

# شناسایی و گزینش صفات مؤثر بر عملکرد دانه در نخود زراعی تحت شرایط نرمال رطوبتی

سید سعید موسوی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا عبداللهی<sup>۲</sup>، فریبرز قنبری<sup>۳</sup> و همایون کانونی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا همدان (moosaviss@gmail.com)

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بوعلی سینا همدان

۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱

## چکیده

پژوهش حاضر به منظور شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه ۱۸ لاین امیدبخش نخود به همراه دو رقم شاهد تحت شرایط اکولوژیکی سنندج انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. نتایج نشان داد که به ترتیب صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و زیست توده دارای بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفت روز تا ۵۰ درصد گلدهی دارای بیش‌ترین همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه بودند. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نیز بیانگر این بود که مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر میانگین عملکرد دانه به ترتیب شامل صفات تعداد شاخه فرعی، زیست توده (بیوماس)، شاخص برداشت و روز تا ۵۰ درصد گلدهی (با ضریب رگرسیونی منفی) بودند که در مجموع ۹۷/۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. طبق نتایج تجزیه علیت هم، به ترتیب دو صفت تعداد شاخه فرعی و زیست توده دارای بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. هم‌چنین بیش‌ترین اثر غیرمستقیم مثبت مربوط به صفات شاخص برداشت و زیست توده (هر دو از طریق افزایش تعداد شاخه‌های فرعی) بود. بیش‌ترین و کم‌ترین وراثت‌پذیری به ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه و ارتفاع بوته بود. هم‌چنین بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات وزن صد دانه، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی به خود اختصاص دادند. به‌عنوان نتیجه‌نهایی، افزایش صفت تعداد شاخه فرعی در بوته و کاهش صفت روز تا ۵۰ درصد گلدهی یک استراتژی مفید برای افزایش عملکرد تحت شرایط این آزمایش پیشنهاد می‌گردد.

**کلید واژه‌ها:** نخود زراعی، عملکرد دانه، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه علیت.

## مقدمه

Krishnamurthy et al., 2013). آمار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۱، میزان سطح زیرکشت این گیاه در جهان ۱۳/۲-۱۱/۶ میلیون هکتار بوده، حدود ۹۵ درصد از این سطح، مربوط به کشورهای در حال توسعه است (Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2012). ایران، به‌عنوان یک کشور در حال توسعه، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان

حبوبات بعد از غلات، مهم‌ترین منبع تغذیه انسان در جهان می‌باشند. در بین حبوبات، نخود زراعی پس از لوبیا و نخودفرنگی، سومین لگوم دانه‌ای مهم سراسر دنیا است و در بیش از ۵۰ کشور جهان کشت می‌شود (Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2014).

نخود در جنوب آسیاست. میانگین عملکرد آبی و دیم این گیاه در ایران حدود ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار است که نسبت به میانگین جهانی و متوسط کشورهای مهم تولیدکننده نخود بسیار پایین می‌باشد. کم بودن میانگین عملکرد این گیاه، به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی در زراعت آن در ایران مطرح است (Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2012). یک راهبرد اساسی در حل این مشکل، افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق به‌نژادی می‌باشد که در این راستا شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب با ویژگی‌های خاص و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد همواره راه‌حلی منطقی و کارآمد می‌باشد. در حقیقت با توجه به این که دو عامل ژنتیکی و محیطی، اجزاء اصلی تعیین‌کننده کمیت و کیفیت عملکرد در گیاهان را تشکیل می‌دهند، بنابراین در فرآیند بهبود عملکرد دانه، بایستی به‌طور ویژه بر روی صفاتی که قابلیت توارث به نسل بعدی را دارند، تمرکز گردد (Ciftci et al., 2004). در راستای تحقق هدف فوق، تلاش به‌نژادگران منجر به کشف راه‌های چگونگی افزایش پتانسیل ژنتیکی در عملکرد نخود شده است (Singh and Byerlee, 1990).

