

گزینش مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد آفتابگردان در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش در منطقه بیرجند

محمد ضابط^{۱*}، علیرضا صمد زاده^۲، علی شورزودی^۳

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

۲. مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

۳. کارشناس، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۷

چکیده

به منظور بررسی عملکرد و اجزای آن و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد، هفت ژنوتیپ آفتابگردان تحت دو شرایط آبیاری نرمال و تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی هرکدام با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ کشت شدند. تیمارهای آزمایش عبارت از دو سطح نرمال و تنش بودند. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت از عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، قطر طبق، ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، تعداد برگ، قطر بالا و پایین ساقه، طول دمبرگ، فاصله طبق تا زمین و فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده نشان داد که صفات فاصله طبق تا زمین، قطر پایین ساقه، تعداد برگ، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هر دو شرایط اختلاف معنی‌داری را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد نظر از لحاظ کلیه صفات به استثنای طول برگ تفاوت معنی‌داری را با هم در هر دو محیط دارند و اثرات تنش بر روی صفات عملکرد، وزن هزار دانه و قطر طبق معنی‌دار است. در شرایط نرمال همبستگی عملکرد با صفات تعداد دانه در طبق، فاصله بالاترین نقطه ساقه از زمین، طول و عرض برگ، طول دمبرگ، قطر بالا و پایین ساقه، وزن هزار دانه و قطر طبق و در شرایط تنش همبستگی عملکرد تنها با تعداد دانه در طبق معنی‌دار شد. نتایج رگرسیون چندگانه نشان داد که تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، قطر طبق و طول دمبرگ تأثیرگذارترین صفات بر عملکرد در دو شرایط هستند. تجزیه علیت تعداد دانه در طبق را مؤثرترین صفت در عملکرد دانه نشان داد. تجزیه به عامل‌ها باعث شناسایی ۳ عامل (توجیه ۷۹/۳۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها) در شرایط نرمال و ۵ عامل (توجیه ۸۶/۸۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها) در شرایط تنش گردید. تجزیه خوشه‌ای ارقام را به ترتیب در دو و سه دسته در شرایط نرمال و تنش دسته تقسیم‌بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: ژنوتیپ، رگرسیون، مؤلفه، عامل

مقدمه

ایران نیاز است تا با مطالعات مختلف نسبت به اصلاح و تولید ارقام با عملکرد بالا اقدام شود (FAO, 2013). عملکرد دانه و مقدار روغن در آفتابگردان صفات مهم و بسیار پیچیده‌ای هستند که می‌توان آن را محصول نهایی صفات مرتبط باهم دانست که حساسیت زیادی به نوسانات محیطی دارند. وراثت‌پذیری این صفات آن قدر پایین است که تا به حال ژنی که به طور مستقیم روی آن اثر داشته باشد شناخته نشده و بهبود آن از طریق گزینش غیرمستقیم برای

آفتابگردان یک گیاه دانه‌روغنی با سازگاری وسیع با شرایط مختلف آب‌وهوایی است که رتبه چهارم را در بین گیاهان دانه روغنی به لحاظ سطح زیر کشت در دنیا دارد. سطح زیر کشت این گیاه در ایران ۶۸ هزار هکتار و در جهان ۲۶۰ میلیون و ۵۰۰ هزار هکتار است. متوسط عملکرد آن در ایران ۱/۱۷ تن بر هکتار و در دنیا ۱/۵۴ تن بر هکتار دانه است. با توجه به پایین بودن عملکرد این گیاه استراتژیک در

صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و در صد روغن به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین صفات در معادله نهایی نقش دارند (Zynalzade Tabrizi and Ghaffari, 2002). مطالعه غفاری و همکاران (Ghaffari, 2004) نشان می‌دهد که تعداد دانه‌های پر و وزن هزار دانه مهم‌ترین صفات بر روی عملکرد دانه و روغن هستند و اثر آن‌ها بسیار معنی‌دار است. از تجزیه علیت برای تجزیه همبستگی‌های ساده به اثرات مستقیم و غیرمستقیم می‌توان استفاده کرد (Burns, 1970). مطالعه مارینکوویچ (Marinkovic, 1992) نشان داد که بیشترین اثر مستقیم بروی عملکرد دانه از طریق وزن هزار دانه و بعدازآن از طریق تعداد دانه پر است. پورداد و امیری (Poordad and Amiri, 1998) در بررسی اثر صفات زراعی بر عملکرد دانه ارقام دیم آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که قطر ساقه، وزن هزار دانه، قطر طبق و تعداد دانه‌های پر در طبق دارای اثرات مستقیم بر عملکرد دانه و تعداد روز تا گلدهی و طول دوره پر شدن دانه دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد می‌باشند. در آزمایش آن‌ها وزن هزار دانه از اجزاء مهم عملکرد دانه محسوب شده و دارای اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه بود، اما به علت اثرات غیرمستقیم منفی که این صفت از طریق تعداد دانه‌های پر در طبق و سایر صفات روی عملکرد دانه اعمال می‌کند، در نهایت با عملکرد دانه همبستگی غیر معنی‌داری نشان داد.

تجزیه به عامل‌ها از طریق خلاصه نمودن متغیرهای همبسته اولیه به شکل مؤلفه‌هایی مستقل امکان گروه‌بندی افراد را در فضای دوبعدی و سه‌بعدی به وجود می‌آورد (Moghadam et al., 2009). احمدی آوین و همکاران (Ahmadi Avin et al., 2007) در بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های امیدبخش آفتابگردان به کمک نشانگرهای مرفولوژیکی و درصد روغن با استفاده از تجزیه به عامل‌ها توانستند ۴ عامل که مجموعاً ۷۳/۹۲ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کنند را استخراج کنند. در آزمایش ارشد و همکاران (Arshad et al., 2010) صفات پنج روز تا شروع گلدهی، تکمیل گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و مقدار روغن به عامل اول اختصاص یافت، درحالی‌که وزن ۱۰۰۰ دانه به عامل دوم اختصاص یافت. بر اساس نتایج آن‌ها PCA می‌تواند برای شناسایی بهترین هیبرید به کار رود. محققین دیگری نیز اقدام به تجزیه به عامل‌ها در آفتابگردان کرده و نتایج متفاوتی گرفته‌اند (Elizando,

یک یا چند صفت مؤثر در آن صورت می‌گیرد (Marinkovic, 1992).

همبستگی‌های مثبت بین صفات مفید مناسب است، در صورتی‌که در حالت همبستگی منفی گزینش صفات در اطراف میانگین امری اجباری است (Sadaras et al., 1993). در گزارش‌های به‌دست‌آمده همبستگی بین عملکرد دانه با صفاتی از قبیل قطر طبق (Zynalzade Tabrizi et al., 2005)، وزن هزار دانه (Machikowa and Saetang, 2008; Pathak, 1974; Zynalzade Tabrizi, 2006; Arshad et al., 2007)، تعداد روز تا گلدهی (Singh and Lebana, 2010)، تعداد روز تا رسیدگی (Machikowa and Saetang, 1990)، ارتفاع بوته (Machikowa and Saetang, 2008)، قطر ساقه، تعداد دانه در طبق و تعداد دانه پر در طبق (Arshad et al., 2010) مثبت بوده است. افزایش در هر یک از صفات فوق می‌تواند در بهبود عملکرد مؤثر باشد (Koocheki et al., 1993). همبستگی بین عملکرد دانه و محتوای روغن گاهی مثبت و معنی‌دار (Hladni et al., 2008) و گاهی منفی و معنی‌دار بوده است (Nabipoor et al., 2005).

