"مجله علوم زراعی ایران"
جلد چهاردهم، شماره ۳ پاییز ۱۳۹۱

اثر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های نخود کابلی

Effect of terminal drought stress on grain yield and yield components of Kabuli chickpea genotypes

هادی محمدعلی پوریامچی[۱]، محمدرضا بی‌همتا[۲]، سیدعلی پیغمبری[۳] و محمدرضا نقوی[۴]

چکیده

محمد علی پوریامچی، ه.، م. ر. بی همتا.، س. ع. پیغمبری و م. ر. نقوی. ۱۳۹۱.اثر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های نخود کابلی. **مجله علوم زراعی ایران. ۱٤(۳): ۲۱۷-۲۰۲.**

به منظور بررسی اثر تنش خشکی انتهای فصل بر صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد، تعیین تنوع فنوتیپی و رابطه عملکرد تک بوته با سایر صفات مورد بررسی در ٦٤ ژنوتیپ نخود کابلی، آزمایشی در قالب طرح لاتیس ساده (۸×۸) در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸ اجرا گردید. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های نخود از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت که نشان دهنده تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی می‌توان نتیجه گرفت به غیر از عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، صفات وزن غلاف‌های پر، تعداد غلاف‌های پر و تعداد دانه در بوته از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد تک بوته می‌باشند. با توجه به اینکه برای این صفات بیشترین تنوع مشاهده شد، به نظر می‌رسد که می‌توان با انتخاب و اصلاح برای این صفات، عملکرد تک بوته را به نحو مطلوبی افزایش داد. بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها در هر دو شرایط، چهار عامل دخالت داشتند که در مجموع در شرایط بدون تنش ۷۸/۹٦ و در شرایط تنش خشکی ۸۱/٦۲ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند و در هر دو شرایط عامل‌های اول و دوم به عنوان عامل‌های عملکرد و اجزای عملکرد معرفی شدند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد بررسی با روش UPGMA و مربع فاصله اقلیدسی در هر دو شرایط، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در سه گروه طبقه‌بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، تنش خشکی، رگرسیون گام به گام و نخود کابلی.

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشدپردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: hadi_map22@yahoo.com)
۲ و ٤- استادپردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است. ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را دارد. بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (FAO, 2010).

در بین گیاهان زراعی، خانواده حبوبات از جمله نخود نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی جوامع بشری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه آسیایی، آفریقایی و آمریکای لاتین دارند. اگرچه تعدادی از این گیاهان به خوبی با شرایط دیم سازگاری پیدا کرده‌اند، ولی ظرفیت تولید آن‌ها اغلب پائین است. به طوری که در ایران، با وجود این که ۹۸ درصد سطح زیر کشت و ۹۳ درصد تولید نخود به صورت دیم است، متوسط عملکرد آن ۳۵۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد، درصورتی که عملکرد آن در اراضی آبی ۱۱۱۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2009). سینگ و ساکسینا (Singh and Saxena, 1990) افزایش اندازه دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود را با اجرای آبیاری (نسبت به شرایط تنش خشکی) گزارش کرده‌اند. نتایج مطالعات نشان داده‌اند که در ژرم‌پلاسم نخود برای تحمل به خشکی تنوع ژنتیکی وجود دارد (Baker, 1994؛ Johansen *et al.*, 1994) و این تنوع احتمالاً به دلیل اثرهای ترکیبی صفات و اثرمتقابل آن‌ها می‌باشد (Johansen *et al.*, 1994) که می‌توان از تنوع موجود در جهت انتخاب برای اصلاح ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی، به خصوص تنش خشکی سود جست و به ارقام متناسب با شرایط محیطی منطقه و دارای عملکرد کمّی و کیفی بالا دست یافت (Morgane *et al.*, 1991؛ Wery, 1990). باید توجه داشت که عملکرد دانه صفتی است که ممکن است با سایر صفات همبستگی نشان دهد، ولی چون ضرایب همبستگی بین صفات صرفاً رابطه خطی دوگانه بین آنها را نشان می‌دهد، معمولاً از تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت برای مشخص نمودن سهم هر یک از آنها روی عملکرد استفاده می‌شود.

گولر و همکاران (Guler *et al.*, 2001) گزارش کردند که از هشت صفت مورد ارزیابی، صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته، به ترتیب بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه نخود داشتند. تعداد روز تا رسیدگی نیز اثر مستقیم منفی و غیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. مردی و همکاران (Mardi *et al.*, 2003) در بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد ۴۱۸ ژنوتیپ نخود دسی نشان دادند که از لحاظ وزن غلاف‌های پر و تعداد دانه در بوته، تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. نتایج همبستگی‌های ساده، رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت نشان داد که وزن بذر با غلاف و تعداد بذر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند، بنابراین این صفات به عنوان اجزای عملکرد دانه معرفی شدند. فیاض و طالبی (Fayyaz and Talebi, 2009) نیز اظهار نمودند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، صفات اصلی در انتخاب برای افزایش عملکرد نخود می‌باشند. کانونی و مالهوترا (Kanouni and Malhotera, 2003) و مینا و همکاران (Meena *et al.*, 2010) نشان دادند که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت.

با توجه به اینکه شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و سازگار با شرایط مختلف محیطی بسیار حائز اهمیت است، این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش خشکی انتهای فصل بر صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد و تعیین تنوع فنوتیپی، ارزیابی رابطه عملکرد دانه ژنوتیپ‌های نخود با سایر صفات با استفاده از روش‌های آماری

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

انجام شد. همچنین روابط علت و معلولی صفات از طریق تجزیه علیت و تعیین عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ۶۲ ژنوتیپ نخود کابلی به همراه دو شاهد محلی (کوروش و جم) از کلکسیون حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب (جدول ۱) و در قالب دو طرح لاتیس ساده (۸×۸)، به صورت جداگانه در شرایط آبی و تنش خشکی انتهای فصل در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۹ کشت شدند.

