

## ارزیابی برخی از خصوصیات زراعی در ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در کشت پاییزهٔ دیم استان کردستان

آرمان نامداری<sup>۱</sup>، همایون کانونی<sup>۲\*</sup>، هادی احمدی<sup>۳</sup>، احمد اسماعیلی<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، ۲- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران، ۳ و ۴- دانشیار، گروه آموزشی مهندسی کشاورزی- زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۸)

### چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی و توسعه کشت پاییزه نخود در کشور، چهارده ژنوتیپ نخود شامل ۱۳ لاین منتخب از سری ژرم پلاسما مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا)، به همراه ژنوتیپ ILC 482 به عنوان رقم شاهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و طی دو سال زراعی (۹۳-۱۳۹۱)، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال استان کردستان بررسی شدند. لاین‌های نخود از لحاظ تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، تعداد شاخه‌های ثانویه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت، تعداد بوته در کرت و عملکرد دانه، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت و لاین‌های جدید از نظر اغلب صفات، برتری چشمگیری بر شاهد (ILC 482) داشتند. بر اساس تجزیه ضرایب مسیر، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد شاخه‌های ثانویه، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند و بنابراین برای انتخاب ارقام پرمحصول نخود در کشت پاییزه غرب کشور باید به این صفات توجه بیشتری نمود. علاوه بر این، لاین FLIP 09-130C با دارا بودن عملکرد دانه بالاتر و معنی‌دار نسبت به شاهد (ILC 482)، برای کشت پاییزه نخود در شرایط دیم استان کردستان مناسب تشخیص داده شد. این لاین از وزن ۱۰۰ دانه مطلوب و ارتفاع بوته مناسب برای برداشت مکانیزه برخوردار بود.  
واژه‌های کلیدی: صفات زراعی، عملکرد دانه، نخود.

## Evaluation of some agricultural characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn dryland sowing in Kurdistan province

Arman Namdari<sup>1</sup>, Homayoun Kanouni<sup>2\*</sup>, Hadi Ahmadi<sup>1</sup>, Ahmad Ismaili<sup>1</sup>

1. Agricultural Engineering Education Group, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, 2. Field and Horticultural Sciences Research Unit, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kurdistan, AREEO, Sanandaj, Iran.

(Received: November 15, 2017- Accepted: April 17, 2019)

### ABSTRACT

To evaluate the genetic diversity and develop of new chickpea cultivars for autumn planting in the country, 14 genotypes of chickpea including 13 selected lines from germplasm of International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), as well as one check variety, ILC 482, investigated in a randomized complete block design with four replications during two years (2012-2014) in Saral Agriculture Research Station, Kurdistan province. The evaluation of chickpea lines was performed in terms of number of days from planting to flowering and maturity, plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, number of primary and secondary branches per plant, biological yield, harvest index, 100-seed weight and grain yield. Combined analysis of variance showed that there were significant differences between the studied genotypes for days from planting to flowering and maturity, plant height, number of pods per plant, number of secondary branches, harvest index, 100 seed weight and grain yield, and new lines compared to control cultivar had a significant superiority for most of the traits. Based on path analysis, biological yield, harvest index and number of secondary branches had the most direct effect on grain yield. Therefore, to select high-yielding chickpea cultivars in autumn sowing in west highland areas of Iran, these traits should be paid more attention. In addition, FLIP 09-130C line which had higher and significant seed yield than check line (ILC 482), was identified favorable for autumn sowing in Kurdistan province. This genotype had appropriate seed yield and plant height for mechanical harvesting.

**Keywords:** Agronomic traits, chickpea, seed yield.

\* Corresponding author E-mail: h.kanouni@areeo.ac.ir

## مقدمه

حبوبات نه تنها از لحاظ پروتئین و نشاسته غنی هستند، بلکه سرشار از عناصری مانند فیبر، ویتامین‌ها، و مواد معدنی می‌باشند و سلامت مصرف‌کنندگان را تضمین می‌کنند. مزایای متعدد حبوبات برای سلامتی انسان، از جمله شاخص گلاسیمیک پایین برای افراد مبتلا به بیماری دیابت و جلوگیری از سرطان، به اثبات رسیده است (Yadav *et al.*, 2007). حبوبات همچنین به بهبود حاصلخیزی خاک، مخصوصاً در نواحی دیم کمک می‌کنند. نخود از مهم‌ترین حبوبات ایران است که سطح زیر کشت آن در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ایران ۴۶۳۰۰۰ هکتار و تولید و عملکرد آن به ترتیب ۱۹۳۰۰۰ تن و ۴۰۲ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ahmadi *et al.*, 2016).

نخود دارای ریشه عمیق است و می‌تواند تحت شرایط تنش شدید خشکی که برای اغلب محصولات زراعی کشنده است، رشد کند و دانه دهد. این گیاه از طریق همزیستی با باکتری ریزوبیوم، باعث تثبیت ازت اتمسفری می‌شود و در هر فصل زراعی، به طور متوسط ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک می‌افزاید (Singh *et al.*, 1993). علاوه بر این، نخود می‌تواند فسفر را از منابعی که برای سایر گیاهان زراعی قابل دسترس نیست، استخراج کند و مورد استفاده قرار دهد. این توانایی، به دلیل وجود ترشحات ریشه‌ای غنی از اسید سیتریک است که به حل شدن کلسیم فسفات‌ها کمک می‌نماید (Hunter *et al.*, 2014). از طرف دیگر این محصول، به دلیل جلوگیری از تجمع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، از جایگاه ویژه‌ای در تناوب باغلات برخوردار است.

افزایش عملکرد دانه، مهم‌ترین هدف اصلاحی نخود است (Yadav *et al.*, 2007). یکی از راه‌های نیل به این هدف، تغییر زمان کاشت از بهار به پاییز یا زمستان است (Malhotra and Saxena, 1993). پس از پی بردن به مزایای تغییر زمان کاشت نخود از بهار به پاییز، تلاش‌های به نژادی برای تحمل به تنش سرما در نخود شروع شده است (Malhotra & Saxena, 1993). عملکرد دانه، صفت کمی پیچیده‌ای است که تا حد

زیادی تحت تأثیر حاصلخیزی خاک، رطوبت، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Kearsey & Pooni, 1996) و به دلیل تعداد زیاد ژن کنترل کننده عملکرد و تأثیر عوامل محیطی بر آن، قابلیت توارث آن پایین است. از طرف دیگر، انتخاب بر اساس صفات مرفولوژیک وابسته به عملکرد دانه مانند اجزای آن، به دلیل آسانی اندازه‌گیری و وراثت‌پذیری نسبتاً بالا، روشی سریع و مطمئن برای غربال جوامع گیاهی برای بهبود عملکرد دانه است (Sleper & Poehlman, 2006). بنابراین، پی بردن به رابطه آن‌ها با عملکرد و به عبارت دیگر همبستگی بین عملکرد و اجزای آن ضروری می‌باشد.

معمولاً بین صفات مرتبط با عملکرد، همبستگی منفی وجود دارد و با توجه به روابط پیچیده صفات با یکدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چندمتغیره برای درک عمیق‌تر روابط بین صفات بهره برد (Singh *et al.*, 1993). در مطالعات مربوط به عملکرد، از روش تجزیه علیت برای بررسی اثرات صفات مؤثر بر عملکرد و روابط بین آن‌ها استفاده می‌شود. با کمک این روش، می‌توان همبستگی بین عملکرد و اجزای آن را تفکیک و بررسی نمود. تجزیه علیت، ابزار مناسبی برای تعیین اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد در گیاهان زراعی است. در این روش، ماهیت همبستگی‌های ساده مشخص می‌شود و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وابسته تعیین می‌گردد (Dewey & Lu, 1959).

در ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود، از فنون آماری تک و چند متغیره استفاده می‌شود و بر آزمون مفروضات تجزیه واریانس تأکید شده است (Ahmad Khan, 2009). Tadesse *et al.* (2016) ضرایب همبستگی و تجزیه علیت را برای بررسی صفات کمی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ دسی در اتیوپی به کار بردند. بر اساس نتایج این تحقیق، صفات ارتفاع بوته، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه نخود تیپ دسی داشتند. Kanouni and Malhotra (2003) در بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات ژنوتیپ‌های

اجرای تحقیق در جدول ۲ و میانگین دما و بارندگی در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. بر اساس این جدول‌ها، تعداد روزهای بارندگی و تعداد روزهای یخبندان (دمای زیر صفر درجه سانتیگراد) در سال اول کمتر از سال دوم بود. مجموع نزولات جوئی در سال اول و دوم به ترتیب برابر با ۲۹۶ و ۳۳۲/۶ میلیمتر بود.

در هر دو سال، آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ ژنوتیپ در چهار تکرار انجام شد و عملیات کاشت در نیمه مهر ماه، به صورت دستی صورت گرفت. عملیات آماده سازی بستر بذر شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم و تسطیح بود. کوددهی مزرعه بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به عنوان شروع کننده<sup>۲</sup> انجام شد. ابعاد هر واحد آزمایشی چهار متر در ۱/۲ متر بود که هر واحد، در برگزیده چهار ردیف چهار متری به فواصل ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر بود و بذرها با فاصله ۱۰ سانتیمتری از هم روی ردیف‌ها کشت شدند.

کلیه مراقبت‌های زراعی مانند وجین و مبارزه با آفات، بر اساس نیاز و به طور یکسان در تمامی واحدهای آزمایش انجام گرفت. عملیات برداشت با دست و پس از زرد شدن بیش از ۹۰ درصد بوته‌های داخل هر کرت انجام شد. تعداد روز تا گلدهی یعنی فاصله زمانی از کاشت تا هنگامی که ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت حداقل دارای یک گل بودند، تعداد روز تا رسیدگی یعنی تعداد روزها از کاشت تا زمانی که حداقل ۸۰ درصد از غلاف‌های موجود در کرت رسیده شدند، تعداد غلاف در بوته (پنج بوته به طور تصادفی از دو ردیف میانی هر کرت انتخاب و تعداد غلاف‌ها شمارش شدند و میانگین تعداد غلاف به عنوان ارزش کرت منظور شد) از جمله صفات مورد مطالعه بودند.

تعداد دانه در غلاف (تعداد دانه در غلاف‌های پنج بوته به تصادف انتخاب و شمارش شدند و میانگین آن به عنوان ارزش کرت ثبت شد)، ارتفاع بوته (ارتفاع پنج بوته تصادفی از سطح خاک تا بالاترین سطح تاج‌پوش بر حسب سانتیمتر اندازه‌گیری و یادداشت شد)، تعداد شاخه‌های اولیه (متوسط تعداد شاخه اولیه در پنج بوته

نخود، بالاترین اثرات مستقیم مثبت بر عملکرد دانه را مربوط به شاخص برداشت و وزن ۱۰۰ دانه دانستند و آن‌ها را به عنوان مهم‌ترین صفات مؤثر بر افزایش عملکرد نخود در شرایط دیم اعلام کردند.

نخود در نواحی غرب کشور، به طور سنتی در بهار، با تکیه بر رطوبت ذخیره شده در خاک کشت می‌شود. چنین محصولی از مرحله گلدهی تا رسیدگی، با دمای بالا و تنش خشکی روبه‌رو است و تا حد زیادی از عملکرد آن کاسته می‌شود. انتقال زمان کاشت از بهار به پائیز، مشکل تنش خشکی را برطرف می‌کند ولی مشکلات دیگری مانند بیماری برق‌زدگی، تنش سرما و علف‌های هرز را به دنبال دارد. بنابراین، با بررسی صفات و مقایسه ارقام، باید ژنوتیپ‌هایی که در برابر برق‌زدگی و سرما مقاوم هستند را گزینش و معرفی کرد. در ایستگاه‌های وابسته به مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، همه ساله خزانه‌های متعددی برای گزینش و غربال لاین‌های متحمل به سرما مورد بررسی قرار می‌گیرد و ارقام مناسبی برای کشت پائیزه معرفی می‌شوند (Kanouni et al., 2013). تحقیق حاضر به منظور ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط بین این صفات در لاین‌های پیشرفته نخود در شرایط دیم پائیزه، به مرحله اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت دو سال زراعی و در فاصله سال‌های ۹۳-۱۳۹۱، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال استان کردستان در ۶۰ کیلومتری شمال سنندج، با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و هشت دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۲۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. محل اجرای آزمایش دارای خاک زراعی عمیق با بافت لوم و ساختمان دانه‌ای کلوخه‌ای بود. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۳ لاین منتخب از سری ژرم‌پلاسِم مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا<sup>۱</sup>)، به همراه لاین ILC 482 به عنوان رقم شاهد بودند (جدول ۱). متوسط پارامترهای اقلیمی در سال‌های

<sup>2</sup>Starter

<sup>1</sup>International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه

Table 1. Characteristics of studied chickpea genotypes

No.	Entry name	Origin	Pedigree
1	FLIP07-201C	ICARDA	X03TH-20/(S00784XFLIP97-28C)XICCV2
2	FLIP07-225C	ICARDA	X02TH69/S00792 X FLIP98-028C
3	FLIP09-2C	ICARDA	X05TH21/(FLIP98-206CXFLIP97-90C)XFLIP02-42C
4	FLIP09-40C	ICARDA	X04TH163/ICCV-2XFLIP97-116
5	FLIP09-47C	ICARDA	X04TH163/ICCV-2XFLIP97-116
6	FLIP09-65C	ICARDA	X05TH11/X04TH-130XFLIP02-36C
7	FLIP09-107C	ICARDA	X05TH110/FLIP00-16XFLIP97-85
8	FLIP09-109C	ICARDA	X05TH112/FLIP97-121XFLIP00-17
9	FLIP09-115C	ICARDA	X05TH120/FLIP98-38XFLIP97-85
10	FLIP09-123C	ICARDA	X05TH131/FLIP97-118XFLIP00-17
11	FLIP09-130C	ICARDA	X05TH134/FLIP00-14XF5LM(5308)
12	FLIP09-147C	ICARDA	X06TH6/X05TH103XFLIP03-120
13	FLIP09-162C	ICARDA	X06TH8/X05TH111XFLIP03-109
14	ILC 482(check)	Turkey	Turkish landrace

جدول ۲- مشخصات اقلیمی و داده‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال کردستان برای فصل‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۱

Table 2. Climatological characteristics and meteorological data of Saral agricultural research station in Kurdistan in 2012-2014 cropping seasons