در مرور منابع همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات کمی از قبیل ارتفاع بوته با وزن صد دانه (Hladni et al., 2008)، عملکرد روغن با سطح برگ (Hladni et al., 2008)، عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک (Zamani et al., 2002)، روز تا رسیدگی با ارتفاع بوته و قطر طبق (Arshad et al., 2010)، وزن هزار دانه و درصد مغز (Behradfar et al., 1992)، قطر طبق با وزن هزار دانه (Ceccony et al., 1987)، تعداد دانه در طبق با وزن هزار دانه (Wazin and Zamani, 2005)، قطر طبق با تعداد دانه پر در طبق، تعداد دانه در طبق و درصد روغن (Behradfar et al., 2009; Zynalzade Tabrizi et al., 2005) وجود دارد؛ لیکن در بعضی مواقع همبستگی منفی بین قطر طبق با سایر صفات نیز دیده‌شده است (Arshad et al., 2010).

یکی از روش‌های تعیین متغیرهای مهمی که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند، روش رگرسیون گام‌به‌گام است. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه رگرسیون در آفتابگردان نشان داده است در صورتی‌که عملکرد دانه صفت وابسته باشد صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه (Zamani et al., 2002) و در صورتی‌که عملکرد روغن متغیر وابسته باشد

شد (Valizade and Moghadam, 2012). برای بررسی ارتباط بین صفات، ضرایب همبستگی محاسبه و سپس تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام‌به‌گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان صفت وابسته و سایر صفات به‌عنوان مستقل انجام شد. روابط علت و معلولی عملکرد دانه با سایر صفات مؤثر بر آن با استفاده از تجزیه علیت تعیین گردید. تجزیه به عامل‌ها برای بررسی عامل‌های مؤثر و بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک و با چرخش وریمکس انجام شد. تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش حداقل واریانس وارد انجام شد. در انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SPSS V.20.0, Excel, MSTAT-C, Path و MINITAB استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مختلف آفتابگردان در آبیاری نرمال و تنش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۲) نشان داد که در شرایط نرمال ارقام مختلف از لحاظ طول و عرض برگ، طول دم‌برگ، قطر پایین ساقه، وزن هزار دانه و قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد و از لحاظ فاصله طبق تا زمین، تعداد برگ، عملکرد دانه و ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را داشتند. اختلاف بین ارقام برای صفت فاصله بالاترین نقطه ساقه از زمین و تعداد دانه در طبق معنی‌دار نبود. در شرایط تنش بین ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین، فاصله طبق تا زمین، تعداد برگ، در سطح احتمال ۱ درصد و قطر پایین ساقه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از لحاظ سایر صفات اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد.

تجزیه واریانس مرکب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در دو محیط نرمال و تنش (جدول ۳) نشان داد که ژنوتیپ‌های موردنظر از لحاظ کلیه صفات به‌استثنای طول برگ تفاوت معنی‌داری را با هم در دو محیط دارند. این نتیجه نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های مختلف در دو محیط نرمال و تنش با یکدیگر مختلف بوده و از لحاظ مقاومت به تنش اعمال‌شده نیز متفاوت بوده‌اند. اثر تنش یا محیط (محیط نرمال و تنش) در کلیه صفات به‌استثنای صفات عملکرد، وزن هزار دانه و قطر

1992; Mozaffari and Zeinali, 1997; Ghaffarii, 2004; Abdel-Gawad et al., 1987; Gomez and Elizondo-Barron, 1991).

هدف اصلی از تجزیه خوشه‌ای، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و یا جمعیت‌هایی است که بیشترین فاصله را با هم دارند تا با استفاده از آن‌ها بتوان در برنامه‌های تلاقی حداکثر تنوع ژنتیکی را تولید نمود. سوچاتا و همکاران (Sujata et al., 2002)، با ارزیابی تنوع ژنتیکی آفتابگردان، ۵۱ لاین را در هشت کلاستر طبقه‌بندی نمودند. زینلزاده و غفاری (Zeynalzadeh tabrizi and Ghaffari, 2002) تنوع بالای ژنتیکی بین ارقام آفتابگردان مشاهده کردند. مانیوانان و همکاران (Manivannan et al., 2003) نیز ۱۶ لاین نر و ماده آفتابگردان را در هشت کلاستر طبقه‌بندی کردند. پورداد (Poordad, 1996) گزارش کرد بین ارقام آفتابگردان از لحاظ صفات زراعی تنوع بالایی وجود دارد.

هدف از این مطالعه بررسی عملکرد و اجزای عملکرد، گزینش مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد آفتابگردان و معرفی بهترین ژنوتیپ در دو محیط نرمال و تنش و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آب و هوایی بیرجند بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش شامل شش ژنوتیپ فرخ، آذرگل، آرمایورسکی، آرنه، پروگرس و زاریا و لاین اصلاحی SHF8190 بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. آبیاری به دو صورت نرمال و تنش انجام گرفت. در آبیاری نرمال مطابق روال منطقه هر ده روز یک‌بار و در آبیاری تنش با شروع مرحله گلدهی آبیاری از روند هر ۱۰ روز یک‌بار به ۲۰ روز یک‌بار افزایش پیدا کرد و این شرایط تا زمان رسیدگی طبق و برداشت محصول ادامه یافت. صفات مورد ارزیابی عبارت از قطر طبق، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه، تعداد برگ، قطر بالا و پایین ساقه، طول دم‌برگ، طول و عرض برگ، فاصله طبق تا زمین و فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین بودند. در تجزیه آماری داده‌ها بعد از آزمون فرض‌های تجزیه واریانس تک متغیره، تجزیه واریانس ساده، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام

برگ و هم‌چنین پارامترهای مربوط به مورفولوژی ساقه تأثیر چندانی از تنش ندیده‌اند. اثر ژنوتیپ × محیط تنها برای وزن هزار دانه معنی‌دار شد. این نتیجه نشان می‌دهد که وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های مختلف در محیط‌های مختلف عکس‌العمل متفاوتی نشان می‌دهد.

طبق معنی‌دار نگردید؛ به عبارت دیگر شرایط نرمال و تنش فقط بر روی صفات عملکرد، وزن هزار دانه و قطر طبق تأثیرگذار بود. با توجه به نتیجه فوق می‌توان اظهار نمود که تنش اعمال شده در سطح مذکور تنها بر پارامترهای مربوط به عملکرد تأثیرگذار بوده و پارامترهای مربوط به مورفولوژی

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف در آفتابگردان

Table 3. Combined analysis of variance for different traits in sunflower

SOV	منبع تغییر	درجه آزادی	فاصله طبق تا زمین	فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	قطر بالای ساقه
		DF	Distance between ground and head	Distance between ground and the highest point of the stem	Leaf length	Leaf width	Petiol length	Top stem diameter
Environment	محیط	1	56.8 ^{ns}	121.9 ^{ns}	5.8 ^{ns}	0.1 ^{ns}	1.0 ^{ns}	4.9 ^{ns}
Error a	خطای نوع اول	4	684.6	455.4	6.9	5.5	8.3	18.1
Genotype	ژنوتیپ	6	1631.4*	1075.0**	28.2 ^{ns}	48.2**	36.6**	21.1**
Genotype×Environment	ژنوتیپ×محیط	6	679.7 ^{ns}	123.3 ^{ns}	23.4 ^{ns}	9.9 ^{ns}	10.4 ^{ns}	1.5 ^{ns}
Error b	خطای نوع دوم	24	502.5	128.8	19.7	6.4	6.6	4.8