براساس داده‌های سی‌ساله، میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش ۲۴۳ میلی‌متر و میزان کل بارندگی در طول فصل رشد (فروردین تا پایان تیر) ۱۰۱/۷ میلی‌متر بود. در جدول ۲ تعدادی از متغیرهای هواشناسی ایستگاه مذکور در طول سال ۱۳۸۹ نشان داده شده است. عملیات تهیه زمین با عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۸۸ آغاز و قبل از کشت آماده سازی زمین با اجرای یک شخم بهاره، دیسک انجام شد. کاشت بذر به صورت دستی انجام گرفت و هر کرت آزمایشی شامل دو خط به طول ۲ متر و با فاصله خطوط ۵۰ سانتی متری و فاصله بذور بر روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و عمق بذر حدود ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مراحل داشت، برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی صورت گرفت. زمانی که حدود ۹۰ درصد بوته‌های کرت‌ها رسیده بودند، برداشت انجام شد.

صفات مورد بررسی شامل تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی، تعداد شاخه‌های اصلی، قطر شاخه اصلی در گره اول، تعداد گره، ارتفاع بوته، طول غلاف، عرض غلاف، طول دانه، عرض دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در هر بوته، تعداد غلاف‌های پر، وزن غلاف‌های پر، درصد غلاف‌های خالی، وزن غلاف‌های خالی، وزن صد دانه، عملکرد دانه تک بوته، عملکرد بیولوژیک هر بوته، شاخص برداشت بود که پس از میانگین‌گیری مشاهدات برای صفات مورد بررسی، مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. پس از آزمون همگنی واریانس‌ها و بدون تنش بودن داده‌ها، تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه‌های SAS 9.1 و MSTATC انجام شد. تعیین ضرایب همبستگی ساده، رگرسیون چندگانه، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از برنامه SPSS 19 صورت گرفت و برای تجزیه علیت از برنامه Path74 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های نخود مورد بررسی برای تمامی صفات در دو شرایط اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) وجود داشت که نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات مورد بررسی ارائه نشده است).

با توجه به میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی (جدول ۳)، در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بیشترین عملکرد دانه تک بوته متعلق به ژنوتیپ ۱۲۰ (۰۳۵۸۵- ۰۷۱- ۱۲) (Yp=۴۳/۲۴ و Ys=۲۷/۵۵) و کمترین عملکرد دانه تک بوته در شرایط بدون تنش با میانگین ۱۰/۱۰ گرم مربوط به ژنوتیپ ۲۳۶ (۰۳۷۵۰- ۰۷۱- ۱۲) و در شرایط تنش خشکی با میانگین ۵/۹ گرم مربوط به ژنوتیپ ۴۶۶ (۰۴۰۴۳- ۰۷۱- ۱۲) بود. هرچند ژنوتیپ ۱۲۰ کاهش عملکرد نسبتاً بالایی داشت، ولی با توجه به اینکه در هر دو شرایط عملکرد بالاتری داشت، همراه با ژنوتیپ‌های ۲، ۳۶، ۱۳۹، ۵۳۴ و ژنوتیپ‌های شاهد جم و کوروش به عنوان

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

جدول ۱- اسامی و منشاء ۶۴ ژنوتیپ نخود کابلی مورد ارزیابی

Table 1. Name and origin of 64 Kabuli chickpea genotypes

کد ژنوتیپ Genotype code	شماره ژنوتیپ* *Genotype No.	منشاء Origin	کد ژنوتیپ Genotype code	شماره ژنوتیپ Genotype No.	منشاء Origin
2	12-071-01834	Karaj	318	12-071-03846	Jiroft
12	12-071-01952	Karaj	323	12-071-03852	Torbat Jam
16	12-071-01972	Karaj	325	12-071-03854	Torbat Jam
22	12-071-02090	Karaj	328	12-071-03859	Torbat Jam
23	12-071-01837	Ghazvin	335	12-071-03871	Torbat Jam
29	12-071-02270	Esfahan	345	12-071-03884	Torbat Jam
36	12-071-02316	Esfahan	356	12-071-03899	Torbat Jam
38	12-071-02351	Guchan	357	12-071-03900	Torbat Jam
56	12-071-02740	Shiraz	369	12-071-03915	Torbat Jam
59	12-071-02940	Ardabil	370	12-071-03916	Torbat Jam
109	12-071-06678	Mamghan	375	12-071-03922	Torbat Jam
120	12-071-03585	Karaj	394	12-071-03946	Torbat Jam
128	12-071-03718	Urmia	403	12-071-03753	Torbat Jam
129	12-071-03746	Urmia	466	12-071-04043	Esfahan
139	12-071-03885	Torbat Jam	473	12-071-04052	Dare Gaz
154	12-071-03641	Karaj	474	12-071-04053	Dare Gaz
187	12-071-03686	Urmia	478	12-071-04063	Esfahan
198	12-071-03703	Urmia	490	12-071-04084	Ardabil
216	12-071-03725	Urmia	492	12-071-04091	FAO
233	12-071-03746	Urmia	508	12-071-06885	Urmia
235	12-071-03749	Urmia	511	12-071-06888	Urmia
236	12-071-03750	Urmia	512	12-071-06889	Urmia
239	12-071-03753	Urmia	525	12-071-06903	Urmia
245	12-071-03760	Jiroft	534	12-071-06912	Ardabil
259	12-071-03776	Jiroft	552	12-071-06931	Miyaneh
269	12-071-03788	Jiroft	555	12-071-06934	Urmia
284	12-071-03805	Jiroft	563	12-071-06942	Khoy
289	12-071-03811	Jiroft	606	12-071-06985	Mahan
306	12-071-03831	Jiroft	629	12-071-07007	Esfahan
307	12-071-03832	Jiroft	642	12-071-07021	Bam
308	12-071-03833	Jiroft	998	Control	Jam
317	12-071-03845	Jiroft	999	Control	Korosh

*: شماره ژنوتیپ‌ها در بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

*: Genotype number in the gene bank of Agricultural and Natural Resources Campus, University of Tehran

جدول ۲- خصوصیات اقلیمی محل اجرای آزمایش (۱۳۸۹)

Table 2. Climatic parameters in experimental site (2010)

Month	ماه	میانگین درجه حرارت Average daily temperature (°C)	میزان بارندگی Rainfall (mm)	میانگین تبخیر Average Evaporation (mm)	میانگین رطوبت نسبی Average RH (%)	میانگین ساعات آفتابی در روز Average daily sunny hours	میانگین دمای حداقل خاک Average minimum temperature of soil
Mar- Apr.	فروردین	12.6	54.0	5.1	57	7.52	3.56
Apr- May	اردیبهشت	17.6	47.3	6.5	54	7.6	8.21
May- Jun.	خرداد	25.7	0.4	11.68	31	11.13	14.04
Jun- Jul.	تیر	29.1	0.0	12.87	33	11.7	17.69
Jul- Aug.	مرداد	27.3	0.0	11.78	35	11.24	17.42
Aug- Sep.	شهریور	24.3	0.0	9.21	39.8	10.48	13.94