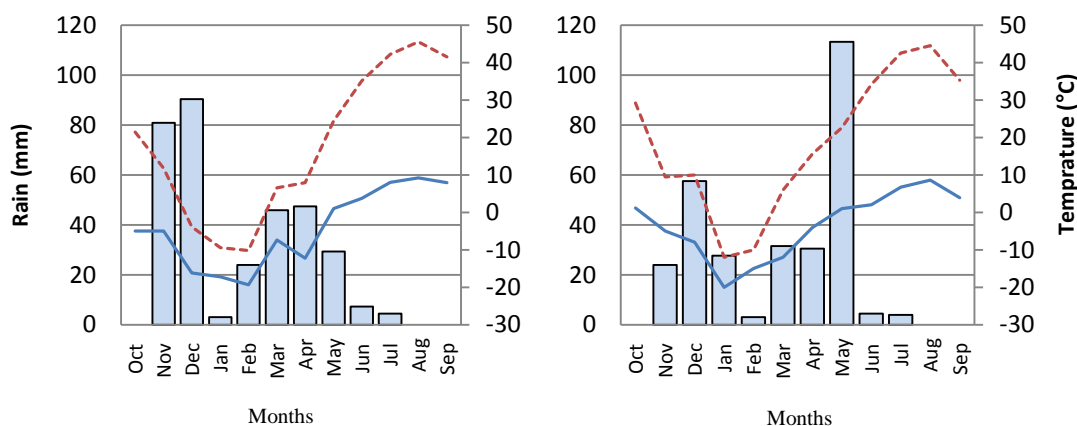
Months	Cropping Season					
	2012-13			2013-14		
	Rainy days No.	Relative Humidity (%)	Days below zero	Rainy days No.	Relative Humidity (%)	Days below zero
Oct	0	29	0	0	41.7	3
Nov	10	41	13	14	66.8	19
Dec	12	46	25	13	71.6	24
Jan	5	85.7	30	4	73.4	30
Feb	6	82	30	6	76.9	30
Mar	15	67	26	13	77.6	19
Apr	8	44	12	11	68.8	16
May	11	59	0	11	62.2	0
Jun	5	45	0	4	58.4	0
Jul	0	36.2	0	3	45.5	0
Aug	0	34.8	0	0	33.1	0
Sep	0	29.7	0	0	27.9	0
Mean/Total	72	49.9	136	79	58.7	141

حذف ردیف‌های حاشیه و ۲۵ سانتیمتر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها اندازه‌گیری شد و بر حسب کیلوگرم در هکتار برای هر کرت ثبت شد)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به صورت درصد محاسبه و ثبت شد) و عملکرد دانه (پس از رسیدن بوته‌های هر کرت و حذف حاشیه، وزن بذر تولیدی در هر کرت اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم در هکتار

تصادفی شمارش و ثبت شد)، تعداد شاخه‌های ثانویه (متوسط تعداد شاخه ثانویه در پنج بوته تصادفی شمارش و ثبت شد)، وزن ۱۰۰ دانه (وزن ۱۰۰ دانه از بذرهای تولیدی در هر کرت که رطوبت اضافی خود را در هوای آزاد از دست داده بودند، با ترازوی حساس اندازه‌گیری و بر حسب گرم یادداشت شد)، عملکرد بیولوژیک (وزن همه بوته‌های موجود در سطح کرت با

چندگانه صفات مؤثر بر عملکرد دانه محاسبه شدند. از عامل تورم واریانس (VIF)<sup>۱</sup> برای تعیین وجود چند همخطی و ارزیابی ضعف یا قوت ضرایب رگرسیون استفاده شد. به منظور درک بهتر روابط بین صفات، ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم تجزیه شدند (Dewey & Lu, 1959). فرض مخالف صفر بودن اثرات مستقیم، توسط آزمون t- student تأیید شد. تمام تجزیه‌های آماری توسط نرم‌افزار GenStat نسخه ۱۲/۱ انجام شدند.

یادداشت شد) از دیگر صفات مورد بررسی بودند. علاوه بر این صفات، تعداد بوته باقیمانده در هر پلات بعد از سرمای زمستان نیز ثبت شدند. پس از پایان هر سال، تجزیه واریانس ساده و در پایان دوره دو ساله و به منظور بررسی اثر متقابل بین سال و ژنوتیپ، تجزیه واریانس مرکب بر روی داده‌ها انجام شد. میانگین صفات توسط آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) مقایسه شدند. از تحلیل کوواریانس برای حذف اثر متغیر مداخله‌گر (تعداد بوته) استفاده شد تا عملکرد دانه با دقت بیشتری برآورد شود. سپس ضرایب همبستگی ساده بین صفات و مدل رگرسیون خطی



شکل ۱- میزان بارندگی و دمای حداقل (خط ممتد) و حداکثر (خط منقطع) ایستگاه سارال کردستان طی دو سال متوالی ۹۲-۱۳۹۱ (a) و ۹۳-۱۳۹۲ (b).

Figure 1. Rainfall and minimum (continued) and maximum (discontinued) temperature of Saral station in Kurdistan during two successive cropping years, 2012-2013 (a) and 2013-2014(b).

اولیه (۳۵/۱) بود. این نتایج حاکی از آن است که میزان پراکندگی در تعداد شاخه‌های اولیه، حدوداً ۱۷۵ برابر میزان پراکندگی در تعداد روز از کاشت تا گلدهی بوده است. برخی از محققان، اندازه ضریب تغییرات را به دقت اندازه‌گیری صفت مورد نظر نسبت می‌دهند (Goa, 2014). ضریب تغییرات برای عملکرد دانه، ۳۰/۸ درصد بود. یکی از عوامل بالا بودن ضریب تغییرات عملکرد در چنین تحقیقاتی می‌تواند اجرای آزمایش در شرایط دیم باشد (Tadesse et al., 2016).

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس ساده صفات نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر همه صفات بجز عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در غلاف در سال اول و عملکرد بیولوژیک در سال دوم، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ارائه نشده‌اند). نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله در جدول ۳ نشان داده شده است. کمترین و بیشترین میزان ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به تعداد روز از کاشت تا رسیدگی (۰/۲) و تعداد شاخه‌های

<sup>1</sup>Variance inflation factor (VIF)

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب و میانگین مربعات صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود

Table 3. Combined ANOVA and mean squares of investigated traits in chickpea genotypes

Source of variation	Degree of freedom	DF	DM	PBN	SBN	PHT	P/P
Year(Y)	1	3.22*	0.57	60.04**	180.04**	3291.78**	2442.2
Error1	6	0.38	0.21	4.04	8.56	21.08	273.4
Genotype(G)	13	26.68**	40.73**	0.63	22.68**	93.16**	1564.1**
G×Y	13	3.56	5.32**	0.86	13.94**	21.86**	453.2**
Error2	78	2.23	0.25	1.05	4.16	7.35	168.5
CV% (1)		0.1	0.01	18.3	11.7	4.0	7.6
CV% (2)		0.6	0.2	35.1	30.6	8.9	22.3

ادامه جدول ۳...

Source of variation	Degree of freedom	SW	BYLD	HI	P/Plot	S/P	YLD
Year(Y)	1	34.55	0.24	227.01	41387.3*	0.16*	126565
Error1	6	21.68	135.81	497.4	5936.4	0.02	72941
Genotype(G)	13	42.23**	24.08	1920.2**	2355.4**	0.01	316345**
G×Y	13	7.22	1.54	244.82	1096.0**	0.02	56178*
Error2	78	4.93	27.02	360.71	407.7	0.01	25459
CV% (1)		3.5	19.0	16.9	21.9	3.9	13.9
CV% (2)		6.2	31.6	33.9	22.5	11.3	30.8

\* و \*\* به ترتیب نشانگر تفاوت معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند. DF=تعداد روز از کاشت تا گلدهی، DM=تعداد روز از کاشت تا گلدهی، P/P=تعداد شاخه‌های اولیه، SBN=تعداد شاخه‌های ثانویه، PHT=ارتفاع بوته، p/p=تعداد غلاف در بوته، SW=وزن ۱۰۰ دانه، BYLD=عملکرد بیولوژیک، HI=شاخص برداشت، P/plot=تعداد بوته در کرت، s/p=تعداد دانه در غلاف، YLD=عملکرد دانه.

\*, \*\*: Significant at 0.05, 0.01 of probability levels, respectively

DF= Days from sowing to flowering, DM= Days to maturity, PBN= Primary branches number, SBN= Secondary branches number, PHT= Plant height, p/p= Pod per plant, SW= 100- seed weight, BYLD= Biological yield, HI= Harvest index, P/Plot= Plant per plot, S/P= Seed per pod, YLD= Seed yield.