Table 3. Continued

جدول ۳. ادامه

SOV	منبع تغییر	درجه آزادی	قطر پایین ساقه	تعداد برگ	عملکرد	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	قطر طبق
		DF	Bottom stem diameter	Leaf no.	Yield	Seed no. per head	1000-seed weight	Plant height	Head diameter
Environment	محیط	1	13.0 ^{ns}	1.2 ^{ns}	101575.3**	11204.3 ^{ns}	1184**	181.4 ^{ns}	35.0*
Error a	خطای نوع اول	4	17.0	15.7	6023.0	17561.3	2.4	596.0	7.2
Genotype	ژنوتیپ	6	53.3**	58**	36045.1*	80765.4*	528.9**	2262.4**	18.3**
Genotype×Environment	ژنوتیپ×محیط	6	3.7 ^{ns}	9.5 ^{ns}	27323.0 ^{ns}	29907.0 ^{ns}	89.4**	247.8 ^{ns}	6.4 ^{ns}
Error b	خطای نوع دوم	24	7.3	6.9	12563.2	30397.2	3.0	158.0	4.9

ژنوتیپ‌های برتر یعنی پروگرس و زاریا نداشت. پروگرس بالاترین مقدار را برای فاصله طبق تا زمین، تعداد برگ و ارتفاع بوته داشت که با ژنوتیپ‌های زاریا، آرمایرسکی، آذرگل و آرنا (به جز ارتفاع بوته) اختلاف معنی‌داری نشان نداد و دو ژنوتیپ فرخ و لاین SHF8190 کمترین مقدار را برای این صفات دارا بودند. پابلندترین ژنوتیپ‌ها پروگرس و زاریا (با در نظر گرفتن ارتفاع بوته و فاصله طبق تا زمین)

مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های مختلف (جدول ۴ و ۵) نشان داد که در شرایط نرمال ژنوتیپ آرمایرسکی بالاترین مقدار را از لحاظ عملکرد دانه، وزن هزار دانه، قطر طبق، طول و عرض برگ، طول دمبرگ و قطر پایین ساقه داشت؛ ضمن این‌که از لحاظ صفات ارتفاع، تعداد برگ و فاصله طبق تا زمین اختلاف معنی‌داری با

بلندترین نقطه ساقه از زمین، طول دمبرگ، طول و عرض برگ، قطر بالا و پایین ساقه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد مثبت و معنی-دار می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و قطر ساقه با عملکرد دانه در گزارش‌های پیشین ذکر شده است (Behradfar et al., Machikowa and Saetang, 2008). آلوارز و همکاران (Arshad et al., 2010; 2009). آلوارز و همکاران (Alvarez et al., 1992) همبستگی مثبتی را بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه و قطر طبق در شرایط آبیاری نرمال گزارش کردند. قطر طبق نیز رابطه مثبت و معنی‌داری را با صفات فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین، قطر بالا و پایین ساقه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه، عرض برگ و طول دمبرگ نشان داد. ارتفاع بوته نیز با همه صفات به جز قطر بالای ساقه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. همبستگی بین قطر طبق با تعداد دانه در طبق در بسیاری از گزارش‌ها مثبت بوده است (Behradfar et al., 2009; Zynalzade Tabrizi et al., 2005).

در شرایط تنش همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در طبق مثبت و معنی‌دار و همبستگی قطر طبق با هیچ صفتی معنی‌دار نگردید. همبستگی ارتفاع با فاصله بالاترین نقطه ساقه از زمین و فاصله طبق تا زمین؛ همبستگی تعداد برگ با ارتفاع، فاصله بالاترین نقطه ساقه از زمین و فاصله طبق تا زمین و همبستگی عرض برگ با طول برگ و طول دمبرگ نیز مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی منفی بین قطر طبق با سایر صفات توسط ارشد و همکاران (Arshad et al., 2010) گزارش شده است. همبستگی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق منفی و معنی‌دار بود که این نشان می‌دهد با افزایش تعداد دانه با توجه به کمبود آب در شرایط تنش از وزن هزار دانه کاسته شده است و این عامل باعث کاهش عملکرد نیز متقابلاً گردیده است که این با گزارش ارشد و همکاران مطابقت دارد (Arshad et al., 2010). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع با وزن هزار دانه (Hladni et al., 2008)، قطر طبق با وزن هزار دانه (Behradfar et al., 1987; Ceccony et al., 2009) و تعداد دانه در طبق با وزن هزار دانه (Wazin and Zamani, 2005) نیز گزارش شده است.

شناخته شدند؛ ضمن اینکه از عملکرد دانه قابل‌توجهی نیز برخوردار بودند. از لحاظ تعداد دانه در طبق آرنای بیشترین مقدار و پروگرس کمترین مقدار را داشت. آرنای از حیث این صفت تفاوت معنی‌داری را با سایر ژنوتیپ‌ها به‌استثنای پروگرس نشان نداد.

در شرایط تنش ژنوتیپ زاریا بالاترین عملکرد دانه را داشت و از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با لاین SHF8190 نداشت. ژنوتیپ پروگرس و زاریا برای صفات مربوط به ارتفاع (فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین، فاصله طبق از زمین و ارتفاع بوته) بیشترین مقدار را دارا بودند که می‌توان آن‌ها را به‌عنوان ارقام پابلند در مطالعه حاضر در نظر گرفت. بیشترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ آذرگل بود. از لحاظ تعداد برگ بهترین ارقام پروگرس و آرنای و بیشترین قطر پایین ساقه مربوط به آرمایورسکی می‌باشد. از لحاظ تعداد دانه در طبق ژنوتیپ آرنای بیشترین مقدار و آذرگل کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند، ضمن اینکه آرنای تفاوت معنی‌داری را با سایر ژنوتیپ‌ها به‌استثنای آذرگل نداشت. به‌طور کل با در نظر گرفتن صفات مربوط به عملکرد دانه (عملکرد دانه، وزن هزار دانه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق) و از لحاظ شاخص‌های مربوط به برگ (تعداد برگ، طول و عرض برگ و طول دمبرگ) در شرایط نرمال ژنوتیپ آرمایورسکی نسبت به سایر ارقام برتر بود؛ لیکن ژنوتیپ فرخ در شرایط نرمال کمترین عملکرد دانه را دارا بود. با در نظر گرفتن نتایج مربوط به هر دو محیط از لحاظ عملکرد دانه و صفات وابسته به آن ژنوتیپ آرمایورسکی و زاریا در هر دو محیط نسبتاً خوب عمل کرد و هم در شرایط تنش و هم غیر تنش عملکرد دانه قابل قبولی را تولید نمود. متقابلاً و به‌طور نسبی ژنوتیپ فرخ و پروگرس در هر دو محیط خوب عمل نکرد و لذا در هر دو شرایط قابل توصیه نیست. به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد از طریق وزن هزار دانه بیشتر از افزایش آن از طریق تعداد دانه در طبق بوده است که علت این امر پایین بودن عملکرد ژنوتیپ‌های با تعداد دانه در طبق بالا و عملکرد نه‌چندان بالای آن‌ها (مثل آرنای) است.

تجزیه همبستگی صفات مختلف در شرایط نرمال و تنش نتایج حاصل از تجزیه همبستگی (جداول ۶ و ۷) نشان داد که در شرایط نرمال همبستگی عملکرد دانه با فاصله

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان در شرایط نرمال.

