF: day to flowering, DM: days to maturity, SD: stem diameter, Yield: grain yield per plant, PL: petiole length, LN: leaf number per plant.

بخش زایشی نسبت به بخش رویشی بدون تغییر اساسی در بیوماس صورت گرفته است. مزینانی و همکاران [41] همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع

کالدرین و همکاران [40] عنوان کردند که در ارقام زراعی مدرن گندم، بهبود عملکرد دانه از طریق کاهش ارتفاع بوته و دانه عملی شده که نتیجه آن انتقال بیشتر مواد به

نظر گرفته شدند. در شرایط تنش خشکی قطر طبق نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که 71/4 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نمود. در مرحله دوم و سوم به ترتیب صفات عرض برگ و طول دمبرگ وارد مدل شدند.

بوته در شرایط تنش خشکی در جمعیت‌های *Triticum boeoticum* مشاهده کردند.

از رگرسیون گام‌به‌گام به منظور تعیین متغیرهای مؤثر بر متغیر تابع در هر یک از شرایط تنش و نرمال استفاده شد (جداول 6 و 7)، به همین منظور عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در

جدول 5 همبستگی صفات مورد مطالعه در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی (آبیاری محدود)

	PH	LN	LL	LW	PL	SD	Ch	DF	DM	HD	YIELD	RWC
تنش خشکی												
LN	0/42											
LL	0/38	0/211										
LW	0/286	0/089	0/822									
PL	0/177	0/06	0/446	0/478								
SD	0/341	0/111	0/73	0/67	0/367							
Ch	0/129	0/058	0/001	0/056	0/138	0/129						
DF	0/177	0/101	0/101	0/015	0/071	0/103	0/197					
DM	0/036	0/019	-0/103	-0/063	0/058	-0/037	0/002	0/452				
HD	0/246	-0/247	0/577	0/536	0/347	0/613	0/163	-0/002	-0/031			
YIELD	0/212	-0/257	0/511	0/544	0/229	0/58	0/148	-0/087	-0/094	0/845		
RWC	0/155	0/095	0/072	0/116	0/019	0/153	0/106	-0/138	-0/074	0/08	0/223	
OIL	0/111	0/033	0/096	-0/001	-0/058	0/127	0/007	0/02	0/033	0/134	0/181	0/17
آبیاری نرمال												
LN	0/286											
LL	0/398	-0/02										
LW	0/368	-0/031	0/864									
PL	0/357	-0/073	0/539	0/572								
SD	0/268	0/059	0/647	0/689	0/451							
Ch	0/029	-0/113	0/019	0/078	0/061	0/141						
DF	0/212	0/083	0/175	0/073	0/264	0/141	0/369					
DM	0/208	0/127	0/191	0/052	0/073	0/043	-0/058	0/301				
HD	0/322	-0/104	0/573	0/625	0/471	0/587	0/145	0/277	0/134			
YIELD	0/382	-0/118	0/578	0/06	0/434	0/516	0/184	0/227	0/132	0/858		
RWC	-0/137	0/041	-0/155	-0/048	0/013	0/005	-0/043	-0/298	-0/081	-0/095	-0/076	
OIL	0/18	0/013	0/238	0/165	0/162	0/107	-0/064	0/006	0/026	0/156	0/16	0/013

LL: leaf length, LW: leaf width, PH: plant height, HD: head diameter, Ch: chlorophyll, RWC: relative water content, DF: day to flowering, DM: days to maturity, SD: stem diameter, Yield: grain yield per plant, PL: petiole length, LN: leaf number per plant. Correlation coefficients were significant at  $P = 0.05$  with a value  $\geq 0.19$ .

**جدول 6** رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط آبیاری نرمال

F	ضریب تبیین	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزئی	ضرایب رگرسیون استاندارد		متغیر اضافه شده به مدل
				b1	b2	
273/338**	0/733	0/736	0/736	0/858**	-39/533	HD
4/779*	0/743	0/748	0/012	0/118*	-53/494	PH

HD: head diameter, PH: plant height.

Durbin-Watson=1/819

**جدول 7** رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل در لاین‌های آفتابگردان روغنی در شرایط تنش خشکی (آبیاری محدود)

F	ضریب تبیین	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزئی	ضرایب رگرسیون استاندارد شده			متغیر اضافه شده به مدل
				b1	b2	B3	
245/197**	0/712	0/714	0/714	0/845**	-31/011	HD	
4/120*	0/720	0/726	0/012	0/128*	-35/895	LW	
4/966**	0/731	0/740	0/013	0/182**	-29/862	PL	

HD: head diameter, LW: leaf width, PL: petiole length.