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به تنش خشکی شناسایی شد. بر اساس میانگین ژنوتیپ‌ها ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی محاسبه شد. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین صفات در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که عملکرد دانه تک بوته به ترتیب با صفات وزن غلاف‌های پر، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف‌های پر، وزن صد دانه، عرض دانه، قطر شاخه اصلی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. مردی و همکاران (Mardi *et al.*, 2003) نیز در بررسی ژنوتیپ‌های دسی نخود، توکر (Toker, 2004)، شبیری و همکاران (Shobeiri *et al.*, 2006)، فرشادفر و فرشادفر (Farshadfar and Farshadfar, 2008)، ثمن و همکاران (Saman *et al.*, 2010)، فیاض و طالبی (Fayyaz and Talebi, 2009)، طالبی و همکاران (Talebi *et al.*, 2007)، مالیک و همکاران (Malik *et al.*, 2010) و مینا و همکاران (Meena *et al.*, 2010) نیز همبستگی معنی‌داری بین صفات فوق و عملکرد دانه گزارش کرده‌اند.

جدول ۳- میانگین عملکرد دانه تک بوته و درصد کاهش آن در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 3. Yield and yield reduction rate in Kabuli chickpea genotypes under normal and drought stress conditions

شماره ژنوتیپ Genotype No.	Yp	Ys	Yr	شماره ژنوتیپ Genotype No.	Yp	Ys	Yr
2	24.37	21.74	8.73	318	13.57	12.44	8.29
12	15.30	14.53	5.02	323	12.00	10.09	15.86
16	17.18	11.85	31.02	325	17.60	11.93	32.20
22	22.34	21.31	4.60	328	14.96	14.91	0.33
23	16.98	16.05	5.45	335	26.79	16.73	37.54
29	25.29	14.07	44.37	345	24.92	16.85	32.38
36	23.33	22.12	5.17	356	28.11	16.35	41.84
38	19.73	18.58	5.84	357	29.03	18.11	37.63
56	16.06	15.25	5.09	369	24.95	15.12	39.41
59	17.84	12.90	27.67	370	21.29	13.54	36.41
109	19.58	19.07	2.59	375	21.74	12.92	40.59
120	31.24	27.55	34.76	394	25.37	16.27	35.87
128	26.18	14.18	45.84	403	20.36	9.09	55.34
129	19.86	17.26	13.09	466	21.37	5.90	72.39
139	25.00	19.01	23.96	473	21.30	9.99	53.09
154	17.13	14.24	16.87	474	28.33	10.70	62.24
187	16.99	16.34	3.79	478	19.27	19.04	1.17
198	21.48	10.11	52.94	490	14.42	11.50	20.28
216	17.31	16.31	5.77	492	17.78	10.73	39.68
233	17.85	13.14	26.37	508	19.83	16.53	16.65
235	15.05	13.49	10.40	511	15.06	14.43	4.16
236	10.10	9.77	3.30	512	18.59	18.20	2.12
239	22.39	17.05	23.84	525	13.76	13.67	0.67
245	19.45	13.56	30.27	534	25.57	24.48	4.24
259	19.31	12.85	33.46	552	20.88	14.26	31.70
269	14.90	12.07	19.02	555	19.67	11.13	43.42
284	18.81	18.06	3.97	563	16.21	16.01	1.24
289	19.56	16.44	15.93	606	18.28	10.07	44.91
306	12.38	11.18	9.71	629	19.88	19.28	3.00
307	15.14	14.14	6.59	642	15.03	7.74	48.50
308	21.56	15.12	29.87	998	25.65	20.16	21.41
317	13.72	8.20	40.24	999	26.32	22.48	14.62

Yp: عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، Ys: عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی، Yr: درصد کاهش عملکرد دانه

Yp= Potential yield; Ys= Stress yield; Yr= Yield reduction rate (%)

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

گولر و همکاران (Guler *et al.*, 2001) نیز با ارزیابی روابط بین بین عملکرد و اجزای عملکرد ۵ رقم نخود، همبستگی بالایی بین عملکرد دانه تک بوته و تعداد غلاف در بوته (۰/۸۵) و عملکرد بیولوژیک (۰/۸۰) گزارش کردند.

به منظور تعیین اهمیت این صفات در تغییرات مربوط به عملکرد، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. با توجه به اینکه صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک در برگیرنده عملکرد دانه می‌باشند، به منظور شناسایی سایر صفات مؤثر بر عملکرد دانه، تجزیه رگرسیون گام به گام بعد از حذف این صفات انجام شد. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای شرایط بدون تنش (جدول ۴) نشان داد که از میان صفات مورد بررسی، وزن غلاف‌های پر اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی گردید و این صفت به تنهایی حدود ۹۶/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه تک بوته را توجیه کرد. قطر شاخه اصلی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه‌های اصلی صفات بعدی بودند که وارد معادله رگرسیونی شدند و به همراه وزن غلاف‌های پر ۹۷/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه تک بوته را توجیه کردند، ولی با توجه به اینکه وزن غلاف‌های پر درصد بالایی از تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه می‌کرد، برای شناسایی سایر صفات مؤثر، تجزیه رگرسیون گام به گام پس از حذف وزن غلاف‌های پر دوباره انجام شد (جدول ۵). در این حالت تعداد غلاف‌های پر اولین صفتی بود که وارد مدل شده و به تنهایی ۳۹/۶ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کرد و پس از آن به ترتیب وزن ۱۰۰ دانه و تعداد دانه در غلاف وارد مدل شدند که در کل ۹۷/۳ درصد تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه کردند.

در شرایط تنش خشکی نیز نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام (جدول ۶) نشان داد که وزن غلاف‌های پر اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی شده و به تنهایی حدود ۷۲/۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد و بعد از آن به ترتیب صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف وارد معادله شدند که در کل ۹۴/۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. پور اسماعیل و همکاران (Pouresmael *et al.*, 2009) در بررسی تأثیر شیب تنش خشکی بر صفات گیاهی نخود گزارش کردند که صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن صد دانه، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه تک بوته داشته و درصد بالایی از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند.