Genotypes	فاصله بلندترین نقطه		ارتفاع بوته	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	تعداد برگ	Top diameter of the stem	Bottom diameter of the stem	عملکرد دانه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	قطر طبق
	Distance between ground and highest point of the stem	Distance between ground and head											
Farrokh	109 ^b	102 ^b	131 ^c	13.5 ^c	12.6 ^c	8.2 ^c	22.1 ^b	12.0 ^b	15.7 ^b	747 ^b	1075.2 ^{ab}	69.6 ^d	14.9 ^c
SHF8190	120 ^{ab}	101 ^b	147 ^{bc}	20.4 ^b	17.9 ^b	8.8 ^b	21.3 ^b	14.0 ^{ab}	20.3 ^{ab}	840 ^b	1031.4 ^{ab}	81.7 ^b	17.6 ^{bc}
Progress	154 ^{ab}	137 ^a	186 ^a	19.2 ^b	17.4 ^b	10.5 ^{bc}	29.9 ^a	15.2 ^{ab}	22.3 ^a	858 ^b	939.8 ^b	91.3 ^a	18.8 ^b
Zaria	145 ^{ab}	123 ^{ab}	183 ^a	21.6 ^{ab}	20.3 ^{ab}	14.0 ^{ab}	28.1 ^a	15.2 ^{ab}	23.1 ^a	866 ^b	1147.5 ^{ab}	75.5 ^c	19.2 ^b
Armaviresky	176 ^a	116 ^{ab}	169 ^{ab}	23.7 ^a	22.4 ^a	18.3 ^a	25.7 ^{ab}	17.4 ^a	25.0 ^a	1136 ^a	1217.9 ^{ab}	93.3 ^a	22.8 ^a
Azarogol	1298 ^{ab}	115 ^{ab}	165 ^{ab}	19.6 ^b	17.5 ^b	10.6 ^{bc}	24.5 ^{ab}	15.8 ^{ab}	23.2 ^a	837 ^b	979.0 ^{ab}	89.2 ^a	18.6 ^b
Arna	127 ^{ab}	120 ^{ab}	136 ^c	14.6 ^c	13.3 ^c	10.2 ^{bc}	26.5 ^{ab}	15.2 ^{ab}	23.4 ^a	835 ^b	1254.9 ^a	66.7 ^d	19.1 ^b

جدول ۵. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان در شرایط تنش

Genotypes	فاصله بلندترین نقطه		ارتفاع بوته	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرگ	تعداد برگ	Top diameter of the stem	Bottom diameter of the stem	عملکرد دانه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	قطر طبق
	Distance between ground and highest point of the stem	Distance between ground and head											
Farrokh	116 ^c	111 ^{cd}	138 ^b	22.4 ^a	15.3 ^{ab}	10.2 ^a	22.5 ^{bc}	10.8 ^a	15.4 ^c	755.5 ^{cd}	1175.5 ^{ab}	59.2 ¹	19.0 ^a
SHF8190	126 ^b	106 ^{cd}	151 ^b	21.1 ^a	20.0 ^a	11.0 ^a	22.2 ^c	13.9 ^{bc}	20.4 ^{bc}	868.2 ^{ab}	1255.4 ^{ab}	66.5 ^c	18.8 ^a
Progress	163 ^a	143 ^a	186 ^a	18.9 ^a	16.9 ^{ab}	10.3 ^a	29.9 ^a	15.8 ^a	21.6 ^{ab}	685.0 ^d	1023.9 ^{ab}	72.1 ^d	23.6 ^a
Zaria	150 ^a	136 ^{ab}	177 ^a	20.8 ^a	19.7 ^a	13.7 ^a	24.5 ^{bc}	13.3 ^{ab}	20.9 ^{ab}	911.7 ^a	1113.9 ^{ab}	76.2 ^b	18.5 ^a
Armaviresky	126 ^b	101 ^d	143 ^b	19.7 ^a	17.7 ^{ab}	12.6 ^b	27.8 ^{ab}	17.8 ^a	26.0 ^a	769.5 ^{bcd}	1005.2 ^{ab}	74.0 ^c	21.8 ^a
Azarogol	132 ^b	116 ^{cd}	148 ^b	20.8 ^a	19.8 ^a	11.0 ^a	22.9 ^{bc}	14.7 ^{ab}	21.0 ^{ab}	822.5 ^{abc}	937.7 ^b	85.6 ^a	22.5 ^a
Arna	129 ^b	125 ^{abc}	143 ^b	14.2 ^a	12.8 ^b	8.5 ^a	30.8 ^a	13.5 ^{ab}	18.9 ^{bc}	695.5 ^d	1363 ^a	59.6 ^f	21.4 ^a

جدول ۶. تجزیه همبستگی صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان در شرایط نرمال

Table 6. Correlation analysis for different traits in sunflower genotypes under normal conditions.

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
۱. فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	1. Distance between ground and highest point of the stem	1												
۲. فاصله طبق تا زمین	2. Distance between ground and head	0.45*	1											
۳. طول برگ	3. Leaf length	0.54*	0.11	1										
۴. عرض برگ	4. Leaf width	0.58**	0.06	0.98**	1									
۵. طول دم‌برگ	5. Petiole length	0.63**	0.15	0.61**	0.85**	1								
۶. قطر بالای ساقه	6. Top diameter of the stem	0.19	0.07	0.61**	0.60**	0.58**	1							
۷. قطر پایین ساقه	7. Bottom diameter of the stem	0.64**	0.31	0.68**	0.71**	0.66**	0.67**	1						
۸. تعداد برگ	8. Leaf number	0.20	0.68**	0.08	0.09	0.22	0.08	0.21	1					
۹. عملکرد دانه	9. Yield	0.45*	0.32	0.61**	0.61**	0.74**	0.54**	0.59**	0.26	1				
۱۰. وزن هزار دانه	10. 1000- Seed weight	0.42	0.17	0.69**	0.65**	0.45*	0.36	0.42	0.17	0.50*	1			
۱۱. ارتفاع بوته	11. Plant height	0.72**	0.61**	0.61**	0.61**	0.52**	0.17	0.60**	0.47*	0.37	0.55**	1		
۱۲. قطر طبق	12. Head diameter	0.47*	0.35	0.55**	0.59**	0.71**	0.44*	0.68**	0.41	0.88**	0.45*	0.43*	1	
۱۳. تعداد دانه در طبق	13. Seed number per head	0.12	0.23	0.02	0.05	0.37	0.27	0.30	0.13	0.62**	-0.4	-0.1	0.6**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد و ۱ در صد

جدول ۷. تجزیه همبستگی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های آفتابگردان در شرایط تنش

Table 7. Correlation analysis for different traits in sunflower genotypes under stress conditions.

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
۱. فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	1. Distance between ground and highest point of the stem	1												
۲. فاصله طبق تا زمین	2. Distance between ground and head	0.87**	1											
۳. طول برگ	3. Leaf length	-0.02	-0.20	1										
۴. عرض برگ	4. Leaf width	0.14	-0.20	0.56**	1									
۵. طول دم‌برگ	5. Petiole length	0.09	-0.13	0.18	0.68**	1								
۶. قطر بالای ساقه	6. Top diameter of the stem	0.23	-0.02	0.03	0.43	0.28	1							
۷. قطر پایین ساقه	7. Bottom diameter of the stem	0.26	-0.08	0.13	0.55**	0.48*	0.88**	1						
۸. تعداد برگ	8. Leaf number	0.49*	0.51*	-0.30	-0.28	-0.04	0.47*	0.41	1					
۹. عملکرد دانه	9. Yield	0.27	0.13	0.11	0.21	0.11	0.08	0.15	-0.02	1				
۱۰. وزن هزار دانه	10. 1000- Seed weight	0.35	0.11	0.13	0.51*	0.33	0.34	0.44*	-0.16	0.10	1			
۱۱. ارتفاع بوته	11. Plant height	0.88**	0.75**	0.02	0.32	0.40	0.27	0.33	0.42	0.10	0.29	1		
۱۲. قطر طبق	12. Head diameter	0.18	0.06	0.11	-0.05	-0.2	0.07	0.14	0.28	0.10	0.23	-0.1	1	
۱۳. تعداد دانه در طبق	13. Seed number per head	-0/05	0.02	-0.02	-0.21	-0.37	-0.17	-0.2	-0.10	0.73**	-0.6**	-0.16	-0.03	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ در صد و ۱ در صد

می‌کند، در اینجا نیز این صفات بر سایر صفات در ارزیابی عملکرد دانه برتری داشت. در مطالعه‌های زینل‌زاده تبریزی و غفاری (Zeynalzadeh Tabrizi and Ghaffari, 2002)، غفاری (Ghaffari, 2004)، زمانی و همکاران (Zamani et al., 2002) بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در معادله نهایی تعداد دانه در طبق، تعداد دانه پر در طبق و وزن هزار دانه تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشتند.

تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط نرمال و تنش
 نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام (جداول ۸ و ۹) نشان داد که در شرایط نرمال صفت قطر طبق تنها متغیر وارد شده به مدل بود که ۷۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. همبستگی مثبت و بالای بین عملکرد دانه و قطر طبق (۸۸ درصد) می‌تواند علت این امر باشد. در شرایط تنش سه صفت وارد مدل گردید. در اینجا صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و طول دم‌برگ وارد مدل شدند. مطابق با اکثر گزارش‌های به‌دست‌آمده که نقش بیشتر تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه را گوشزد

جدول ۸. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه (صفت وابسته) و سایر صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 8. Stepwise regression analysis for yield (dependent trait) and other traits in sunflower under normal conditions.

صفات وارد شده به مدل traits	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	خطای استاندارد Std.Error	ضریب تبیین R ²	t	Prob
Head diameter قطر طبق	45.03	5.5	0.78	8.2	0.00
Constant عرض از مبدأ	37.01	103.9	--	0.36	0.73

جدول ۹. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه (صفت وابسته) و سایر صفات مورد مطالعه در شرایط تنش در ژنوتیپ‌های آفتابگردان

Table 9. Stepwise regression analysis for yield (dependent trait) and other traits in sunflower under stress conditions

صفات وارد شده به مدل traits	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	خطای استاندارد Std.Error	ضریب تبیین R ²	t	Prob
Seed number per head تعداد دانه در طبق	0.64	0.02	0.51	32.3	.000
1000- seed weight وزن هزار دانه	10.02	0.46	0.97	21.5	.000
Petiole length طول دم‌برگ	3.24	1.35	0.98	2.4	.028
Constant عرض از مبدأ	-682.7	50.92	-	-13.4	.000

(۰/۷۲-) به خود اختصاص داد. بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت را صفت قطر پایین ساقه از طریق قطر طبق (۵/۶۹)، طول دم‌برگ از طریق قطر طبق (۵/۹۴) و پس‌از آن طول برگ از طریق وزن هزار دانه (۵/۴۸) به خود اختصاص دادند. بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی را تعداد دانه در طبق از طریق قطر طبق (۵/۰۲-)، طول برگ از طریق قطر طبق (۴/۶-) و سپس وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در طبق

تجزیه علیت در شرایط نرمال و تنش
 نتایج حاصل از تجزیه علیت (جداول ۱۰ و ۱۱) نشان داد که در شرایط نرمال بیشترین اثر مستقیم مثبت را به ترتیب تعداد دانه در طبق (۸/۴۴)، قطر طبق (۸/۳۷) و پس‌از آن وزن هزار دانه (۷/۹۵) بر عملکرد دانه داشتند. بیشترین اثر مستقیم منفی را به ترتیب قطر بالای ساقه (۳/۴۳-)، فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین (۲/۲-) و پس‌از آن عرض برگ

بقیه صفات است. نکته قابل توجه این است که اثرات غیرمستقیم تمامی صفات از طریق قطر پایین ساقه نسبتاً بالا و همگی مثبت می‌باشد. بنابراین قطر پایین ساقه نیز از صفات مهم مؤثر بر عملکرد دانه است. در شرایط تنش نیز بیشترین اثر مستقیم مثبت را تعداد دانه در طبق را به خود اختصاص داد و پس از آن طول دمبرگ نیز دارای اثر مستقیم مثبت اندکی بر عملکرد بود. اثرات مستقیم وزن هزار دانه و اثرات غیرمستقیمی که سایر صفات از طریق وزن هزار دانه بر عملکرد داشتند همگی منفی بود. بنابراین در شرایط تنش وزن هزار دانه از عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محسوب می‌شود.

(۳/۳۸-) به خود اختصاص دادند. آنچه مسلم است این است که اثرات غیرمستقیم تعداد دانه در طبق از طریق وزن هزار دانه و متقابلاً وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در طبق منفی می‌باشد؛ این امر نشان می‌دهد که با بالا رفتن تعداد دانه در طبق وزن هزار دانه کاهش داشته است که منطقی و معقول به نظر می‌رسد. صفاتی مانند طول برگ، طول دمبرگ و قطر پایین ساقه نیز دارای اثرات مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه بودند؛ لیکن در حد بالایی نبود. با نگاهی کلی به جدول ملاحظه می‌شود که اکثر صفات اثرات غیرمستقیم بالایی را از طریق سه صفت تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و قطر طبق داشته‌اند و این نشان می‌دهد که در تعیین عملکرد دانه این سه صفت مؤثرتر از

جدول ۱۰. تجزیه علیت برای عملکرد دانه بر اساس همبستگی صفات مختلف آفتابگردان در محیط نرمال

Table 10. Path analysis for yield on correlation between traits of sunflower under normal conditions

Traits	فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین Distance between ground and highest point of the stem	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دمبرگ Petiole length	قطر بالای ساقه Top diameter of the stem	قطر پایین ساقه Bottom diameter of the stem	وزن هزار دانه 1000-seed weight	قطر طبق Head diameter	تعداد دانه در طبق seed number per head	مجموع در طبق Total
فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	-2.2	0.15	-0.42	0.97	-0.65	2.19	3.34	-3.93	1.01	0.45
طول برگ	-1.19	0.28	-0.71	0.94	-2.09	2.33	5.48	-4.6	0.17	0.61
عرض برگ	-1.29	0.28	-0.72	1.31	-2.06	2.43	5.17	-4.94	0.42	0.61
طول دمبرگ	-1.39	0.17	-0.61	1.55	-1.99	2.26	3.57	-5.94	3.12	0.74
قطر بالای ساقه	-0.42	0.17	-0.43	0.90	-3.43	2.29	2.86	-3.68	2.28	0.54
قطر پایین ساقه	-1.42	0.19	-0.51	1.02	-2.3	3.42	3.34	-5.69	2.53	0.59
وزن هزار دانه	-0.93	0.19	-0.47	0.69	-1.23	1.44	7.95	-3.77	-3.38	0.50
قطر طبق	-1.04	0.15	-0.42	1.1	-1.51	2.33	3.58	-8.37	5.07	0.88
تعداد دانه در طبق	-0.27	0.00	-0.04	0.57	-0.93	1.03	-3.18	-5.02	8.44	0.62

$$R = \sqrt{1 - (P_{1Y}r_{1Y} + \dots + P_{7Y}r_{7Y})} = 0.94$$

= اثرات باقیمانده

جدول ۱۱. تجزیه علیت برای عملکرد دانه بر اساس همبستگی صفات مختلف آفتابگردان در محیط تنش

Table 11. Path analysis for yield on correlation between traits of sunflower under stress conditions.

Traits	صفات	تعداد دانه در طبق seed number per head	وزن هزار دانه 1000- seed weight	طول دمبرگ petiole length	مجموع Total
Seed number per head	تعداد دانه در طبق	1.33	-0.47	-0.13	0.73
1000- seed weight	وزن هزار دانه	0.78	-0.79	0.11	0.10
Petiole length	طول دمبرگ	0.34	-0.49	0.26	0.11

$$R = \sqrt{1 - (p_{1Y}r_{1Y} + \dots + p_{7Y}r_{7Y})} = 0.29$$

= اثرات باقیمانده

بنابراین عامل مذکور عامل خاص عملکرد نامیده شد. انتخاب بر اساس این عامل می‌تواند به انتخاب ارقام با طبق بزرگ‌تر، تعداد دانه و عملکرد بیشتر منجر گردد. عامل سوم با توجه ۱۹/۱۰ درصد از تغییرات با فاصله طبق تا زمین، ارتفاع بوته و تعداد برگ در ارتباط بود؛ لذا عامل ارتفاع بوته نامیده شد. انتخاب بر اساس این عامل می‌تواند ارقام پابلند را گزینش نماید. به‌طور کل برای افزایش عملکرد در شرایط نرمال بایستی به عامل خاص عملکرد توجه نمود.