یکی از دلایل عمده تفاوت حدود ۱۵ روز در میانگین تعداد روز از کاشت تا گلدهی در دو سال اجرای آزمایش می‌تواند شرایط جوی و به‌ویژه تفاوت در میزان بارندگی در دو سال زراعی باشد (جدول ۱). از طرف دیگر، تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد روز از کاشت تا گلدهی، معنی‌دار بود ( $P < 0.01$ ). میانگین این صفت

میانگین برخی از صفات به تفکیک سال، میانگین دو ساله و همچنین مقایسه میانگین‌ها برای ژنوتیپ‌های تحت مطالعه در جدول ۴ ارائه شده‌اند. چنانچه ملاحظه می‌شود، اثر سال بر تعداد روز از کاشت تا گلدهی معنی‌دار بود. تعداد روز از کاشت تا گلدهی در سال اول (۲۲۰/۲۰ روز) کمتر از سال دوم (۲۳۵/۴۱ روز) بود (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی به تفکیک سال

Table 4. Mean of studied traits in Kabuli type chickpea genotypes by years.

Genotype	Days to Flowering			Days to Maturity			Plant height(cm)		
	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean
FLIP07-201C	235.25	236.50	235.30	258.00	262.00	260.00	39.13	27.00	33.06
FLIP07-225C	235.00	235.00	235.00	258.25	260.00	259.13	35.25	22.25	28.75
FLIP09-2C	238.00	235.80	236.88	259.25	259.00	259.13	38.53	25.75	32.17
FLIP09-40C	235.00	236.80	235.88	258.25	257.75	258.00	41.25	40.00	40.62
FLIP09-47C	240.25	237.30	238.75	260.00	264.00	262.00	36.25	23.50	29.88
FLIP09-65C	230.25	230.00	230.16	252.00	251.00	251.50	34.25	22.50	28.38
FLIP09-107C	235.00	235.80	235.38	258.00	260.00	259.00	34.84	25.00	29.92
FLIP09-109C	235.00	235.50	235.25	258.00	258.75	258.38	33.84	24.50	29.17
FLIP09-115C	235.00	235.30	235.12	258.00	257.25	257.63	38.75	25.00	31.88
FLIP09-123C	235.00	234.00	234.50	258.25	258.00	258.13	35.25	24.50	29.87
FLIP09-130C	235.25	235.50	235.38	258.25	258.00	258.13	37.59	35.00	36.29
FLIP09-147C	235.25	236.80	236.00	258.50	260.00	259.25	35.50	25.00	30.25
FLIP09-162C	235.00	235.00	235.00	258.25	258.25	258.25	32.25	20.75	26.50
ILC 482(check)	235.00	236.50	235.75	258.00	259.00	258.50	31.09	23.25	27.17
Mean	220.20	235.41	235.31	257.93	258.79	258.36	35.98	25.14	30.57
LSD <sup>5%</sup>	1.06	2.83	1.487	0.73	0.69	0.494	4.54	3.08	2.69

برای ژنوتیپ‌های نخود طی دو سال نشان داد که ژنوتیپ‌های FLIP09-65C و FLIP09-47C به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد روز از کاشت تا گلدهی را داشتند (جدول ۴).

تفاوت بین ژنوتیپ‌های نخود از لحاظ تعداد روز از کاشت تا رسیدگی معنی‌دار بود. لاین FLIP 09-47C با ۲۶۲ روز و لاین FLIP 09-115C با ۲۵۷/۶۳ روز از کاشت تا رسیدگی، به ترتیب دیررس‌ترین و زودرس‌ترین ژنوتیپ‌های آزمایشی بودند (جدول ۴). همچنین اثر سال بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین ارتفاع بوته گیاهان تحت بررسی در سال اول (۳۵/۹۸ سانتیمتر) بیشتر از سال دوم (۲۵/۱۴ سانتیمتر) بود (جدول ۴). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر ارتفاع بوته نیز معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها برای این صفت نشان داد که در بلندترین ژنوتیپ (FLIP 09-40C)، ارتفاع بوته برابر با ۴۰/۶۲ سانتیمتر بود، در حالی که ارتفاع بوته رقم شاهد (ILC 482) برابر با ۲۷/۱۷ سانتیمتر بود. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سال  $\times$  ژنوتیپ برای ارتفاع بوته، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به همان ژنوتیپ در سال اول زراعی (۹۱-۹۲) بود (جدول ۴). بسیاری از محققان بر این عقیده هستند که ارتفاع بوته در کنار ساختار ژنتیکی، به تراکم و زمان کاشت و شرایط اقلیمی بستگی دارد (Upadhyaya, 2003; Kujur *et al.*, 2016). با این وصف، گزارش شده است که ارتفاع بوته تا حد زیادی به وسیله عوامل محیطی به‌ویژه رطوبت و محتوای مواد معدنی خاک و همچنین تراکم بوته تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Yadav *et al.*, 2007). لاین FLIP 09-40C قابلیت برداشت با کمباین یا هد مخصوص را دارد و در صورت داشتن خصوصیات مطلوب دیگری مانند عملکرد و اندازه دانه می‌تواند کاندیدی برای معرفی رقم جدید باشد. Ganjealiet *al.* (2011) دامنه ارتفاع بوته را بین ۲۴/۲ تا ۴۲ سانتیمتر و Atieno *et al.* (2017) بین ۳۳/۱ تا ۴۱/۳ سانتیمتر گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. البته گزارشاتی از اجرای آزمایشات مختلف در محیط‌های معتدل مدیترانه‌ای وجود دارند که متوسط ارتفاع بوته را ۵۲/۸ تا ۶۸/۲ سانتیمتر اعلام نموده‌اند (Ceyhan *et al.*,

2013).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال برای وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار نبود ولی بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). میانگین این صفت نشان داد که وزن ۱۰۰ دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی، بین ۳۲/۷۴ گرم (FLIP 09-162C) تا ۴۱/۷۱ گرم (FLIP 09-147C) متغیر بود (جدول ۵). وزن ۱۰۰ دانه یکی از اجزای مهم عملکرد در نخود است و شرایط محیطی و ساختار ژنتیکی ژنوتیپ‌ها بر آن اثر می‌گذارد (Yadav *et al.*, 2007; Namvar *et al.*, 2011). در مطالعات اخیر، وزن ۱۰۰ دانه نخود بین ۳۴/۷ تا ۴۹/۴۰ گرم (Goa, 2014) و ۲۹/۴ تا ۴۴/۶ گرم (Namvar *et al.*, 2011) گزارش شده است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود ولی همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار وجود داشت. همچنین تفاوت بین تعداد غلاف در بوته در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو سال معنی‌دار بود ( $P=0.01$ ). کمترین (۱۴/۲) و بیشترین (۴۱/۶) تعداد غلاف در بوته به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های FLIP 07-225C و FLIP 09-130C بود. تعداد غلاف در بوته، یکی از اجزای عملکرد نخود است و تاثیر زیادی بر عملکرد دانه دارد (Upadhyaya, 2003). یافته‌های قبلی در رابطه با این صفت، دامنه‌ای بین ۱۵/۹ تا ۳۷/۳ غلاف (Kanouni *et al.*, 2013) و ۲۳/۴۶ تا ۳۳/۲۹ غلاف (Ceyhan, *et al.*, 2013) را نشان می‌دهند که تا حد زیادی با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

اثر سال بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود ولی بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر این خصوصیت تفاوتی وجود نداشت (جدول ۳). میانگین کل این صفت (۱/۰۱) مبین آن است که اغلب لاین‌ها و ارقام تحت مطالعه، دارای بیش از یک دانه در غلاف بوده‌اند (جدول ۵).