Durbin-Watson=2/158

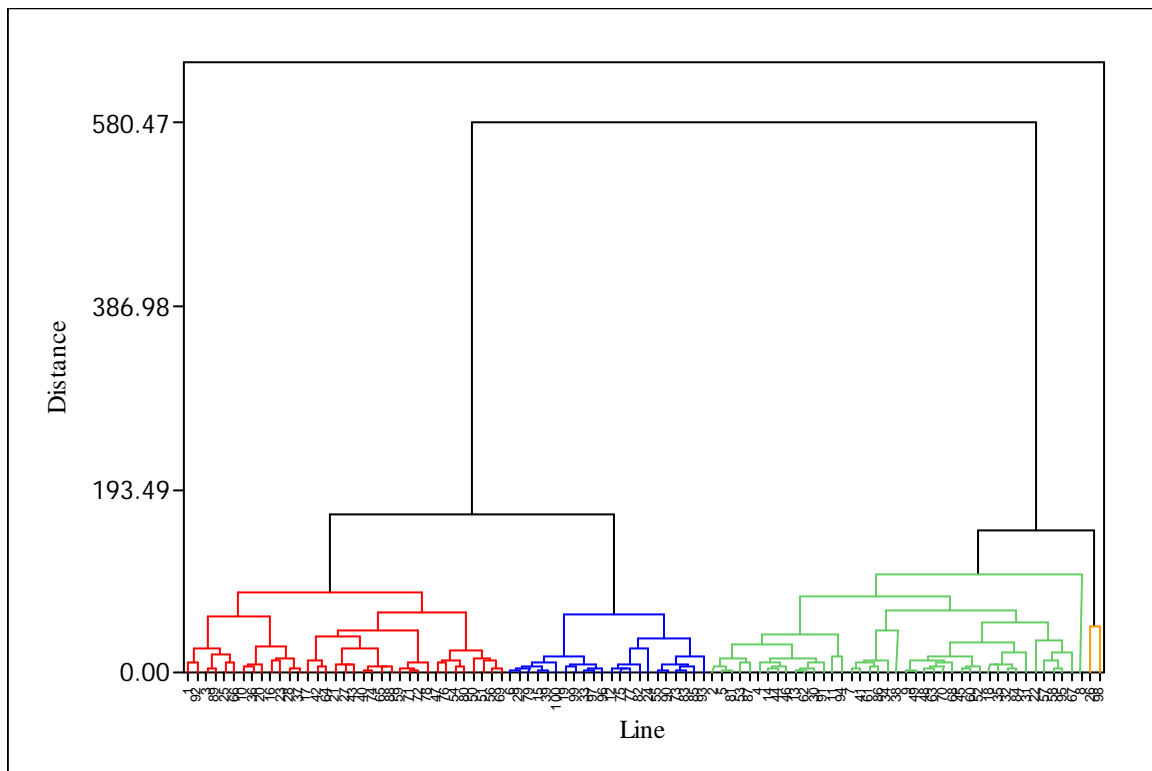
شرایط تنش در شکل‌های 2 و 3 آمده است. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، لاین‌های مورد مطالعه در هر 2 شرایط محیطی در 4 گروه قرار گرفتند، اما توزیع لاین‌ها در گروه‌ها بسته به شرایط متفاوت بود.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در هر یک از شرایط محیطی بر اساس پلات دو بعدی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز انجام گرفت (شکل‌های 4 و 5).