در شرایط تنش پنج عامل شناسایی شدند که در مجموع ۸۶/۸۸ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. عامل اول ۲۲/۹۴ درصد از تغییرات را توجیه نمود و دارای ضرایب عملی مثبت و معنی‌دار برای فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین، فاصله طبق تا زمین و ارتفاع بوته بود؛ لذا عامل خاص ارتفاع بوته نامیده شد. انتخاب ارقام بر اساس عامل اول می‌تواند منجر به ایجاد ارقام با ارتفاع بوته بیشتر و ارقام پابلند در شرایط تنش گردد. عامل دوم با توجه ۲۰/۰۷ درصد از تغییرات و ضرایب عملی مثبت برای قطر بالا و پایین ساقه، عامل قطر ساقه نام‌گذاری شد. بنابراین انتخاب بر اساس عامل مذکور می‌تواند ساقه‌های قطورتر را گزینش نماید. عامل سوم ۱۸/۶۰ درصد از تغییرات را توجیه نمود و با ضرایب عملی مثبت با صفات طول و عرض برگ، طول دمبرگ و وزن هزار دانه و با ضریب منفی با صفت تعداد برگ در ارتباط بود؛ با توجه به اینکه این عامل بیشتر با صفات مربوط به برگ در ارتباط بود لذا عامل خاص برگ نام‌گذاری شد. انتخاب بر اساس این عامل می‌تواند منجر به ایجاد ارقام با تعداد برگ کمتر و بزرگ‌تر گردد. چنانچه گزینش در جهت عکس صورت گیرد منجر به تعداد برگ بیشتر با اندازه کوچک‌تر خواهد شد. عامل چهارم ۱۵/۰۳ در

به‌طور کل از تجزیه علیت نتیجه می‌شود که صفت تعداد دانه در طبق بهترین صفت در مطالعه عملکرد دانه است و پس از آن وزن هزار دانه و قطر طبق نیز دارای اهمیت بالایی می‌باشند. مطالعه مارینکوویچ (Marinkovic, 1992) نشان‌دهنده نقش مؤثرتر وزن هزار دانه و تعداد دانه پر است. نتایج این مطالعه با نتایج پورداد و امیری (Poordad and Amiri, 1998) که در مطالعه خود به اثرات مثبت و مستقیم قطر ساقه، وزن هزار دانه، قطر طبق و تعداد دانه-های پر در طبق اشاره نموده‌اند نیز شباهت دارد. ویسیک (Visic, 1998) نیز با استفاده از تجزیه علیت اثر مثبت و مستقیم ارتفاع بوته، قطر طبق و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی را بر عملکرد دانه آفتابگردان تحت شرایط آبیاری نرمال گزارش کرد. در تحقیقات زینلزاده و غفاری (Zeynalzadeh tabrizi and Ghaffari, 2002) نیز نقش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه پررنگ‌تر بوده است.

تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال و تنش

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها (جدول ۱۲ و ۱۳)، در محیط نرمال سه عامل و در مجموع ۷۹/۳۷ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. عامل اول با توجه ۳۹/۱۲ درصد از تغییرات شامل ضرایب عملی مثبت و معنی‌دار برای قطر بالا و پایین ساقه، فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین، طول و عرض برگ، طول دمبرگ و وزن هزار دانه بود؛ لذا عامل صفات مرفولوژیکی و کمی یا عامل بیومس نامیده شد. انتخاب ارقام بر اساس عامل اول می‌تواند منجر به ایجاد ارقام با بیومس بالاتر گردد. عامل دوم با توجه ۲۱/۱۵ درصد از تغییرات، دارای ضرایب عملی مثبت برای قطر طبق، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه بود؛

است. به‌عنوان مثال در مطالعات نبی پور و همکاران (Nabipour et al, 2005) ۶ عامل ۸۵ درصد کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. مظفری و زینالی (Mozaffari and Zeinali, 1997) در مطالعه خود در رابطه با تجزیه به عامل‌ها در شرایط آبیاری نرمال هشت عامل را گزارش کردند که در مجموع ۵۷/۳ درصد از تغییرات کل را تبیین نمودند. نامبردگان در شرایط تنش هفت عامل را گزارش کردند که در مجموع ۸۹/۶ درصد تغییرات کل را تبیین کردند. آساوا (Asawa, 1997) نیز گزارش نمود که در تجزیه به عامل‌های صفات آفتابگردان تحت شرایط نرمال عامل اول با توجیه ۵۶/۳ درصد از واریانس دارای ضرایب عاملی معنی‌دار برای قطر طبق و ساقه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا تشکیل طبق و عملکرد دانه بود؛ همچنین درصد روغن به‌تنهایی با ضریب عاملی معنی‌دار یک عامل به خود اختصاص داده بود. بارون (Barron, 1991) در تجزیه به عامل‌های صفات آفتابگردان در شرایط تنش آبی عامل اول را عملکرد دانه، عامل دوم را شاخص برداشت و عامل سوم را خصوصیات فنولوژی فرار از خشکی نامید که مجموعاً ۷۰/۱۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را تبیین می‌کردند. آنچه مبرهن است این می‌باشد که به‌طور کل تحت هر دو شرایط معمولاً صفات مربوط به عملکرد دانه (عملکرد دانه تعداد دانه در طبق) در یک عامل جای گرفته است.

صد از تغییرات را توجیه نمود. این عامل با عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق به‌طور مثبت در ارتباط بود و لذا عامل خاص عملکرد نام‌گذاری شد. انتخاب بر اساس این عامل منجر به ارقام با عملکرد دانه بالا خواهد گردید. عامل پنجم ۱۰/۲۳ در صد از تغییرات را توجیه نمود. این عامل منحصرأً با قطر طبق به‌طور مثبت در ارتباط بود و لذا عامل خاص طبق نام‌گذاری شد. انتخاب بر اساس این عامل منجر به ارقام با طبق بزرگ‌تر خواهد گردید. به‌طور کل در شرایط تنش گزینش بایستی بر اساس عامل چهارم صورت پذیرد و به تعداد دانه در طبق توجه بیشتری نسبت به سایر صفات گردد.

مبرهن است که در شرایط نرمال و تنش عامل خاص عملکرد و صفات همبسته از اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل برخوردار است و بر اساس آن می‌توان به انتخاب ژنوتیپ برتر دست زد. در مطالعه مظفری و زینالی (Mozaffari and Zeinali, 1997) عامل سوم که در شرایط تنش شناسایی شد دربرگیرنده صفات عملکرد دانه و قطر طبق بود. نکته قابل‌توجه دیگر این است که در شرایط نرمال و تنش اکثر عامل‌ها نسبتاً مشابه هم است و عوامل ۴ و ۵ به‌دست‌آمده در شرایط تنش به یک عامل (عامل ۲) در شرایط نرمال تبدیل شده است. در اکثر مطالعات انجام‌شده تعداد عامل مشخص و ثابتی به دست نیامده است و البته این عامل‌ها همیشه با یک سری صفات خاص همراه نبوده

جدول ۱۲. تجزیه به عامل‌های صفات مختلف در شرایط نرمال

Table 12-Factor analysis for traits in normal conditions.