اثر سال بر تعداد شاخه‌های اولیه معنی‌دار بود ولی تفاوت معنی‌داری بین ارقام از لحاظ این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). میانگین کل این صفت در دو سال

آزمایش نشان داد که در سال اول، ۳/۶۶ و در سال دوم، ۲/۲ شاخه اولیه توسط لاین‌های آزمایش تولید شده است. برخی از مطالعات، نشان دهنده تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های بررسی شده از نظر تعداد شاخه‌های اولیه می‌باشند (Liu *et al.*, 2003; Navab *et al.*, 2013).

جدول ۵- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی به تفکیک سال

Table 5. Mean of Studied traits in Kabuli type chickpea genotypes by years

Genotype	Seed weight (g)			No. of Pods per plant			No. of seeds per pod		
	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean
FLIP 07-201C	35.78	36.84	36.31	29.37	25.75	27.55	0.98	0.95	0.97
FLIP 07-225C	35.21	33.78	34.50	17.0	11.38	14.20	1.06	1.01	1.04
FLIP 09-2C	35.37	38.53	36.95	20.63	33.13	26.90	1.09	0.95	1.03
FLIP 09-40C	33.00	33.41	33.20	26.25	28.38	27.30	1.17	0.96	1.06
FLIP 09-47C	38.54	34.06	36.30	25.75	23.88	24.80	1.10	1.06	1.08
FLIP 09-65C	35.44	33.81	34.62	40.38	42.63	41.50	0.95	1.08	1.02
FLIP 09-107C	35.54	34.11	34.82	21.25	40.25	30.75	1.07	0.96	1.01
FLIP 09-109C	39.15	35.73	37.44	26.13	37.63	31.90	1.01	0.89	0.95
FLIP 09-115C	36.83	35.44	36.14	31.25	25.63	26.95	1.06	0.96	1.01
FLIP 09-123C	35.05	34.07	34.56	25.88	27.88	26.90	1.05	1.06	1.05
FLIP 09-130C	38.45	38.21	38.33	41.63	41.63	41.60	1.03	0.97	0.99
FLIP 09-147C	42.28	41.13	41.71	22.38	28.75	25.55	1.06	0.86	0.96
FLIP 09-162C	34.25	31.23	32.74	30.38	39.88	35.10	1.11	0.98	1.05
ILC 482(check)	37.71	36.70	37.21	20.0	33.88	26.95	1.02	1.00	1.01
Mean	36.61	35.50	36.06	27.02	31.48	29.14	1.05	0.98	1.02
LSD <sub>5%</sub>	3.56	2.73	2.21	8.965	9.59	6.46	0.17	0.16	0.11

تعداد شاخه‌های ثانویه ارقام مختلف نخود ۴/۴۰ تا ۱۱/۶۵ (Atta *et al.*, 2008) و ۷/۸۱ تا ۱۵/۰۲ (Goa *et al.*, 2017) گزارش شده است. اثر هیچ کدام از منابع تغییر بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب مربوط به لاین ILC 482 (شاهد) و لاین FLIP 09-109C بود (جدول ۶).

در مورد تعداد شاخه‌های ثانویه، اثر سال، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین این صفت در سال اول، ۷/۸۹ شاخه و در سال دوم، ۵/۳۹ شاخه بود. بر اساس میانگین دو سال، بیشترین تعداد شاخه ثانویه (۱۱/۱۲) مربوط به لاین FLIP 09-65C و کمترین تعداد شاخه ثانویه (۵/۰۰) مربوط به لاین FLIP 07-225C بود (جدول ۶). در بررسی‌های مشابه،

جدول ۶- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی به تفکیک سال

Table 6. Mean of studied traits in Kabuli type chickpea genotypes by years

Genotype	No. Primary branches			No. of Secondary branches			Biological yield (kg/h)		
	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean
FLIP 07-201C	3.25	2.25	2.75	7.00	4.50	5.75	1740.5	1847	1794
FLIP 07-225C	3.00	2.00	2.50	5.50	4.50	5.00	1813.3	1864	1839
FLIP 09-2C	3.00	2.00	2.50	6.75	5.00	5.88	1476.0	1446	1461
FLIP 09-40C	4.00	2.00	3.00	8.25	5.50	6.88	1824.3	1863	1844
FLIP 09-47C	3.75	2.75	3.25	6.25	5.25	5.75	1508.5	1475	1492
FLIP 09-65C	4.75	1.75	3.25	10.00	12.25	11.12	1596.5	1519	1558
FLIP 09-107C	3.00	2.50	2.75	6.00	5.50	5.75	1740.7	1839	1790
FLIP 09-109C	3.00	2.00	2.5	6.00	4.50	5.25	1412.3	1171	1291
FLIP 09-115C	4.25	2.00	3.13	7.50	4.75	6.12	1601.5	1620	1611
FLIP 09-123C	3.75	2.00	2.88	6.50	4.00	5.25	1533.3	1532	1532
FLIP 09-130C	4.00	2.25	3.13	13.00	5.00	9.00	1735.3	1709	1722
FLIP 09-147C	4.00	2.25	3.13	7.75	5.50	6.62	1658.5	1734	1696
FLIP 09-162C	3.75	2.50	3.13	10.00	5.25	7.62	1504.0	1543	1524
ILC 482(check)	3.75	2.50	3.13	10.00	4.00	7.25	1864.5	1846	1855
Mean	3.66	2.20	2.93	7.89	5.39	6.66	1643.5	1643	1644.0
LSD <sub>5%</sub>	1.87	0.88	1.02	3.21	2.59	2.03	709.7	775.0	517.2

۷ نشان می‌دهد که در مطالعه حاضر، دامنه تغییرات شاخص برداشت قابل توجه بود (۷۱/۱-۱۴/۴ درصد).

بر اساس جدول ۳، تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر شاخص برداشت معنی‌دار بود (P=0.01). جدول



شاخص برداشت، ۴۲/۲ درصد گزارش شد و تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد نظر مشاهده نشد (Gholami-Zali *et al.*, 2015).

این موضوع نشان از تنوع ژنتیکی برای شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارد. در بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در دو کشت پائیزه و بهاره در استان لرستان، متوسط

جدول ۷- میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی به تفکیک سال

Table 7. Mean of studied traits in Kabuli type chickpea genotypes by years

Genotype	Harvest index			Seed yield (kg/h)		
	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean
FLIP 07-201C	31.32	30.80	31.1	519.3	503.9	512.2
FLIP 07-225C	17.18	11.67	14.4	108.2	180.4	144.4
FLIP 09-2C	22.95	40.07	31.5	363.6	520.5	442.2
FLIP 09-40C	44.43	28.85	36.6	682.8	393.8	538.1
FLIP 09-47C	55.71	55.01	55.4	680.1	643.7	662.0
FLIP 09-65C	63.27	78.98	71.1	859.1	1035.7	947.3
FLIP 09-107C	26.74	31.46	29.1	477.4	562.5	520.1
FLIP 09-109C	41.25	36.70	39.0	559.4	360.9	460.2
FLIP 09-115C	28.66	19.64	24.2	483.6	345.6	392.2
FLIP 09-123C	27.70	19.53	23.6	409.7	335.9	373.1
FLIP 09-130C	61.02	37.94	49.5	1040.9	603.0	822.4
FLIP 09-147C	35.01	25.80	30.4	458.4	399.6	429.2
FLIP 09-162C	44.29	35.81	40.1	671.7	550.9	611.1
ILC 482(check)	25.65	18.85	22.2	454.6	346.1	400.1
Mean	37.51	33.65	35.23	554.91	484.46	518.4
LSD <sub>5%</sub>	25.72	28.54	18.91	257.1	195.1	158.8