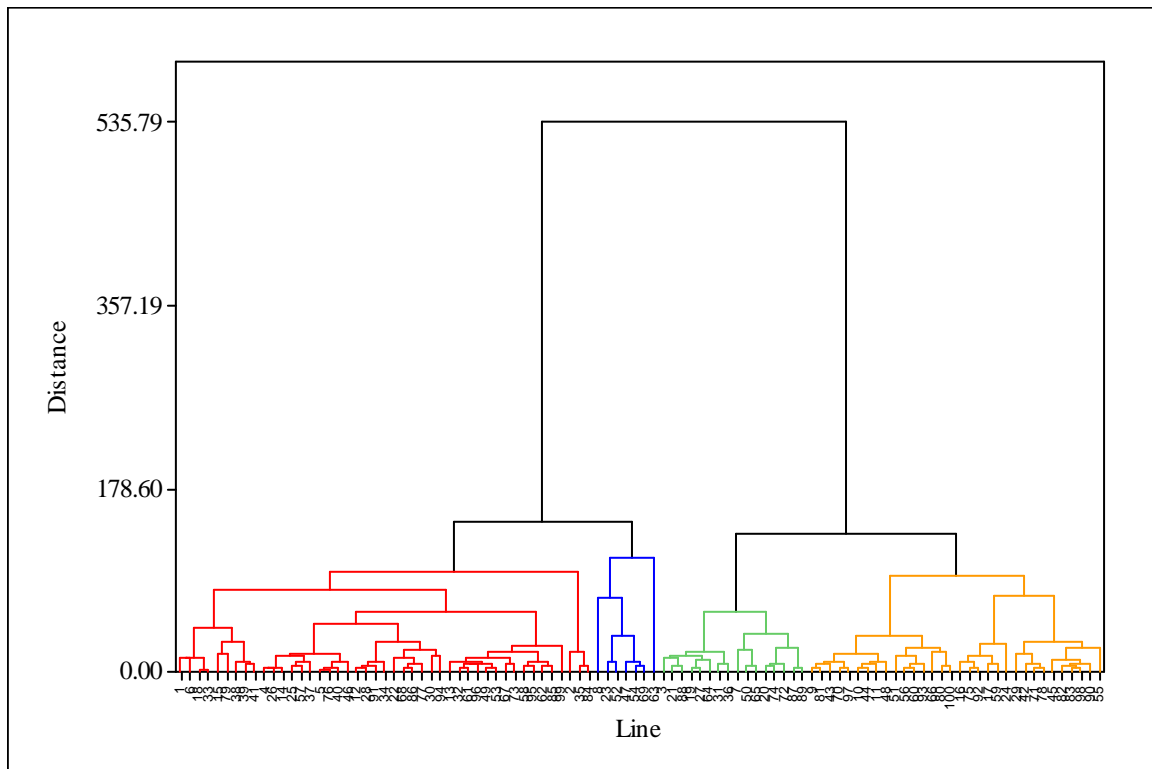
در هر یک از شرایط 4 گروه قابل تشخیص بود. مطلوبیت تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در بررسی تنوع موجود در ژرم پلاسما آفتابگردان آجیلی [42، 43] و روغنی [44] نشان داده شده است. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در بین لاین‌های آفتابگردان روغنی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف جهان تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای تحمل به خشکی وجود دارد. تنش خشکی باعث کاهش ارزش اکثر صفات مورد بررسی شد اما میزان کاهش بسته به صفت متفاوت بود.

در مجموع این سه صفت 73/9 درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را تبیین می‌نمایند (جدول 6). در شرایط نرمال دوباره قطر طبق نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که 73/6 درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین می‌نمود.

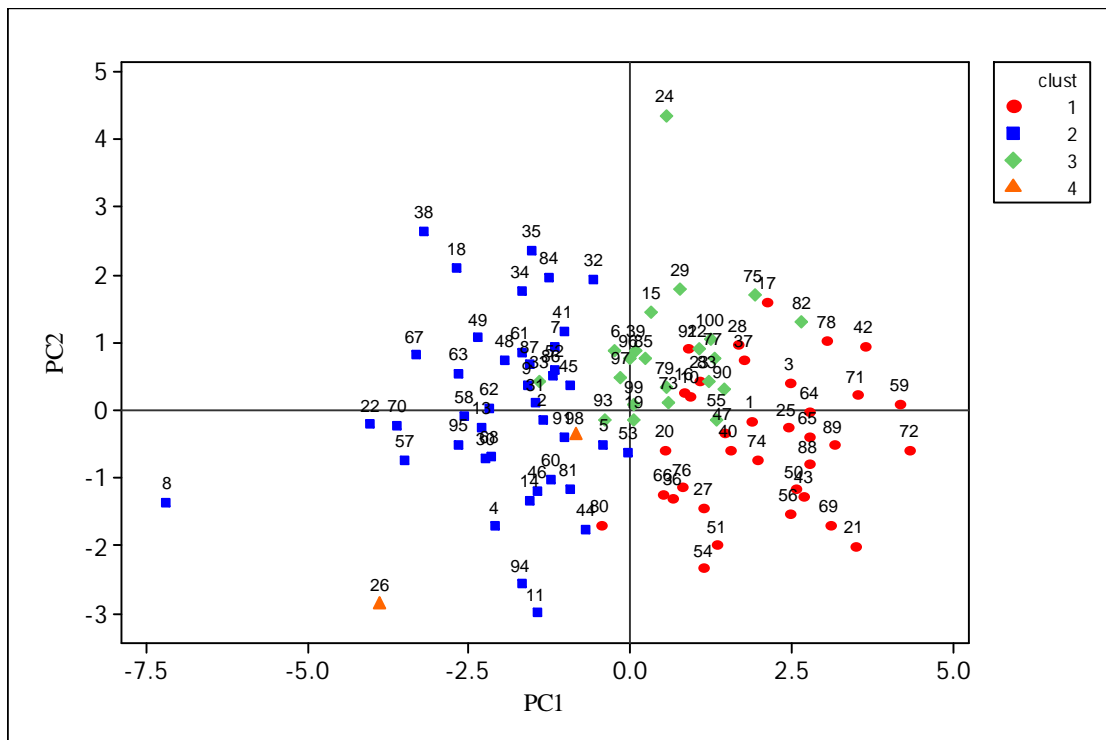
در مرحله دوم ارتفاع بوته مدل وارد شد. این دو صفت در مجموع 74/8 درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه می‌نمایند (جدول 7). نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نشان می‌دهد که صفت قطر طبق در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری نرمال وارد مدل شد؛ بنابراین انتخاب برای این صفت در هر دو شرایط به بهبود عملکرد کمک می‌کند. محققان برای انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از هم دور باشند که این امر می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره از قبیل تجزیه خوشه‌ای بدست آید. نتایج گروه بندی افراد بر اساس صفات مورد مطالعه در هر دو