traits	صفات	عامل اول Factor 1	عامل دوم Factor 2	عامل سوم Factor 3
Distance between ground and highest point of the stem	فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	0.61	0.11	0.48
Distance between ground and head	فاصله طبق تا زمین	0.03	0.15	0.91
Leaf length	طول برگ	0.94	0.17	0.03
Leaf width	عرض برگ	0.94	0.21	0.02
Petiole length	طول دم‌برگ	0.74	0.51	0.12
Top diameter of the stem	قطر بالای ساقه	0.58	0.48	-0.15
Bottom diameter of the stem	قطر پایین ساقه	0.69	0.43	0.24
Leaf number	تعداد برگ	0.01	0.14	0.82
Yield	عملکرد دانه	0.52	0.73	0.21
1000- Seed weight	وزن هزار دانه	0.81	-0.18	0.18
Plant height	ارتفاع بوته	0.63	-0.07	0.68
Head diameter	قطر طبق	0.48	0.69	0.33
Seed number per head	تعداد دانه در طبق	-0.18	0.95	0.09

جدول ۱۳. تجزیه به عامل‌های صفات مختلف در شرایط تنش

Table 13. Factor analysis for traits in stress conditions.

traits	صفات	عامل اول Factor 1	عامل دوم Factor 2	عامل سوم Factor 3	عامل چهارم Factor 4	عامل پنجم Factor 5
Distance between ground and highest point of the stem	فاصله بلندترین نقطه ساقه از زمین	0.96	0.16	0.06	0.07	0.14
Distance between ground and head	فاصله طبق تا زمین	0.94	-0.12	-0.23	0.04	0.08
Leaf length	طول برگ	-0.09	-0.02	0.71	0.13	0.09
Leaf width	عرض برگ	0.05	0.42	0.85	-0.01	-0.19
Petiole length	طول دم‌برگ	0.11	0.43	0.48	-0.30	-0.46
Top diameter of the stem	قطر بالای ساقه	0.07	0.93	0.05	-0.03	0.05
Bottom diameter of the stem	قطر پایین ساقه	0.09	0.94	0.23	-0.03	0.06
Leaf number	تعداد برگ	0.44	0.55	-0.59	0.08	0.18
Yield	عملکرد دانه	0.19	0.08	0.28	0.85	0.13
1000- Seed weight	وزن هزار دانه	0.28	0.24	0.59	-0.41	0.33
Plant height	ارتفاع بوته	0.91	0.24	0.14	-0.07	-0.22
Head diameter	قطر طبق	0.04	0.11	0.03	0.00	0.91
Seed number per head	تعداد دانه در طبق	-0.07	-0.11	-0.19	0.96	-0.06

تجزیه خوشه‌ای در شرایط نرمال و تنش

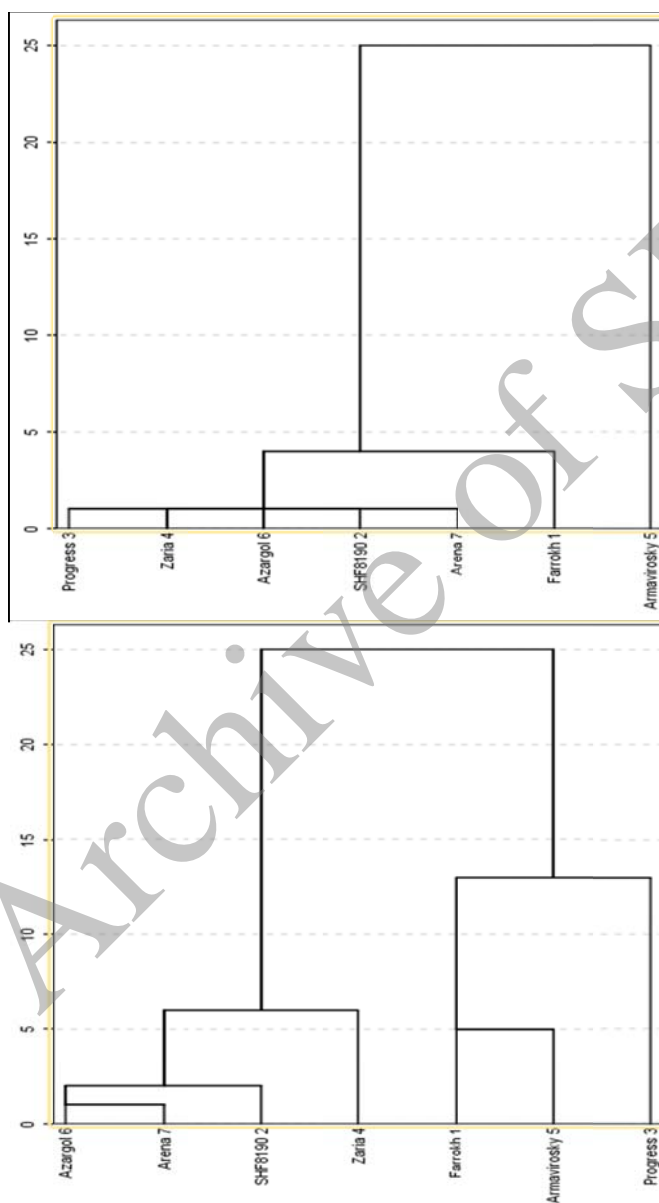
دندروگرام به‌دست‌آمده از تجزیه‌ای خوشه‌ای (شکل ۱) نشان داد که در شرایط نرمال ارقام در دو خوشه گروه‌بندی می‌شوند. در خوشه اول ژنوتیپ آرماویرسکی و در خوشه دوم ارقام زاریا، پروگرس، آذرگل، آرنا، فرخ و لاین SHF8190 قرار گرفت. ژنوتیپ آرماویرسکی در کلیه صفات دارای انحراف مثبت قابل توجهی از میانگین کل بود و از این لحاظ می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپ برتر در نظر گرفته شود. در شرایط تنش ارقام در سه خوشه گروه‌بندی شدند. به خوشه اول ژنوتیپ پروگرس، به خوشه دوم ارقام فرخ و آرماویرسکی و به خوشه سوم ارقام آرنا، آذرگل، زاریا و لاین SHF8190 منتسب گردیدند. با در نظر گرفتن عملکرد دانه و صفات وابسته به آن؛ ارقام قرارگرفته در خوشه سوم برتر از خوشه دوم و خوشه دوم بهتر از خوشه اول بودند. چنانچه هدف ایجاد تنوع باشد بهتر است که تلاقی بین ارقام خوشه اول با سوم صورت گیرد. به‌طور کل ملاحظه می‌شود که در شرایط نرمال و تنش تنوع به‌اندازه کافی وجود دارد. چنین تنوع بالایی قبلاً نیز در ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در آفتابگردان گزارش شده است (Manivannan et al., 2003; Zeynalzadeh tabrizi and Ghaffari, 2002; poordad, 1996).

نتیجه‌گیری کلی

اختلاف بین ارقام در صفات مختلف در دو شرایط آبیاری متفاوت بود. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی، رگرسیون چندگانه و علیت در شرایط آبیاری نرمال نشان دادند که صفات قطر طبق، قطر بالا و پایین ساقه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و طول برگ صفات مهم و تأثیرگذاری بر عملکرد دانه می‌باشند. قطر ساقه بیشتر، ارتفاع زیاد و سطح برگ مناسب و معقول، امکان تشکیل بیومس در گیاه را تا زمان گلدهی به وجود می‌آورند؛ لذا انتقال سریع‌تر و مؤثرتر مواد فتوسنتزی از اندام‌ها به دانه در حال تشکیل ممکن شده و عملکرد دانه بیشتری حاصل می‌شود (Mozaffari and Zeinali, 1997). از طرفی افزایش در هریک از صفات فوق به‌خصوص قطر طبق می‌تواند در حصول عملکرد دانه بیشتر مؤثر باشد (Koocheki et al., 1993). تجزیه به عامل‌ها نیز با ایجاد سه و پنج عامل توانست غربال مناسبی را برای گزینش این ارقام در شرایط آبیاری نرمال و تنش ایجاد کند. بنابراین ۱۳ صفت فوق به‌صورت سه یا پنج عامل خلاصه‌شده است و بر اساس این عوامل می‌توان بهتر نتیجه‌گیری نمود. در هر دو شرایط بهتر است که به عامل خاص عملکرد توجه بیشتری نسبت به سایر عامل‌ها شود. تجزیه خوشه‌ای ارقام را در محیط نرمال در دو گروه و در

ایجاد ارقام با عملکرد دانه بالاتر به‌خصوص تحت شرایط خشکی در منطقه بیرجند کمک گرفت.