۱۳۰۰ با عملکرد ۸۲۲/۴ کیلوگرم در هکتار، از ارتفاع بوته (۳۶/۲۹ سانتیمتر) و وزن ۱۰۰ دانۀ مطلوبی (۳۸/۳۳ گرم) برخوردار بود (جدول ۴ و ۵). تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد بوته در کرت ( $P < 0.05$ )، یکسان نبودن تعداد بوته موجود در هر واحد آزمایشی را نشان داد (جدول ۳) و حاکی از آن بود که تفاوت ژنوتیپ‌های آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه، علاوه بر پتانسیل ذاتی هر ژنوتیپ، تحت تأثیر تعداد بوته در کرت نیز قرار گرفته است. جدول میانگین‌ها نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین تعداد بوته در کرت به ترتیب به لاین‌های FLIP 09-109C (۴۴ بوته) و FLIP 09-130C (۱۳۷ بوته) تعلق داشت. بنابراین از تجزیه کوواریانس که مدل ادغام شده آنوا (ANOVA) و روش‌های رگرسیونی برای متغیرهای پیوسته است، برای تصحیح مقادیر عملکرد دانه استفاده شد (جدول ۸). تجزیه کوواریانس نشان داد که متغیر کمکی (کوواریت) در سال دوم و در تجزیه مرکب دو سال معنی‌دار بود.

ارقام و لاین‌های مورد آزمایش از لحاظ عملکرد دانه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بر مبنای میانگین ارقام، بیشترین عملکرد دانه (۹۴۷/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به لاین FLIP 09-65C بود و کمترین آن (۱۴۴/۴ کیلوگرم در هکتار) به لاین FLIP 07-225C اختصاص داشت (جدول ۷). اثر متقابل سال × ژنوتیپ برای عملکرد دانه معنی‌دار بود ( $P = 0.05$ )؛ به عبارت دیگر، نمود ژنوتیپ‌های نخود در دو سال زراعی اجرای آزمایش متفاوت بود. نتایج نشان می‌دهند که در دو سال اجرای این تحقیق، بیشترین عملکرد دانه، به لاین FLIP 09-130C در سال اول (۱۰۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان عملکرد دانه به لاین FLIP 07-225C در همان سال اول (۱۰۸/۲ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. این تفاوت قابل ملاحظه در عملکرد ژنوتیپ‌های آزمایشی، ناشی از تلفات بوته‌ها در داخل واحدهای آزمایشی در اثر خسارت سرما بود که ضریب تغییرات را به بیش از ۳۰ درصد افزایش داد (جدول ۳). پرمحصول‌ترین لاین آزمایشی، از ارتفاع بوته خوبی برخوردار نبود (۲۸/۳ سانتیمتر) و بنابراین قابلیت برداشت مکانیزه را نداشت. در مقابل، لاین FLIP 09-

جدول ۸- تجزیه کوواریانس با تعداد بوته در پلات به عنوان متغیر کمکی و عملکرد دانه لاین‌های نخود به عنوان متغیر وابسته  
Table 5. Analysis of covariance (ANCOVA) with plant/plot as covariate and seed yield of chickpea lines as dependent variable.

Source of variation (S.O.V)	degree of freedom (d.f.)	Mean Square		
		2012	2013	Combined (d.f.)
Covariate	1	140668	182812	276995*(1)
Residual	2	39491	17592	32130(5)
Genotype(G)	13	144028**	64747**	174675**(13)
YLD	-	-	-	33815 <sup>ns</sup> (13)
Covariate	1	36564	214221**	156137*(1)
Error	38	32189	13469	23762(77)

در عملکرد دانه تعدیل شده لاین‌های آزمایشی، قدری کاهش یا افزایش رخ داد اما ترتیب ارقام تغییر نکرد. تحقیقات مشابهی بر روی مقاومت به سم ضد آفت ملخ در برنج، با برآورد LT<sub>50</sub> و تجزیه کوواریانس انجام شده است (Heong *et al.*, 2013).

بر اساس جدول ۹، عملکرد دانه لاین‌های تحت بررسی بر اساس متغیر کمکی (تعداد بوته در کرت) تصحیح شد. میانگین عملکرد دانه (تصحیح شده) نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به لاین‌های FLIP 07-225C (۱۹۸ کیلوگرم در هکتار) و FLIP 09-65C (۸۵۷ کیلوگرم در هکتار) بود. هر چند

جدول ۹- متغیر کمکی (تعداد بوته باقی مانده پس از سرمای زمستان) و عملکرد تعدیل شده ژنوتیپ‌های نخود  
Table 9. Covariate (number of survived plants after winter /plot) and adjusted yield of chickpea genotypes

Genotype	No. of plants per plot			Seed yield (Adjusted)		
	2012	2013	Mean	2012	2013	Mean
FLIP 07-201C	118.5	96.0	107.2	508	371	473
FLIP 07-225C	76.0	55.7	65.9	149	259	198
FLIP 09-2C	107.0	75.7	91.4	366	494	439
FLIP 09-40C	102.8	70.7	86.8	691	394	545
FLIP 09-47C	115.2	80.2	97.8	673	594	645
FLIP 09-65C	130.0	131.5	130.8	833	717	857
FLIP 09-107C	115.0	71.7	93.4	470	557	512
FLIP 09-109C	104.2	44.0	74.1	565	501	495
FLIP 09-115C	118.2	55.0	86.6	427	428	399
FLIP 09-123C	76.0	57.5	66.8	451	405	424
FLIP 09-130C	137.0	46.0	91.5	1007	733	818
FLIP 09-147C	85.5	60.5	73.0	488	453	466
FLIP 09-162C	119.2	79.7	99.5	659	503	590
ILC 482(check)	123.2	65.2	94.2	437	375	391
Mean	109.13	70.67	89.93	551.71	484.57	518
LSD 5%	31.49	20.21	40.09	264.2	186.7	240.6

مطابقت دارد (Singh *et al.*, 1993; Atta *et al.*, 2008; Ceyhan *et al.*, 2013). وجود رابطه مثبت و بسیار معنی‌دار بین تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی دور از انتظار نبود. از طرف دیگر، بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اولیه، همبستگی معنی‌دار مشاهده شد ( $P=0.05$ ). علاوه بر این، همبستگی بین عملکرد تک بوته و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. در برنامه‌های به‌نژادی، وجود همبستگی بین زوج صفات، برای گزینش بر اساس تعدادی از صفات لازم است (Atieno *et al.*, 2017).

روابط بین صفات بر اساس ضرایب همبستگی در جدول ۱۰ ارائه شده است. همبستگی بین دو صفت می‌تواند از لینکاژ بین ژن‌ها، اثرات متقابل غیر آلی و اثر یک ژن بر روی چند صفت (پلیوتروپی) به‌دست آید (Kearsey & Pooni, 1996). نتایج نشان می‌دهند که از بین صفات مورد بررسی، شاخص برداشت، بیشترین همبستگی را با عملکرد در واحد سطح داشت ( $r=0.73^{**}$ ) و به دنبال آن، صفات تعداد شاخه‌های ثانویه و تعداد غلاف در بوته، به ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه داشتند. نتایج حاضر تا حد زیادی با گزارش‌های سایر محققان

جدول ۱۰- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات (n=14)

Table 10. Phenotypic correlation coefficients between traits

Traits	صفات	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>
DF	(X <sub>1</sub> )											
DM	(X <sub>2</sub> )	0.677**										
PBN	(X <sub>3</sub> )	-0.053	-0.111									
SBN	(X <sub>4</sub> )	-0.324	-0.429	0.401								
PHT	(X <sub>5</sub> )	0.097	-0.101	0.523*	0.285							
P/P	(X <sub>6</sub> )	-0.285	-0.327	-0.009	0.222	-0.145						
S/P	(X <sub>7</sub> )	0.049	-0.049	0.111	0.162	0.201	-0.271					
SW	(X <sub>8</sub> )	0.122	0.088	0.065	0.052	0.088	0.036	-0.099				
BYLD	(X <sub>9</sub> )	0.024	0.031	0.282	0.092	0.122	0.008	-0.096	0.122			
HI	(X <sub>10</sub> )	-0.137	-0.274	-0.016	0.439	-0.005	0.383	0.215	-0.005	-0.489		
YLDP	(X <sub>11</sub> )	0.021	-0.037	0.184	0.138	0.259	0.190	-0.022	0.109	0.598*	-0.166	
YLDH	(X <sub>12</sub> )	-0.210	-0.331	0.225	0.638*	0.102	0.536*	0.119	0.121	0.085	0.731**	0.241

See Table 3 for abbreviations.