با توجه به اینکه وزن غلاف‌های پر و وزن ۱۰۰ دانه از جمله فاکتورهای اصلی اجزای عملکرد دانه تک بوته در نخود هستند و در تحقیق حاضر نیز این دو صفت بیشترین تأثیر مستقیم و غیر مستقیم مثبت را روی عملکرد دانه تک بوته داشتند، بنابراین می‌توانند به عنوان معیارهایی برای انتخاب ارقام پر محصول در نخود در شرایط بدون تنش معرفی شوند (جدول ۷).

در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین اثر مستقیم مثبت به ترتیب توسط وزن ۱۰۰ دانه (۰/۸۵۸) و تعداد دانه در بوته (۰/۷۵۷) و بیشترین اثر مستقیم منفی، توسط تعداد دانه در غلاف (۰/۲۶۴-) مشاهده گردید. همچنین وزن غلاف‌های پر از طریق تعداد دانه در بوته (۰/۴۲۷) بیشترین اثر غیر مستقیم مثبت و به ترتیب تعداد دانه در غلاف از طریق وزن ۱۰۰ دانه (۰/۴۶-) و نیز تعداد دانه در بوته از طریق وزن ۱۰۰ دانه (۰/۴۵۱-) بیشترین اثر غیرمستقیم منفی را روی عملکرد دانه تک بوته داشتند (جدول ۸).

تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش دارند، روشن شود (Jackson, 1991).ضرایب عامل‌ها در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی پس از چرخش وریماکس بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند (جدول‌های ۹ و ۱۰).

به منظور تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از دو شاخص KMO (کایزر- میر- اولکین) و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

آزمون کرویت بارتلت استفاده شد. برای تعیین اعتبار داده‌ها در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی داده ها به دو قسمت تصادفی تقسیم شدند و سپس تجزیه به عامل‌ها برای هر قسمت به طور جداگانه انجام شد. با توجه به اینکه نتایج در دو گروه برای هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی یکسان بود، بنابراین تغییر افراد روی نتایج تأثیری نداشت.تجزیه به عامل‌ها در شرایط بدون تنش با استفاده از صفات مورد بررسی انجام شد و چهار عامل براساس مقادیر ویژه بزرگتر از یک انتخاب شدند که جمعاً ۷۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۹). عامل اول حدود ۳۸ درصد از تغییرات را توجیه کرد که شامل صفات وزن صد دانه، ارتفاع بوته، طول و عرض غلاف و طول و عرض دانه می‌باشد و عامل دوم که حدود ۲۰ درصد از تغییرات را توجیه کرد، شامل تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف‌های پر، وزن غلاف‌های پر، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه تک بوته و قطر شاخه اصلی بود که به همراه عامل اول صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد را شامل شدند. بنابراین به نظر می‌رسد که انتخاب براساس این دو عامل بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه تک بوته خواهد داشت و ژنوتیپ های برگزیده شده بیشترین میزان عملکرد دانه تک بوته را خواهند داشت. عامل سوم که حدود ۱۶ درصد تغییرات را توجیه کرد، شامل صفات فنولوژیک تعداد روز تا گلدهی و غلاف دهی بود. عامل چهارم حدود ۹ درصد تغییرات را توجیه کرد و شاخص برداشت و تعداد دانه در غلاف با بار منفی و تعداد شاخه‌های اصلی با بار مثبت بیش‌ترین تأثیر را در این صفت داشت.

میزان اشتراک نیز بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هر چه میزان آن بیشتر باشد نشان دهندهٔ دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (Jackson, 1991). در شرایط بدون تنش میزان اشتراک اکثر صفات بالا بود (جدول ۹). این موضوع نشان می‌دهد که تعداد عامل‌های منتخب مناسب بوده و این عامل‌ها توانستند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. با توجه به میزان اشتراک، صفات تعداد دانه در بوته (۰/۹۷۱) و ارتفاع بوته (۰/۴۱۱) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین دقت برآورد بودند.

براساس تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش خشکی نیز در مجموع چهار عامل انتخاب شدند که جمعاً حدود ۸۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۱۰). عامل اول بیش از ۴۱ درصد از تغییرات را توجیه کرد و شامل صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف های پر، وزن غلاف‌های پر، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه تک بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اصلی، قطر شاخه اصلی می‌باشد و عامل دوم بیش از ۲۳ درصد از تغییرات را توجیه کرد و شامل صفات وزن ۱۰۰ دانه، طول و عرض غلاف‌و عرض دانه بود. عامل سوم حدود ۱۰ درصد از تغییرات را توجیه کرد و همانند شرایط بدون تنش، صفات فنولوژیک تعداد روز تا گلدهی و غلاف‌دهی با بار مثبت و شاخص برداشت با بار منفی را شامل گردید و عامل چهارم که بیش از ۷ درصد از تغییرات را توجیه کرد، شامل صفت تعداد دانه در غلاف با بار منفی و طول دانه با بار مثبت بود. در شرایط تنش خشکی نیز میزان اشتراک برای صفات مورد بررسی بالا بوده و تعداد دانه در بوته (۰/۹۵۸) به همراه عملکرد بیولوژیک (۰/۹۵۹) بیشترین دقت برآورد را داشتند. نقوی و جهانسوز (Naghavi and Jahansouz, 2005) و مردی و همکارن (Mardi *et al.*, 2003) عاملی را به عنوان عامل عملکرد معرفی کردند که شامل صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه تک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بود.