شرایط تنش در سه گروه منتسب نمود. ایجاد هفت ژنوتیپ در دو یا سه گروه نشان‌دهنده تنوع بالا در بین ارقام آفتابگردان مورد مطالعه می‌باشد. از این تنوع می‌توان در



شکل ۱. تجزیه خوشه‌ای ارقام مختلف آفتابگردان در شرایط نرمال (بالا) و تنش (پایین)

Fig.1. Cluster analysis for different varieties of sunflower in normal and stress condition

منابع

- Abdel-Gawad, A.A., Saleh, S.A., Ashoub M.A., El-Gazzar. M.M., 1987. Factor analysis in yield of certain sunflower cultivars (*Helianthus annuus* L.). Annals of Agricultural Science, Ain-Shams University, 32, 1243-1255.
- Ahmadi Avin, F., Nabi Pour, A., Zali, A., Frozesh, P., Farokhi, E., Sohrabi, M., 2007. Study of genetic diversity in sunflower promising lines using morphological traits. Iranian Agronomy and Plant breeding Journal. 3(1), 45-62. [In Persian with English Summary].
- Alvarez, D.P., Luduena, Y., Fratos, E., 1992. Correlation and causation among sunflower traits. Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pisa, Italy, 7-11 September, 2, 957-962.
- Arshad, M., Ayubkhan, M., Jadoon, S. A., Mohammad, A. S., 2010. Factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) to investigate desirable hybrids. Pakistan journal of Botany. 42(6), 4393-4402.
- Asawa, B.M., 1997. Factor analysis in sunflower. Indian Journal of Heredity. 9(2), 17-20.
- Barron, J.E., 1991. A factor analysis of plant variety related to yield in sunflower under water stress conditions. *Helianthus*. 14 (15), 55-64.
- Behradfar, A., Hassanzadeh Gorttapeh, A., Zardashty, M.R., Talat, F., 2009. Evaluation correlated traits for seed and oil yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) through path analysis in under condition relay. Research Journal of Biological Sciences, 4(1), 82-85.
- Burns, R.E., 1970. Head Size of Sunflower as an Indicator of Plot Yields. *Agronomy Journal*. 62, 112-113.
- Ceccony, F., Pugliesi, C., Baroncelli, S., Rocca, M., 1987. Genetic Analysis for Some Agronomical Characters of a Sunflower Diallel Cross. *Helianthus*, 10, 21- 26.
- FAO. 2013. Fao statistical yearbook. Retrieved July 7, 2013, from <http://www.faostat.fao.org>. [2013-07-07].
- Ghaffari, M. 2004. Use of principle component analysis method for selection of superior three way cross hybrids in sunflower. *Seed and Plant Improvement Journal*. 19(4), 513-527. [In Persian with English Summary].
- Gomez, D, Elizando. J., 1992. Generating a selection index for drought tolerance in sunflower. II. Morphological characteristics and yield. In: Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pisa, Italy, 7-11 September, 2, 1048-1053.
- Hladni, N., Miklic, V., Jovic, S., Kraljevic-Balalic, M., 2008. Influence of morphophysiological traits on sunflower oil yield. The 43rd Croatia and 3rd International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, pp., 362-366.
- Kaya, Y., Evci, G., Durak, S., Pekcan, V., Gucer, T., 2007. Determining the relationships between yield and yield attributes in sunflower. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 31, 237-244.
- Koocheiki, A., Rashed Mohassel, M., Nasiri, M., 1993. Water and Soil Relationships in Crops. Ferdosi University of Mashhad Press. [In Persian].
- Machikowa, T.H., Saetang, C.H., 2008. Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. *Suranaree Journal of Science and Technology*. 15 (3), 243-248.
- Manivannan, N., Muralidharan, V., Isaacs, S.M., 2003. Genetic diversity analysis using RAPD markers in inbred lines of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helianthus*, 26 (39), 59-66.
- Marinkovic, R., 1992. Path Coefficient analysis of some yield components of sunflower. *Euphytica*. 60, 201- 205.
- Moghadam, M., Mohammadi, S.A., Aghae Sarbarzeh, M., 2009. Multivariate Statistical Methods, A Primer. Privar Press. [In Persian].
- Mozaffari, K., Zeinali, H., 1997. Factor Analysis in sunflower under normal and water stress condition. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 28(2), 50-63. [In Persian with English Summary].
- Nabipoor, A.R., Yazdi-Samadi, B., Sarafi, A., Zali, A.A., Taleei, A.R., ShahNajat Boshehri, A., 2005. Genetic study of agronomic traits and determination of relationship among them in sunflower by inbreed recombinants *Iranian Journal of Agronomy*. 36(3), 647-658. [In Persian with English Summary].

- Pathak, R.S., 1974. Yield Components in Sunflower, In: Proceeding of 6th. International Sunflower Conference. (Bucharest-Romania), pp., 271- 281.
- Poordad, S., 1996. The study of genetic variation of agronomic traits and seed proteins in sunflower cultivars. Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IRANDOC). Tabriz University. [In Persian].
- Poordad, S., Amiri, V., 1998. Path analysis for effect of agronomic traits on grain yield of dry sunflower. 5th International Congress of Agronomy and Plant Breeding, sep. 1998. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, 54p. [In Persian].
- Sadaras, V., Connor O. J., Whitefield, D. M., 1993. Yield, yield components and source sink relationship in water stressed sunflower. Field Crop Research. 31, 27- 39.
- Singh, S.B., Lehana, K.S., 1990. Correlation and path analysis in sunflower. Crop Improvement, 17, 49-53.
- Sujatha, H., Chikkadevaiah, L., Nandini, R., 2002. Assessment of genetic diversity among 51 inbred sunflower lines. Helianthus, 25(37), 101-108.
- Visic, M., 1988. Correlation and path coefficient analysis between length of the growing stages and seed yield with sunflower hybrids. Savremena Poljopriverda, 36(5-6), 221-227.
- Wazin, F., Zamani, A., 2005. Effect of planting date on phenology, yield and yield components of two sunflower hybrids. Agronomy Science Journal of Iran. 2, 59-72. [In Persian with English Summary].
- Zamani, A., Damavandi, A., Forozesh, P., 2002. Effect of cultivation date on phenology, yield and yield components of two cultivars of sunflower. Agriculture and Rural Development. 4(1), 53- 65. [In Persian with English Summary].
- Zynalzadeh Tabrizi, H., 2006. Estimation of genetic parameters in single cross hybrids of sunflower. MSc Thesis of Plant Breeding, Agriculture Faculty, Islamic Azad University, Tabriz Branch. [In Persian].
- Zeynalzadeh tabrizi, H., Ghaffari, M., 2002. Regression and path analysis grain and oil yield single cross hybrid sunflower. Crop Research. 6(2), 41- 54. [In Persian with English Summary].
- Zeinalzadeh, H., Sadignia, M., Ghaffari, M., Roshdi, M., 2004. Study of yield, yield components and some agronomic traits of sunflower cultivars in summer second cropping. 3th National Congress of Young Researchers Club. Islamic Azad University, Fasa Branch, P 112. [In Persian].