برای اختصارات به جدول ۳ مراجعه کنید.

قابل توجه بود (۰/۳۵۴). از بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته، تنها صفت حاضر در این تجزیه بود که هر چند اثر مستقیم آن بر عملکرد معنی دار بود ولی مقدار قابل توجهی نداشت. در مقابل، اثر غیر مستقیم تعداد غلاف در بوته از طریق شاخص برداشت (۰/۳۰۱)، حاکی از رابطه قوی این صفت با عملکرد دانه به واسطه سایر صفات بود. اثر مستقیم مثبت تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه، در توافق با سایر تحقیقات انجام شده است (Kayan & Adak, 2012; Navab *et al.*, 2013; Mousavi *et al.*, 2017).

در مطالعه Naveed *et al.* (2012) اثر مستقیم و مثبت زیست توده بر عملکرد دانه گزارش شده است. Singh *et al.* (1995) اثرات مستقیم عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه بر عملکرد دانه را در شرایط آبیاری تکمیلی بالا و معنی دار گزارش کردند. تنش خشکی انتهای فصل می تواند روابط بین صفات را در آزمایشات آبی، متفاوت از آزمایشات دیم و حتی متضاد نماید (Yadav *et al.*, 2007). عملکرد بیولوژیک پس از شاخص برداشت، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت (۰/۴۵۰). این صفت دارای اثر غیر مستقیم منفی و قابل توجهی بر عملکرد دانه، از طریق شاخص برداشت بود (۰/۳۹۳-). اثر مستقیم تعداد شاخه های ثانویه بر عملکرد دانه، مثبت و معنی دار بود. با توجه به این که شاخه های ثانویه، اصلی ترین جزء حامل غلاف و دانه در نخود است، اثر مستقیم بالای این

بر اساس تجزیه رگرسیون گام به گام، از ۱۲ صفت وارد شده به مدل، فقط صفات شاخص برداشت، تعداد شاخه های ثانویه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک در مدل باقی ماندند (جدول ۱۱). به طوری که مشاهده می شود، نتایج این تجزیه با نتایج همبستگی های ساده مطابقت داشت. شاخص برداشت، تعداد شاخه های ثانویه و تعداد غلاف در بوته، همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشتند و بنابراین برای افزایش عملکرد در نخود، می توان گزینش را بر اساس صفات مزبور انجام داد. ضریب تبیین این مدل، ۸۴/۱۸ درصد بود که حاکی از دقت مدل رگرسیونی در توجیه عملکرد از طریق صفات باقی مانده در مدل است. بررسی هم راستایی<sup>۱</sup> متغیرهای وارد شده در مدل نشان داد که عامل تورم واریانس برای هیچ کدام از متغیرها بیش از ۱۰ نبود و بنابراین هم راستایی یا هم خطی مشاهده نشد. نتایج تجزیه علیت<sup>۲</sup> در جدول ۱۲ نشان داده شده است. در این تجزیه، روابط علت و معلولی بین عملکرد دانه و صفاتی که در رگرسیون گام به گام در مدل باقی ماندند مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این تجزیه، شاخص برداشت از بین صفات یاد شده، بیشترین اثر مستقیم و معنی دار را بر عملکرد دانه داشت (۰/۷۹۲). اثر غیر مستقیم شاخص برداشت از طریق سایر صفات ناچیز بود و اثر مستقیم تعداد شاخه های ثانویه بر عملکرد دانه مثبت و معنی دار بود. همچنین، اثر غیر مستقیم این صفت بر عملکرد از طریق شاخص برداشت

<sup>2</sup> Path analysis<sup>1</sup> Collinearity

تجزیه، اثر باقی‌مانده کم نبود (۰/۳۶۸)؛ با این حال، صفت بر عملکرد دانه، توسط محققان متعددی گزارش شده است (Atta *et al.*, 2008; Karimi & Farnia, 2010; Kayan & Adak, 2012; Goa, 2014). در این متغیر که در بالا به آن‌ها اشاره شد، توجیه شدند.

جدول ۱۱- تجزیه رگرسیون گام به گام و متغیرهای باقی‌مانده در مدل

Table 11. Stepwise regression analysis and variables remained in the model.

Coefficient	Est.	S.E.	L.L.(95%)	U.L.(95%)	t	P-value	Mallow's Cp	VIF
Const.	-403.75	48.14	-499.19	-3080.32	-8.39	<0.0001	-	-
HI	8.81	0.63	7.56	10.07	13.96	<0.0001	197.12	2.26
SBN	17.71	3.89	10.11	25.41	4.56	<0.0001	24.59	1.46
PP	2.39	0.55	1.30	3.48	4.35	<0.0001	22.81	1.25
BYLD	21.55	2.30	16.98	26.11	9.35	<0.0001	90.68	1.64

See Table 3 for abbreviations.

برای اختصارات به جدول ۳ مراجعه کنید.

جدول ۱۲- تجزیه ضرایب همبستگی (تجزیه علیّت)

Table 12. Correlation coefficients analysis (Path analysis)

Effect	Path	Coefficient	p-value
<b>No. of pods/ plant</b>			
Direct Effect	$p_{1Y}$	0.181**	
Indirect effect via:			
Biological yield	$r_{12}p_{2Y}$	0.038	
Harvest index	$r_{13}p_{3Y}$	0.301	
No. of secondary branches	$r_{14}p_{4Y}$	0.051	
Polled effects	$r_{1Y}$	0.564**	<0.0001
<b>Biological yield</b>			
Direct Effect	$p_{2Y}$	0.450**	
Indirect effect via:			
No. of pods/ plant	$r_{12}p_{1Y}$	0.015	
Harvest index	$r_{23}p_{2Y}$	-0.393	
No. of secondary branches	$r_{24}p_{4Y}$	0.022	
Polled effects	$r_{2Y}$	0.094 <sup>ns</sup>	0.3697
<b>Harvest index</b>			
Direct Effect	$p_{3Y}$	0.792**	
Indirect effect via:			
Biological yield	$r_{13}p_{1Y}$	-0.221	
No. of pods/ plant	$r_{23}p_{2Y}$	0.072	
No. of secondary branches	$r_{34}p_{4Y}$	0.093	
Polled effects	$r_{3Y}$	0.736**	<0.0001
<b>No. of secondary branches</b>			
Direct Effect	$p_{4Y}$	0.211**	
Indirect effect via:			
Biological yield	$r_{14}p_{1Y}$	0.042	
Harvest index	$r_{24}p_{2Y}$	0.354	
No. of pods/ plant	$r_{34}p_{3Y}$	0.042	
Polled effects	$r_{4Y}$	0.649**	<0.0001
= 0.368 Effect of Residual			
= 0.842R <sup>2</sup> adjusted			

\*\* : Significant at 1% of probability level

\*\* : معنی دار در سطح احتمال یک درصد

معنی‌داری با یکدیگر داشتند. برای صفات مختلف، دامنه تغییرات مشخص شد و بهترین لاین‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی تعیین شدند. در رگرسیون گام به

### نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر عملکرد دانه و سایر صفات تحت بررسی، تفاوت

تعداد شاخه‌های ثانویه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، همبستگی بالایی ( $r = ۰/۵۶۴$ ) را بین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته ایجاد نمود. با توجه به مجموعه نتایج حاصل از این تحقیق، لاین FLIP 09- 130C با دارا بودن عملکرد دانه بالاتر و معنی‌دار نسبت به شاهد، برای کشت پاییزه نخود در شرایط دیم استان کردستان مناسب تشخیص داده شد. این لاین از وزن ۱۰۰ دانه مطلوب و ارتفاع بوته مناسب برای برداشت مکانیزه برخوردار بود.