با توجه به این که در هر دو شرایط بدون تنش وتنش خشکی، دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

جدول ۴- تجزیه رگرسیون گام به گام بین عملکرد دانه تک بوته و سایر صفات گیاهی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش

Table 4. Stepwise regression analysis for seed yield and other plant characteristics in Kabuli chickpea genotypes under normal condition

مرحله Step	Plant characteristics	صفات گیاهی	a	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	تصحیح‌شده R^2 adj.	مدل P-value
1	Seed and pod weight	وزن غلاف‌های پر	0.644^{ns}	0.740^{**}	-	-	-	-	0.968	0.000
2	Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	2.688^{**}	0.765^{**}	-0.521^{*}	-	-	-	0.970	0.000
3	Plant height	ارتفاع بوته	0.128^{ns}	0.754^{**}	-0.714^{**}	0.090^{**}	-	-	0.973	0.000
4	$Seed.pod^{-1}$	تعداد دانه در غلاف	-2.402^{ns}	0.759^{**}	-0.710^{**}	0.111^{**}	1.198^{*}	-	0.975	0.000
5	No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	-6.296^{*}	0.749^{**}	-0.732^{**}	0.094^{**}	1.585^{**}	1.283^{**}	0.978	0.000

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام به گام پس از حذف صفت وزن غلاف‌های پر در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش

Table 5. Stepwise regression analysis after removing seed and pod weight in Kabuli chickpea genotypes under normal condition

مرحله Step	Plant characteristics	صفات گیاهی	a	b_1	b_2	b_3	تصحیح‌شده R^2 adj.	مدل P-value
1	$Pod.plant^{-1}$	تعداد غلاف‌های پر	5.476^{*}	0.154^{**}	-	-	0.396	0.000
2	100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-8.944^{**}	0.174^{**}	0.699^{**}	-	0.833	0.000
3	$Seed.pod^{-1}$	تعداد دانه در غلاف	-30.453^{**}	0.202^{**}	0.994^{**}	11.115^{**}	0.973	0.000

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه تک بوته و سایر صفات گیاهی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط تنش خشکی

Table 6. Stepwise regression analysis for seed yield and other plant characteristics in Kabuli chickpea genotypes under drought stress condition

مرحله Step	Plant characteristics	صفات گیاهی	a	b_1	b_2	b_3	b_4	تصحیح‌شده R^2 adj.	مدل P-value
1	Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	5.790^{**}	0.505^{**}	-	-	-	0.728	0.000
2	100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	3.339^{**}	0.464^{**}	0.225^{**}	-	-	0.794	0.000
3	$Seed.plant^{-1}$	تعداد دانه در بوته	-8.329^{**}	0.091^{*}	0.730^{**}	0.131^{**}	-	0.941	0.000
4	$Seed.pod^{-1}$	تعداد دانه در غلاف	-9.896^{**}	0.145^{**}	0.714^{**}	0.117^{**}	1.646^{*}	0.944	0.000

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

جدول ۷- تجزیه علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه تک بوته در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش

Table 7. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield of Kabuli chickpea genotypes under normal condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect via 1	2	3	4	5	6	7
1. Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	0.984	0.547	-	-0.021	0.012	-0.063	0.006	0.252	0.248
2. Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	0.453	-0.041	0.278	-	0.014	-0.056	0.004	0.153	0.097
3. Plant height	ارتفاع بوته	0.416	0.031	0.212	-0.019	-	-0.096	0.006	0.048	0.230
4. Seedspod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	-0.211	0.253	-0.136	0.008	-0.012	-	-0.007	-0.067	-0.253
5. No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	0.419	0.016	0.211	-0.013	0.013	-0.105	-	0.107	0.187
6. Pod.plant^{-1}	تعداد غلاف‌های پر	0.637	0.386	0.357	-0.016	0.003	-0.044	0.004	-	-0.057
7. 100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.573	0.446	0.304	-0.009	0.016	-0.144	0.006	-0.049	-
Residual=0.102										

جدول ۸- تجزیه ضرایب علیت فنوتیپی برای عملکرد دانه تک بوته در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط تنش خشکی

Table 8. Phenotypic path coefficient analysis for grain yield of Kabuli chickpea genotypes under drought stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	ضریب همبستگی (r_p)	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect via 1	2	3	4
1. Filled seed weight	وزن غلاف‌های پر	0.856	0.244	-	0.22	0.427	-0.038
2. 100-seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.472	0.858	0.062	-	-0.398	-0.052
3. Seed.plant^{-1}	تعداد دانه در بوته	0.472	0.757	0.138	-0.451	-	0.026
4. Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	-0.246	0.095	-0.095	-0.46	0.212	-
Residual=0.227							

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

جدول ۹- تجزیه به عامل‌ها با چرخش وریماکس برای ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش

Table 9. Factor analysis using Varimax rotation for Kabuli chickpea genotypes under normal condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	عامل اول (First)	عامل دوم (Second)	عامل سوم (Third)	عامل چهارم (Fourth)	میزان اشتراک Communality
Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گلدهی	-0.037	-0.071	0.892	0.141	0.822
Days to 50% podding	روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	-0.093	-0.104	0.878	-0.081	0.798
No. of seed.plant^{-1}	تعداد دانه در بوته	-0.565	0.742	0.032	-0.315	0.971
Pod.plant^{-1}	تعداد غلاف پر در بوته	-0.297	0.884	-0.122	0.143	0.905
100 Seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	0.882	0.114	-0.314	0.148	0.911
Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	0.408	0.846	-0.261	-0.071	0.956
Biological yield	عملکرد بیولوژیک تک بوته	0.271	0.849	-0.008	0.291	0.878
Seed yield	عملکرد دانه تک بوته	0.397	0.834	-0.299	-0.112	0.956
Harvest index	شاخص برداشت	0.159	0.021	-0.342	-0.797	0.778
Plant height	ارتفاع بوته	0.524	0.295	-0.074	0.209	0.411
No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	0.225	0.400	-0.092	0.490	0.459
Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	0.323	0.621	0.249	0.200	0.592
Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	-0.420	-0.058	0.238	-0.759	0.812
Pod length	طول غلاف	0.875	0.118	0.063	0.039	0.785
Pod width	عرض غلاف	0.923	0.092	0.064	-0.005	0.864
Seed length	طول دانه	0.563	0.107	-0.482	0.402	0.723
Seed width	عرض دانه	0.877	0.073	-0.157	0.079	0.805
Eigenvalues	مقادیر ویژه	6.433	3.396	2.094	1.501	-
Cumulative of variance (%)	درصد سهم تجمعی	37.839	57.818	70.133	78.962	-

جدول ۱۰- تجزیه به عامل‌ها با دوران وریماکس برای ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط تنش خشکی