عملکرد دانه، به‌عنوان با ارزش‌ترین خصوصیت نخود زراعی، صفتی پیچیده با وراثت‌پذیری کم است که به‌طور معمول تحت تأثیر سایر صفات قرار می‌گیرد. به‌عبارتی دیگر، انتخاب مستقیم برای افزایش عملکرد، منجر به پاسخ به گزینش و در نتیجه بهبود ژنتیکی قابل توجهی نخواهد شد. انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب و تعیین روابط علت و معلولی بین عملکرد دانه و سایر صفات، به به‌نژادگران کمک می‌کند تا مناسب‌ترین نسبت بین اجزاء عملکرد را انتخاب نمایند (Sandhu et al., 1991). علی‌رغم این که تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات، اهمیت نسبی و ارزش آن‌ها را به‌عنوان معیارهای انتخاب مشخص می‌نماید (Agrama, 1996)، با این

وجود محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات، فقط رابطه خطی بین آن‌ها را نشان می‌دهد در حالی که در روش تجزیه علیت، سهم هر یک از اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها نیز برآورد می‌گردد. در واقع تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر روی عملکرد (با تقسیم همبستگی اجزای تشکیل‌دهنده)، به به‌نژادگر در گزینش و اولویت‌بندی صفات کمک می‌کند (Auckland and Van Der Maesen, 1980). نتایج تحقیقات Mina و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، زیست توده (بیوماس) و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات طول دوره فنولوژیک یعنی تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. Khalighi و همکاران (۲۰۱۲) اظهار کردند که عملکرد دانه نخود همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات عملکرد تک بوته، شاخص برداشت، درصد پروتئین و زیست توده (بیوماس) دارد.

Toker and Cagirgan (۲۰۰۴) با استفاده از همبستگی‌های فنوتیپی و تجزیه عامل‌ها، نشان دادند که عملکرد بذر همبستگی مثبت و معنی‌داری با زیست توده (بیوماس)، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و غلاف در بوته دارد. Guler و همکاران (۲۰۰۱)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات تعداد غلاف در بوته و زیست توده (بیوماس) با عملکرد دانه در نخود گزارش کردند. Yucel و همکاران (۲۰۰۶)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف‌های پر و تعداد دانه گزارش کردند. Fayyaz and Talebi (۲۰۰۹) اظهار نمودند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، زیست توده (بیوماس) و شاخص برداشت، مهم‌ترین صفاتی بودند که وارد مدل رگرسیونی شده، در انتخاب برای افزایش

شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد نخود و ۳) تجزیه ضرایب همستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات به اجزاء اثرات مستقیم و غیرمستقیم جهت تعیین سهم هر یک از صفات در بهبود یا کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ای مورد نظر تحت شرایط اکولوژیکی شهرستان سنجند.

### مواد و روش‌ها

مواد گیاهی این تحقیق شامل ۱۸ لاین امیدبخش و ۲ رقم شاهد جدول (۱) نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار تحت شرایط نرمال رطوبتی در سال ۱۳۹۱ ارزیابی شدند. این آزمایش در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان با عرض جغرافیایی ۱۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۳۸-۱۴۵۰ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی، میانگین بارندگی سالیانه محل اجرای آزمایش ۳۴۹/۷ میلی‌متر تعیین شد. عملیات تهیه زمین با عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۹۰ آغاز و قبل از کشت عمل آماده‌سازی زمین با اجرای یک شخم بهاره انجام شد. کاشت بذرها به صورت دستی انجام گرفت به طوری که هر رقم در سه ردیف ۵ متری و با فاصله ردیف ۰/۵ متر کشت شد. عمق کاشت بذور حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله آن‌ها از یکدیگر ۷ سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج آزمایش خاک، میزان نیاز کودی تعیین و حدود ۲۵ کیلوگرم در هکتار کودهای ازت و فسفر قبل از کاشت استفاده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، عمل وجین دستی در مرحله داشت انجام شد. صفات مورد بررسی که از میانگین ۱۰ بوته در هر رقم محاسبه شدند، عبارت از: محتوای نسبی آب (درصد) (Siddique et al., 1990)، روز تا ۵۰ درصد گلدهی (روز)، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز)، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه اصلی، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (گرم) بودند.