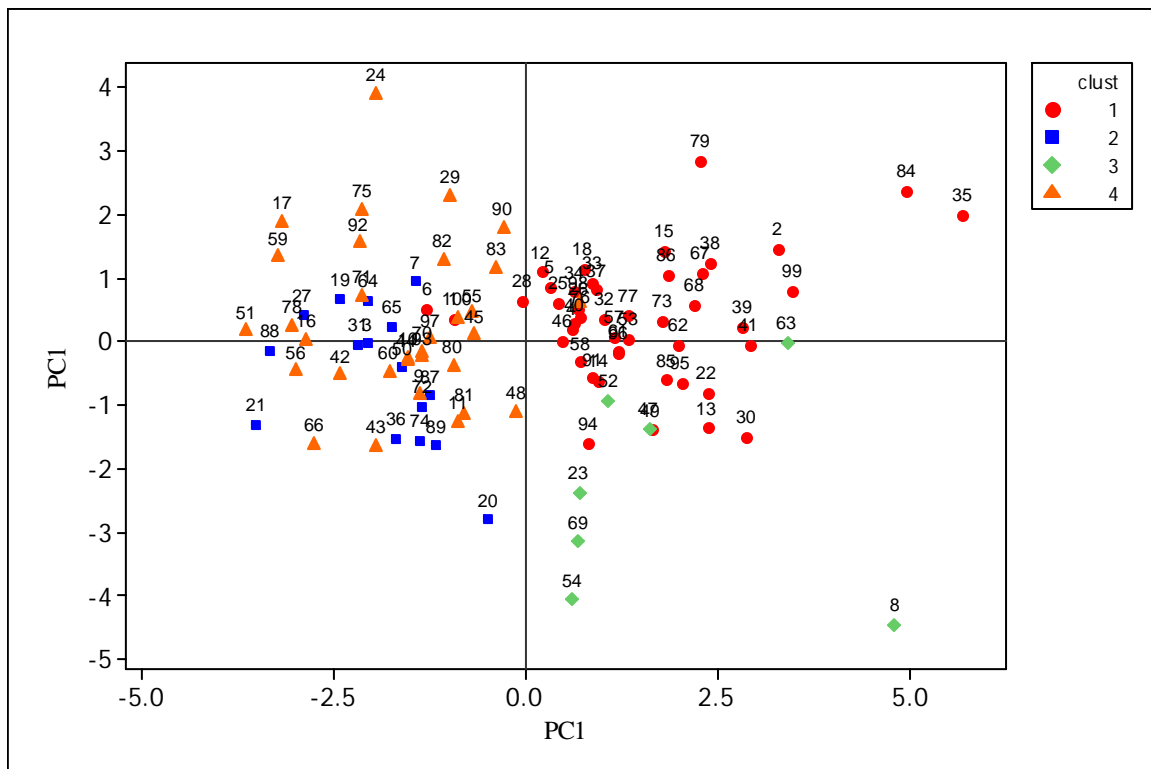
شکل 2 دندروگرام حاصل از گروه بندی لاین‌های آفتابگردان روغنی بر اساس صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال با استفاده از روش وارد