Table 10. Factor analysis using Varimax rotation for Kabuli chickpea genotypes under drought stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	عامل اول (First)	عامل دوم (Second)	عامل سوم (Third)	عامل چهارم (Fourth)	میزان اشتراک Communality
Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گلدهی	0.033	-0.158	0.877	-0.146	0.816
Days to 50% podding	روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	-0.051	-0.120	0.837	-0.089	0.726
No. of seed.plant^{-1}	تعداد دانه در بوته	0.851	-0.288	0.129	-0.367	0.958
Pod.plant^{-1}	تعداد غلاف پر در بوته	0.928	-0.163	0.128	0.132	0.921
100 Seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	-0.123	0.711	-0.377	0.421	0.840
Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	0.881	0.352	-0.034	0.186	0.936
Biological yield	عملکرد بیولوژیک تک بوته	0.891	0.344	0.163	0.145	0.959
Seed yield	عملکرد دانه تک بوته	0.754	0.437	-0.266	0.040	0.832
Harvest index	شاخص برداشت	-0.391	-0.053	-0.655	-0.223	0.634
Plant height	ارتفاع بوته	0.555	0.324	-0.102	0.550	0.727
No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	0.642	-0.107	0.101	0.423	0.613
Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	0.746	0.440	0.104	0.199	0.780
Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	-0.114	-0.204	-0.024	-0.897	0.860
Pod length	طول غلاف	0.131	0.932	0.010	0.088	0.893
Pod width	عرض غلاف	0.126	0.905	-0.084	0.064	0.846
Seed length	طول دانه	0.227	0.480	-0.326	0.614	0.765
Seed width	عرض دانه	0.146	0.807	-0.112	0.254	0.749
Eigenvalues	مقادیر ویژه	6.992	3.958	1.660	1.265	-
Cumulative of variance (%)	سهم تجمعی	41.127	64.412	74.177	81.618	-

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

جدول ۱۱- تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط بدون تنش

Table 11. Cluster analysis for Kabuli chickpea genotypes under normal condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	گروه ۱ Cluster 1	گروه ۲ Cluster 2	گروه ۳ Cluster 3
Number of genotype	تعداد ژنوتیپ	25	38	1
Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گلدهی	93.60±2.36	93.64±3.11	93.50
Days to 50% podding	روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	102.64±2.22	102.45±2.55	102.00
No. of seed.plant^{-1}	تعداد دانه در بوته	137.92±18.19	96.42±12.59	176.88
Pod.plant^{-1}	تعداد غلاف پر در بوته	108.00±11.81	82.31±11.45	165.00
100 Seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	15.93±3.88	19.25±4.32	17.66
Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	28.08±5.80	24.09±5.24	44.07
Biological yield	عملکرد بیولوژیک تک بوته	42.50±7.93	37.06±7.66	82.00
Seed yield	عملکرد دانه تک بوته	21.58±4.22	18.43±4.19	31.24
Harvest index	شاخص برداشت	50.95±5.48	49.69±8.04	38.10
Plant height	ارتفاع بوته	42.84±2.78	42.85±3.91	37.13
No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	3.53±0.22	3.51±0.23	3.63
Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	5.27±0.59	5.04±0.51	6.53
Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	1.29±0.19	1.19±0.19	1.07
Pod length	طول غلاف	19.15±1.93	20.25±1.37	20.99
Pod width	عرض غلاف	9.12±0.81	9.76±0.87	9.94
Seed length	طول دانه	7.62±0.79	7.89±0.51	8.60
Seed width	عرض دانه	5.75±0.52	6.13±0.44	6.18

جدول ۱۲- تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های نخود کابلی در شرایط تنش خشکی

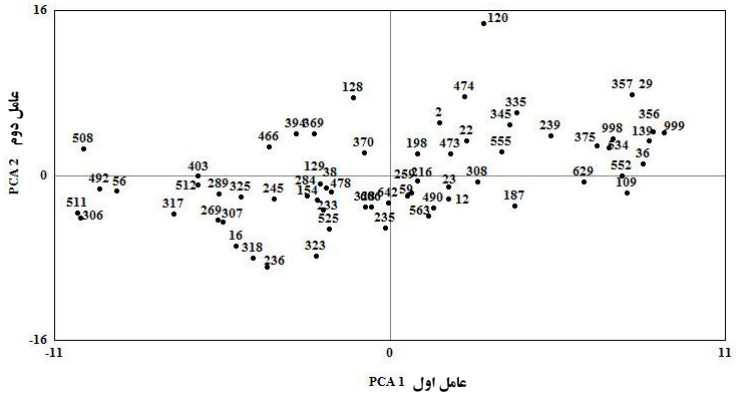
Table 12. Cluster analysis for Kabuli chickpea genotypes under drought stress condition

Plant characteristics	صفات گیاهی	گروه ۱ Cluster 1	گروه ۲ Cluster 2	گروه ۳ Cluster 3
Number of genotype	تعداد ژنوتیپ	6	27	31
Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گلدهی	92.58±1.83	91.80±3.06	90.21±2.07
Days to 50% podding	روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	100.08±1.80	99.94±2.44	99.10±2.46
No. of seed.plant^{-1}	تعداد دانه در بوته	140.69±14.74	97.98±14.77	65.35±10.49
Pod.plant^{-1}	تعداد غلاف پر در بوته	120.04±19.86	79.54±11.48	56.65±11.22
100 Seed weight	وزن ۱۰۰ دانه	8.68±3.14	13.15±5.09	16.12±4.14
Filled pods weight	وزن غلاف‌های پر	28.97±8.57	19.71±6.03	14.77±4.80
Biological yield	عملکرد بیولوژیک تک بوته	55.77±18.64	39.79±10.13	29.17±7.60
Seed yield	عملکرد دانه تک بوته	17.92±5.17	16.44±4.04	13.12±3.24
Harvest index	شاخص برداشت	33.95±10.70	42.12±6.78	45.93±7.69
Plant height	ارتفاع بوته	37.10±4.65	36.40±3.68	35.15±4.05
No. of main branch	تعداد شاخه‌های اصلی	3.74±0.53	3.52±0.34	3.21±0.35
Main branch diameter	قطر شاخه اصلی	5.89±1.52	5.11±0.64	4.65±0.56
Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	1.21±0.29	1.25±0.25	1.18±0.23
Pod length	طول غلاف	19.37±2.06	19.46±1.98	19.98±1.57
Pod width	عرض غلاف	9.24±1.00	9.28±1.04	9.61±0.91
Seed length	طول دانه	7.73±0.74	7.66±0.55	7.84±0.68
Seed width	عرض دانه	5.82±0.42	5.87±0.50	6.02±0.54

عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل جهت به دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد.در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ‌های ۲، ۲۹، ۳۶، ۱۲۰، ۱۳۹، ۳۳۵، ۳۴۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۴۷۴ و ۵۳۴ همراه با ژنوتیپ‌های شاهد جم (۹۹۸) و کوروش (۹۹۹) که از نظر عامل‌های اول و دوم مثبت و بالاتر بودند، عملکرد دانه تک بوته بیشتری نیز داشتند (شکل ۱).