گام، از تمامی صفات وارد شده به مدل، فقط شاخص برداشت، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک در مدل باقی ماندند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون، تفکیک اثرات غیر مستقیم صفات مرتبط با عملکرد دانه از اثر مستقیم آن‌ها، از طریق تجزیه علیت صورت گرفت و نتایج نشان داد که شاخص برداشت، بالاترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد در واحد سطح داشت. هر چند تعداد غلاف در بوته در بین صفات، کمترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت، ولی اثرات غیر مستقیم و مثبت این صفت از طریق

## REFERENCES

- Ahmadi, K., Gholizageh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Fazli Estabragh, M., Husseinpour, R., Kazemian, A. & Rafiei, M. (2016). *Agricultural statistics yearbook 2014-2015*. Center for Information Technology and Communications, Deputy of Programming and Economics, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.
- Atieno, J., Li, Y., Langridge, P., Dowling, K., Brien, C., Berger, B., Varshney, R. K. & Sutton, T. (2017). Exploring genetic variation for salinity tolerance in chickpea using image-based phenotyping. *Scientific Report*, 7, 1.
- Atta, B. M., Ahsanul Haq, M. & Mahmud Shah, T. (2008). Variation and inter-relationships of quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 40(2), 637-647.
- Ceyhan, E., Kahraman, A. & Dalgıç, H. (2013). Determination of some agricultural characters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *International Journal of Biological, Bio-molecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 7(11), 1092-1095.
- Dewey, D. R. & Lu, K. H. (1959). A correlation and path coefficient analysis of components of crested Wheatgrass seed production. *Agronomy Journal*, 51, 515-518.
- Ganjeali, A., Porsa, H., & Bagheri, A. (2011). Response of yield and morphophysiological characteristics of earliness chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Pulses Research*, 2(1) 65-80. (In Persian).
- Gholami-Zali, A., Ehsanzadeh P. & Razmjoo, J. (2015). Effects of irrigation regimes on seed yield and yield components of chickpea cultivars at two autumn and spring planting seasons in Lorestan province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(1) 123-135. (In Persian).
- Goa, Y., Bassa, D., Gezahagn, G. & Chichaybelew, M. (2017). Farmers participatory evaluation of chickpea varieties in Mirab Badwacho and Damot Fullasa districts of Southern Ethiopia. *Hydroogy: Current Research*, 8, 264.
- Goa, Y. (2014). Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties for yield performance and adaptability to southern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4: 34-38.
- Heong, K. L., Tan, K. H., Garcia, C. P. F., Liu, Z. & Lu, Z. (2013). *Research methods in toxicology and insecticide resistance monitoring of rice plant hoppers* (2<sup>nd</sup> edition). Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute (IRRI). 145 Pp.
- Hunter, P. H., Teakle, R. G. & Bending, G. D. (2014). Root traits and microbial community interactions in relation to phosphorus availability and acquisition, with particular reference to *Brassica*. *Frontiers in Plant Science*, 5, 27.
- Kanouni, H. & Malhotra, R. S. (2003). Genetic variation and relationships between traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 5 (3), 185-196. (In Persian).
- Kanouni, H., Farayedi, Y., Sabaghpour, S. H., Sadeghzaeh-Ahari, D., Shahab, M. R., Kamel, M., Saeid, A., Mahmoudi, A. A., Pezeshkpour, P., Nourallah, Kh., Hosni, M. H., Mahdieh, M., Bahrami Kamangar, S., Mahmoudi, F., Nematifrd, M. & Ghasemi, M. (2013). Saral, new chickpea variety to expand autumn sowing in highland cold areas of Iran. *Research Achievements for Field and Horticultural Crops*, 2(4), 265-276. (In Persian).

14. Karimi B. & Farnia A. (2010). Agronomic characteristics, yield and yield components of some rainfed chickpea cultivars by supplemental irrigation. *Agroecology Journal (Journal of New Agricultural Science)*, 5(17), 83-90.
15. Kayan, N. & Adak. M. S. (2012). Associations of some characters with grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 44(1), 267-272.
16. Kearsey, M. J. & Pooni, H. S. (1996). *The Genetical analysis of quantitative traits*. Chapman and Hall, London SE1 SHN. UK.
17. Kujur, A., Upadhyaya, H. D., Bajaj, D., Gowda, C. L. L., Sharma, S., Tyagi, A. K. & Paridam S. K. (2016). Identification of candidate genes and natural allelic variants for QTLs governing plant height in chickpea. *Scientific Reports*, 6, 27968.
18. Leport, L., Turner, N. C., Davies, S. L. & Siddique, K. H. M. (2006). Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought, *European Journal of Agronomy*, 24, 236-246.
19. Liu, P., Gan, Y., Warkentin, T. & Mc Donald, C. (2003). Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. *Crop Science*. 43,426-429.
20. Maleki, S., Moghaddam, A. N., Sabbaghpour, S. H., Noorinia, A. A. & Sabouri, H. (2016). Effect of Zeolite and Potassium on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in the different Irrigation regimes. *Advances Biomedical Research*, 7(4), 119- 127.
21. Malhotra, R. S. & Saxena, M. C. (1993). Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In: K. B. Singh and M. C. Saxena (eds.), *Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes*. John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp.429-438.
22. Mousavi, S. S., Abdullahi, M. R., Kian-ersi, F. & Ahmadi Dehrashid, D. (2017). Identification and evaluation of genetic variation and heritability traits affecting yield of chickpea under moisture stress conditions. *Iranian Journal of Pulse research*, 8(1), 192-208. (In Persian).
23. Namvar, A., Seyed-Sharifi, R. & Khandan, T. (2011). Growth analysis and yield of chickpea (*Cicerarietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. *Ekologija*, 57(3), 97-108.
24. Naveed, M. T., Ali, Q., Ahsan, M. & Hussain, B. (2012). Correlation and path coefficient analysis for various quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences*, 6(2), 97-106.
25. Nawab, N. N., Subhani G. M. & Ullah, M. N. (2013). Patterns of morphological diversity and character association in chickpea genotypes through multivariate approach. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(4), 1107-1114.
26. Singh, I. S., Hussain, M. A. & Gupta, A. K. (1995). Correlation studies among yield and yield contributing traits in F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> chickpea populations. *International and Pigeon Pea Newsletter*, 2, 11-13.
27. Singh, K. B., Malhotra, R. S. & Saxena, M. C. (1993). Relationship between cold severity and yield loss in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 170 (2), 121 – 127.
28. Sleper, D. A. & Poehlman, J. M. (2006). *Breeding Field Crops*, Wiley-Blackwell, pp. 432.
29. Tadesse, M., Fikre, A., Eshete, M., Girma, N., Korbu, L., Mohamed, R., Bekele, D., Funga, A. & Ojiewo, C. O. (2016). Correlation and path coefficient analysis for various quantitative traits in desi chickpea genotypes under rainfed conditions in Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, 8(12), 112-118.
30. Upadhyaya, H. D. (2003). Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. *Euphytica*, 132(3), 343-352.
31. Yadav, S. S., Redden, R. J., Chen, W. & Sharma, B. (2007). *Chickpea Breeding and Management*. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.