شکل 3 دندروگرام حاصل از گروه بندی لاین‌های آفتابگردان روغنی بر اساس صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی با استفاده از روش وارد



شکل 4 گروه‌بندی لاین‌های آفتابگردان روغنی براساس مؤلفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال



شکل 5 گروه‌بندی لاین‌های آفتابگردان روغنی براساس مؤلفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی

## 4- منابع

- stress. *Environmental and Experimental Botany*, 53: 205-214.
- [12] Unyayar S, Keles Y and Unal E (2004). Proline and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30: 34-47.
- [13] De Ponti O (2010). Germplasm exploitation and ownership: Who owns what? 2nd International Symposium on Genomics of Plant Genetic Resources. 24-27 April, Bologna, Italy. pp: 300.
- [14] Hajjar R and Hodgkin T (2007). The use of wild relatives in crop improvement A: survey of developments over the last 20 years. *Euphytica*, 156: 1-13.
- [15] Akbari GHA, Jabbari H, Daneshian J, Alahdadi I and Shahbazian N (2008). The effect of limited irrigation on seed physical characteristics in sunflower hybrids. *Journal of Crop Production and Processing*, 12: 513-523.
- [16] Pourtaghi A, Darvish F, Habibi D, Nourmohammadi G and Daneshian J (2011). Effect of irrigation water deficit on antioxidant activity and yield of some sunflower hybrids. *Australian Journal of Crop Science*, 5: 197-204.
- [17] Abdi N, Darvishzadeh R, Jafari M, Pirzad A and Haddadi P (2012). Genetic analysis and QTL mapping of agro-morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under two contrasting water treatment conditions. *Plant Omics*, 5(2): 149-158.
- [18] Shapiro SS and Wilk MB (1965). An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, 52: 591-599.
- [19] Holland JB (2006). Estimating Genotypic Correlations and Their Standard Errors Using Multivariate Restricted Maximum Likelihood Estimation with SAS Proc MIXED. *Crop Science*, 46: 642-654.
- [20] خزایی ع، مقدم م، نورمحمدی س. (1390). ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی جو پاییزه غرب ایران. مجله علوم زراعی ایران. 13(3): 671-683.
- [21] غفاری م، تورچی م، ولیزاده م. و شکبیا م. (1393). خصوصیات فیزیولوژیک پایدارکننده عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط آبیاری محدود. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. 24 (4): 97-108.
- [22] Ommen OE, Donnelly A, Vanhoutvin S, Van Oijen M and Manderscheid R (1999).
- [1] Nezami A, Khazaei HR, Boroumand Rezazadeh Z, Hosseini A (2008). Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus* L.) in controlled conditions. *Desert* 12: 99-104.
- [2] FAO (2013). Available online at: <http://faostat.fao.org/>.
- [3] Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M and Miller HL (2007). *Climate Change 2007. The physical science basis: Contribution of working group I to the fourth assessment report of the inter-governmental panel on climate change (IPCC)* Cambridge University Press.
- [4] Bert PF, Jouan L, Tourville de Labrouhe D, Serre F, Phillippon J, Nicholas P and Vear F (2003). Comparative genetic analysis of QTL involved in developmental and agronomic trait. *Theor. Appl. Genet.*, 107: 181-189.
- [5] Poormohammad Kiani S, Maury P, Nouri L, Ykhlef N, Grieu P and Sarrafi A (2009). QTL analysis of yield-related traits in sunflower under different water treatments. *Plant Breeding*, 128: 363-373.
- [6] Skoric D (2009). Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*, 32: 1-15.
- [7] Goksoy AT, Demir AO, Turan ZM and Dagustu N (2004). Responses of sunflower (*Heliantus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Res.*, 87: 167-178.
- [8] Fereres E, Gimenez C and Fernandez JM (1986). Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I. yield relationships. *Australian Journal of Agricultural Science*, 37: 573-582.
- [9] Hirasawa T, Wakabayashi K, Touya S and Ishihara K (1995). Stomatal responses to water deficits and abscisic acid in leaves of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) Grown under different conditions. *Plant and Cell Physiology*, 36: 955-964.
- [10] Hossain MI, Khatun A, Talukder MSA, Dewan MMR and Uddin MS (2010). Effect of drought on physiology and yield contributing characters of sunflower. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 35: 113-124.
- [11] Miyashita K, Tanakamaru S, Maitani T and Kimura K (2005). Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought