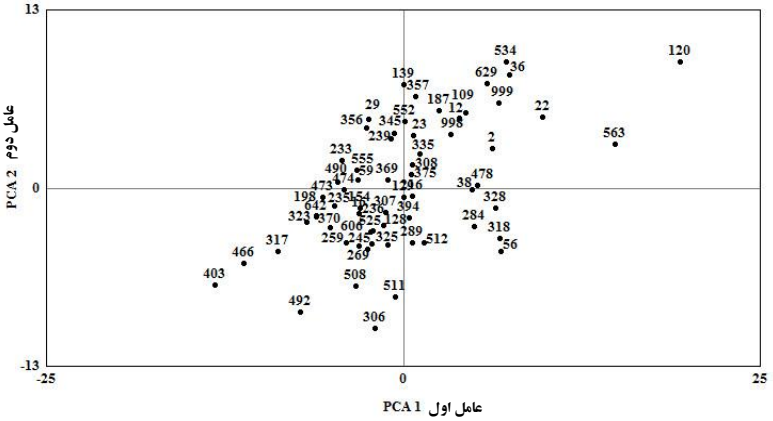
[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

در شرایط تنش خشکی نیز موقعیت ژنوتیپ‌ها براساس دو عامل اصلی اول و دوم بررسی شد (شکل ۲) و ژنوتیپ‌های ۲، ۱۲، ۲۲، ۳۶، ۱۰۹، ۱۲۰، ۱۳۹، ۱۸۷، ۵۳۴، ۵۶۳ و ۶۲۹ همراه با ژنوتیپ‌های شاهد جم و کوروش که دارای عامل اول و دوم مثبت و بالاتری بودند، عملکرد دانه تک بوته بیشتری در شرایط تنش خشکی نیز نشان دادند.



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌های نخود کابلی براساس دو عامل اصلی اول و دوم در شرایط بدون تنش

Fig. 1. Distribution of Kabuli chickpea genotypes on the basis of first and second factors under normal condition



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌های نخود کابلی براساس دو عامل اصلی اول و دوم در شرایط تنش خشکی

Fig. 2. Distribution of Kabuli chickpea genotypes on the basis of first and second factors under drought stress condition

به منظور تعیین قرابت ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی برای شرایط بدون تنش و تنش خشکی انجام شد (جدول‌های ۱۱ و ۱۲). در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ۳ گروه دسته‌بندی شدند که ۲۵ ژنوتیپ در گروه اول، ۳۸ ژنوتیپ در گروه دوم و یک ژنوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند (جدول ۱۱). محاسبه میانگین و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

انحراف معیار برای هر گروه نشان داد که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های گروه اول از نظر شاخص برداشت بیشترین مقدار را داشته و در رابطه با صفات عملکرد دانه تک بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف های پر در بوته، وزن غلاف‌های پر و عملکرد بیولوژیک حد متوسطی داشته و برای وزن ۱۰۰ دانه، طول و عرض غلاف و طول و عرض دانه کمترین مقدار را نشان دادند. ژنوتیپ‌های گروه دوم که ژنوتیپ‌های شاهد جم و کوروش نیز در این گروه قرار داشتند، برای صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا غلاف‌دهی بیشترین مقدار را داشته و در رابطه با صفات عملکرد و اجزای عملکرد، کمترین مقدار را داشتند و ژنوتیپ گروه سوم از نظر صفات مهمی مانند عملکرد دانه تک بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف‌های پر در بوته، وزن غلاف‌های پر و عملکرد بیولوژیک بیشترین میانگین را داشت.

در شرایط تنش خشکی نیز ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ۳ گروه دسته‌بندی شدند (جدول ۱۲)، به طوری که ۶ ژنوتیپ در گروه اول، ۲۷ ژنوتیپ در گروه دوم و ۳۱ ژنوتیپ در گروه سوم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های گروه اول از نظر صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف‌های پر در بوته، وزن غلاف‌های پر، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد و قطر شاخه‌های اصلی و عملکرد دانه تک بوته بیشترین مقدار را دارا بودند. ژنوتیپ‌های گروه دوم که ژنوتیپ‌های شاهد جم و کوروش در این گروه قرار داشتند برای اکثر صفات مورد بررسی حد متوسطی را نشان دادند. ژنوتیپ‌های گروه سوم نیز از نظر صفات وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، طول و عرض غلاف و طول و عرض دانه بیشترین میانگین را داشتند، ولی برای سایر صفات کمترین مقدار را داشتند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای جهت ارزیابی دقیق‌تر روابط بین ژنوتیپ‌ها با روش‌های مختلف نیز بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (Mohammad Ali Pour Yamchi *et al.*, 2011).

با توجه به نتایج همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت و انحراف معیار صفات مورد بررسی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی می‌توان نتیجه گرفت که صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف‌های پر، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن غلاف‌های پر از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه تک بوته در هر دو شرایط بوده که برای گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و متحمل به تنش خشکی در نخود می‌توان گزینش هم‌زمانی را برای این صفات انجام داد. همچنین با توجه به اینکه بیشترین تنوع برای این صفات در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد، بنابراین با انتخاب و اصلاح برای این صفات می‌توان عملکرد دانه تک بوته را به نحو مطلوبی افزایش داد.

با توجه به نتایج موقعیت ژنوتیپ‌ها بر اساس عامل‌های اصلی اول و دوم و همچنین میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، ژنوتیپ‌های ۲، ۳۶، ۱۲۰، ۱۳۹ و ۵۳۴ همراه با ژنوتیپ‌های شاهد جم و کوروش را می‌توان به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی معرفی نمود.