عملکرد نخود مؤثر می‌باشند. Ciftci و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که صفات زیست‌توده (بیوماس)، شاخص برداشت و تعداد غلاف در بوته بیش‌ترین اثرات مستقیم مثبت را با عملکرد نهایی داشتند. Padi (۲۰۰۳) نیز در بررسی ارقام نخود سودانی اظهار داشت که صفات زیست‌توده (بیوماس)، شاخص برداشت و تعداد غلاف در گیاه بیش‌ترین اثرات مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشتند و پیشنهاد نمود که این صفات در برنامه‌های اصلاحی در اولویت انتخاب قرار گیرند. Guler و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته، به ترتیب بیش‌ترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشتند و تعداد روز تا رسیدگی نیز اثر مستقیم منفی و غیرمعنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. Dasgupta و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که صفات تعداد غلاف در گیاه، تعداد بذر در گیاه و وزن صد دانه بیش‌ترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد داشتند. Ozdemir (۱۹۹۶) بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه نخود را به تعداد شاخه‌های ثانویه نسبت داد. Erman و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و زیست‌توده (بیوماس) بیش‌ترین سهم را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در عملکرد دانه در نخود دارند. در تحقیق Mardi and Omidi (۲۰۰۴)، نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفت تعداد بذر در بوته بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد بوته دارد، بنابراین این صفت به‌عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد معرفی شد.

Javadini و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه لاین‌های نخود نشان دادند که صفات زیست‌توده، شاخص برداشت و کلروفیل کل دارای بیش‌ترین اثر مستقیم بر افزایش عملکرد بودند. Yucel و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه دوساله ژنوتیپ نخود تیپ کابلی، نشان دادند که تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بیش‌ترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد اقتصادی دارند. اهداف این تحقیق عبارت بودند از: ۱) ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و سایر صفات مهم زراعی در ۲۰ ژنوتیپ نخود، ۲)

(Chogan, 2008). از روش تجزیه علیت به عنوان ابزاری جهت شناسایی صفت یا صفاتی که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد دانه تأثیر می گذارند استفاده شد (Zeynali-Khaneghah and Souhani, 2000). محاسبات آماری شامل تعیین ضرایب همبستگی فنوتیپی، تجزیه رگرسیون گام به گام پیش رونده و تجزیه علیت بود که با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS (Version 22)، Minitab (Version 16) و Path (Version 2) انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تجزیه همبستگی و تجزیه رگرسیون گام به گام

نتایج جدول (۱) نشان داد که عملکرد دانه به ترتیب با صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، تعداد بذر در بوته، شاخص برداشت و زیست توده (بیوماس) دارای همبستگی مثبت و معنی دار ( $p < 0.05$ ) و با صفت روز تا ۵۰ درصد گلدهی دارای همبستگی منفی و معنی دار می باشد.

همچنین صفات زیست توده یا بیوماس (گرم در واحد سطح)، عملکرد دانه (گرم در واحد سطح) و شاخص برداشت (درصد) بر اساس میانگین کل واحد سطح کاشته شده با حذف اثر حاشیه (Youssefi *et al.*, 1998) محاسبه شدند. به طور متداول جهت بررسی ارتباط بین عملکرد دانه با سایر صفات، از روش های تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون و علیت تجزیه استفاده می شود. مثلاً درحالی که تعداد متغیرهای مستقل زیاد است، جهت شناسایی مهم ترین متغیرهای تأثیر گذار بر متغیر وابسته (به طور معمول عملکرد)، از روش رگرسیون گام به گام استفاده می گردد (Mansourfar, 2013). در رگرسیون گام به گام به طور معمول عملکرد دانه را به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مربوطه را به عنوان متغیرهای مستقل در نظر می گیرند (Zeynali *et al.*, 2004). تکنیک تجزیه علیت یکی از روش های بسیار مفید برای تجزیه همبستگی های ژنتیکی و فنوتیپی و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف محسوب می شود

جدول ۱- مشخصات ژرم پلاسِم مورد استفاده

Table 1. The characters of the used germplasm

شماره (Number)	نام ژنوتیپ (Gen. name)	شجره ژنوتیپ (Gen. pedigree)
1	ICCV10302	ICCV2×ICC17109
2	ICCV10303	ICCV2×ICC17109
3	ICCV10304	ICCV2×ICC17109
4	ICCV10305	ICCV2×ICC17109
5	ICCV10307	ICCV92311×ICC17109
6	ICCV10308	ICCV92311×ICC17109
7	ICCV10309	ICCV92311×ICC17109
8	ICCV10310	ICCV92311×ICC17109
9	ICCV10311	ICCV92311×ICC17109
10	ICCV10312	ICCV92311×ICC17109
11	ICCV10314	ICCV92311×ICC17109
12	ICCV10315	ICCV92311×ICC17109
13	Jame (control 1)	ICCV37×ICC12451
14	ICCV10105	ICCV37×ICC12451
15	ICCV10111	ICCV37×ICC12451
16	ICCV10112	ICCV37×ICC12451
17	ICCV10114	ICCV37×ICC12451
18	ICCV10115	ICCV37×ICC12451
19	ICCV10117	ICCV93954×ICC11321
20	Pirouz (control 2)	ICCV93954×ICC11321