- index in several wheat genotypes. *Biaban*, 7: 31-47.
- [33] Mohammadi A, Majidi E, Bihamta MR and Heidari Sharilabad H (2006). Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics in some wheat cultivars. *Pajouhesh & Sazandegi*, 73: 184-192.
- [34] ناروئی‌راد م، الهدوم، قاسمی الف. و فنایی ح. (1388). بررسی تنوع ژنتیکی و توارث‌پذیری عمومی توده‌های محلی هندوانه سیستان. *مجله علوم باغبانی ایران*. 4: 95-103.
- [35] Stansfield WD (1991). *Theory and Problems in Genetics*. McGraw-Hill.
- [36] Heidari B (2010). Genetic variation and genetic gain from selection in bread wheat. *Electronic Journal of Crop Production*, 3(3): 239-246.
- [37] Boggini G, Tusa P and Pugna E (1995). Bread making quality of durum wheat genotypes with some novel glutenin subunit compositions. *Journal of Cereal Science*, 22: 103-133.
- [38] Afzalifar A, Zahravi M and Bihamta MR (2011). Evaluation of tolerant genotypes to drought stress in Karaj region. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 7: 25-44.
- [39] Nabovati S, Aghaee Sarbarzeh M, Choukan R, Glianavali F and Najafian G (2000). Genetic Variation in agronomic characteristics and grain quality traits of durum wheat genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*, 7: 31-47.
- [40] Calderini DE, Dreccer MF and Slafer GA (1995). Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. *Plant Breeding*, 114: 108-112.
- [41] مزینانی م، مقدم م، علوی کیا س، شکبیا م، مهرابی ع. ا. و پور ابوقدراره ع. (1391). مطالعه تنوع ژنتیکی جمعیت‌های *Triticum boeoticum* تحت شرایط عادی و تنش کم آبی. *تحقیقات غلات*. 1: 17-30.
- [42] Dong GJ, Liu GS and Li KF (2007). Studying genetic diversity in the core germplasm of confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) in China based on AFLP and morphological analysis. *Russian Journal of Genetics*, 43: 627-635.
- [43] Kholghi M, Bernousi I, Darvishzadeh R, Pirzad A and Hatami Maleki H (2011). Collection, evaluation and classification of Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO<sub>2</sub> concentrations and other environmental stresses within the 'ESPACE-wheat' project. *European Journal of Agronomy*, 10: 197-203.
- [23] Ahmadi A and Baker DA (2000). Stomatal and nonstomatal limitations of photosynthesis under water stress conditions in wheat plant. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 31: 813-825.
- [24] De Souza PI, Egli DB and Bruening WP (1997). Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agronomy Journal*, 89: 807-812.
- [25] Karam F, Lahoud R, Masaad R, Kabalan R, Breidi J, Chalita C and Roup Heal Y (2007). Evatrans piration seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agr. Water Manage.*, 90: 213-223.
- [26] Reddy GKM, Dangi KS, Kumar SS and Reddy AV (2003). Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower. *Journal of Oilseeds Research*, 20: 282-283.
- [27] Rauf S and Sadaqat HA (2007). Effects of varied water regimes on root length, dry matter partitioning and endogenous plant growth regulators in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Interactions*, 2: 41-51.
- [28] Sanchez-Bianco MJ, Rodriguez P, Olmos E, Morales MA and Torrecillas A (2004). Differences in the effects of simulated sea aerosol on water relations, mineral content and ultrastructure in *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants. *Journal of Environmental Quality*, 33: 1369-1375.
- [29] Earl HJ and Davis RF (2003). Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, 95: 688-696.
- [30] غفاری م. (1386). ارزیابی و انتخاب لاین‌های اینبرد آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش خشکی. *مجله نهال و بذر* 23 (4): 633-649.
- [31] Basilar MK, Akter K, Iftekharuddaula KM and Ali MS (2003). Genetics of leaf water potential and its relationship with drought avoidance components in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Biological Sciences*, 3: 760-765.
- [32] Nabipour AR, Yazdi-Samadi B, Zali AA and Poustini K (2000). Effects of morphologic, traits and their relation to stress susceptibility

[44] احمدی آوین ف. و نبی پورع. (1386). بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های امید بخش آفتابگردان به کمک صفات مورفولوژیکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

Iranian confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques. African Journal of Biotechnology, 10: 5444- 5451.