سپاسگزاری

بخشی از بودجه این تحقیق از محل طرح تحقیقاتی دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی دانشگاه تهران با شماره طرح ۷۱۰۱۰۱۰/۱/۰۴ مصوب مورخ ۸۹/۱۲/۱۶ در عنوان "بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی و نخود کابلی کلکسیون بانک ژن دانشکده کشاورزی با نشانگرهای SSR" و همچنین قطب علمی تحقیقات حبوبات دانشگاه تهران تأمین شده که تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

References **منابع مورداستفاده**

Anonymous. 2009. Ministry of Jahad Agriculture. Agriculture Statistical Yearbook of Iran. Volume 1. (In Persian).

Baker, R. J. 1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to abiotic stresses in cool-season food legumes. Euphytica, 73: 67-72.

FAO. 2010. FAOSTAT. Available in http://faostat.fao.org/[28 May 2010].

Farshadfar, M. and E. Farshadfar. 2008. Genetic variability and path analysis of chickpea (*Cicer arientinum* L.) landraces and lines. J. App1. Sci. 8(21): 3951-3956.

Fayyaz, F. and R. Talebi. 2009. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iran. J. Agric. Res. 7(1): 135-141. (In Persian with English abstract).

Guler, M., M. Sait Adak and H. Ulkan. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Europ. J. Agron. 14: 161–166.

Jackson, J. E. 1991. A user's guide to principal components. Wiley Interscience. New York, U.S.A.

Johansen, C., N. P. Saxena and S. C. Sethi. 1994. Genotype variation in moisture response of chickpea grown under line-source sprinklers in a semi-arid tropical environment. Field Crops Res. 37: 103-112.

Kanouni, H. 2003. Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress conditions of Kurdistan. Iran. J. Crop Sci. 5(2): 146-156. (In Persian with English abstract).

Kanouni, H. and R. S. Malhotera. 2003. Genetic variation and relationships between traits in Chickpea (*Cicer arientinum* L.) lines under dryland conditions. Iran. J. Crop Sci. 5(3): 185-191. (In Persian with English abstract).

Malik, S. R., A. Bakhsh, M. A. Asif, U. Iqbal and S. M. Iqbal. 2010. Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in chickpea. Int. J. Agri. Bio. 12(1): 81-85.

Mardi, M., A. Taleei and M. Omidi. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. Iran. J. Agri. Sci. 34(2): 345-351. (In Persian with English abstract).

Meena, H. P., J. Kumar, H. D. Upadhyaya, C. Bharadwaj, S. K. Chauhan, A. K. Verma and A. H. Rizvi. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. SAT eJournal. 8: 1-5.

Mohammad Ali Pour Yamachi, H., M. R. Bihamta, S. A. Peighambari, M. R. Nagavi and M. Shafiee Khorshidi. 2010. Evaluation of genetic diversity and classification of Kabuli chickpea genotypes in late season drought stress. J. Crop Breeding. 3(7): 53-70. (In Persian with English abstract).

Morgane, J. M., B. Rodriguez-Maribona and E. J. Knights. 1991. Adaptation to water-deficit in chickpea

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

breeding lines by osmoregulation: relationship to grain yields in the field. Field Crops Res. 27: 61-70.

Naghavi, M. R. and M. R. Jahansouz. 2005. Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. J. Integ. Plant Biol. 47(3): 375-379.

Pouresmael, M., M. Akbari, Sh. Vaezi and Sh. Shahmoradi. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. Iran. J. Agri. Sci. 11(4): 307-324. (In Persian with English abstract).

Saman, M., A. Sepehri, G. Ahmadvand and S. H. Sabbaghpour. 2010. Season final drought stress effects on yield and yield component on five chickpea genotypes. Iran. J. Agri. Sci. 41(2): 259-269. (In Persian with English abstract).

Shobeiri, S., K. Ghassemi-Golezani and J. Saba. 2006. Effect of water deficit on phenology and yield of three chickpea cultivars. Agri. Sci. 16(2): 137-147. (In Persian with English abstract).

Singh, K. B. and M. C. Saxena. 1990. Studies on drought tolerance. Annual Report, ICARDA, Aleppo, Syria.

Talebi, R., F. Fayyaz and F. Babaeian Jeldor. 2007. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield component of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land condition in the west of Iran. Asian J. Plant Sci. 6(7): 1151-1154.

Toker, C. 2004. Evaluation of yield criteria with phenotypic correlations and factor analysis in chickpea. Plant Soil Sci. 54: 45-48.

Wery, J. 1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. Options Mediterraneanes – Serie A, Seminaries Mediterraneens. 9: 77-85.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]

Effect of terminal drought stress on grain yield and yield components in Kabuli chickpea genotypes

Mohammadali-Pouryamchi, H.[1], M. R. Bihamta[2], S. A. Peighambari[3] and M. R. Naghavi[4]

ABSTRACT

Mohammadali-Pouryamchi, H., M. R. Bihamta, S. A. Peighambari and M. R. Naghavi. 2012. Effect of terminal drought stress on grain yield and yield components in Kabuli chickpea genotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 14(3): 202-217. (In Persian).**

To assess the effects of terminal drought stress on phenological traits, grain yield, yield components, and to determine phenotypic variation and relationship between grain yield with other traits in 64 Kabuli genotypes an experiment was carried out using simple lattice design (8×8) under two conditions (terminal drought stress and normal) in 2011 at Research Field of Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. Results showed that there were significant differences among chickpea genotypes which revealed genetic variation for different traits. According to the results of phenotypic correlations, stepwise regression, path analysis for both normal and stress conditions, it can be concluded that, expected that biological yield and harvest index, seed and pod weight, number of filled pods, number of seed.plant^{-1}, 100 seed weight and number of seed.pod^{-1} were the most important and effective traits affecting yield. Therefore selecting and breeding for these traits could be considered for improving grain yield in Kabuli chickpea. Based on factor analysis using data in both conditions four factors were selected that explained 78.96% and 81.6% of total variation under normal and drought stress conditions. The first and second factors were introduced as yield and yield component factors. Genotype grouping in both conditions was conducted using UPGMA method and the square Euclidean distance. Genotypes were grouped in three clusters in both conditions.

Keywords: Cluster analysis, Factor analysis, Kabuli chickpea, Path analysis, Stepwise regression and Terminal drought stress.

Received: April, 2011 **Accepted: October, 2011**

1- M.Sc. Student, Agricultural and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: hadi_map22@yahoo.com)
2 & 4- Professor, Agricultural and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.1.6]