پس از تشکیل، سقط می‌شوند و تشکیل غلاف نمی‌دهند. در حقیقت آنچه مسلم است این است که هر یک از اجزای عملکرد سهم مهم و تا حدودی متفاوت در عملکرد نهایی دارند که این اجزاء از نظر تعداد و سهم خود در عملکرد نهایی در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت می‌باشند که شاید این یکی از دلایل نتایج نسبتاً متناقض تحقیقات مختلف می‌باشد. هر چند که همانند دوره پر شدن دانه، رابطه مستقیمی بین سرعت رشد دانه و اندازه آن گزارش شده است (Egli *et al.*, 1978). ولی بین عملکرد دانه و دوره پر شدن دانه ارتباط ثابتی وجود ندارد. Swank و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند که کاهش تعداد دانه در اثر انتخاب برای دانه‌های بزرگ‌تر ممکن است تا حدی مربوط به تقاضای زیاد دانه‌های درشت برای مواد فتوسنتزی (یعنی سرعت رشد بیش‌تر دانه) باشد. لذا طبق این استدلال، گزینش در جهت درشتی اندازه بذر جهت بهبود عملکرد دانه، اگر حاصل افزایش طول دوره پر شدن دانه باشد با موفقیت بیشتری در مقایسه با افزایش سرعت رشد دانه همراه است. شاخص برداشت و زیست‌توده هم همبستگی مثبت و معنی‌داری (به ترتیب  $r=0.66^{**}$  و  $r=0.53^{**}$ ) با عملکرد دانه داشتند. Donald (۱۹۶۲) شاخص برداشت را نسبت عملکرد دانه به کل وزن خشک بالای زمین (زیست‌توده) تعریف کرد. از طرفی چون در نخود و سویا شاخص برداشت به‌طور معمول در هنگام رسیدگی کامل و پس از این که بخش زیادی از برگ‌ها می‌افتند اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین رابطه مثبت بالایی بین شاخص برداشت و عملکرد مورد انتظار می‌باشد. به عبارتی بخش عمده زیست‌توده را وزن دانه تشکیل می‌دهد و این منجر به رابطه بین این دو صفت و عملکرد دانه می‌شود. از طرف دیگر همان‌طور که نتایج تجزیه علیت جدول (۳) هم نشان می‌دهد، این دو صفت به‌طور عمده از طریق افزایش تعداد شاخه فرعی (به‌عنوان یک صفت مهم و مؤثر بر عملکرد دانه) منجر به افزایش

نتایج تجزیه رگرسیون جدول (۲) هم به نوعی تأییدکننده نتایج فوق بود. به‌طوری‌که بر اساس نتایج حاصله به‌ترتیب صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، زیست‌توده، شاخص برداشت و روز تا ۵۰ درصد گلدھی (با ضریب رگرسیونی منفی و اثر منفی بر عملکرد)، مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه بودند.

طبق نتایج جدول (۱) دو صفت تعداد شاخه فرعی و اصلی در بوته با صفت عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد (به ترتیب  $r=0.96^{**}$  و  $r=0.80^{**}$ ) نشان دادند. مفهوم این رابطه این است که از طریق به‌نژادی و انتخاب برای افزایش این دو صفت مهم، عملکرد دانه به‌طور غیرمستقیم افزایش خواهد یافت. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و اصلی در بوته، که ناشی از استقرار سریع گیاه است، منجر به افزایش میزان کانوپی سبز گیاه و در نتیجه افزایش نرخ فتوسنتز خواهد شد. در واقع دو عامل استقرار سریع گیاه و تداوم شاخص سطح برگ در حد مطلوب، جهت بیش‌ترین جذب تشعشع فعال فتوسنتز کانوپی حائز اهمیت خاصی می‌باشند (Slafer, 1994). مثلاً شاخص سطح برگ در نخود و سویا تحت تأثیر اندازه و تعداد برگ‌ها و سرعت پیر شدن آن‌ها می‌باشد که تعداد برگ و میزان سطح سبز گیاه، خود تابعی از سرعت و مدت ظهور برگ بر روی شاخه‌های اصلی و فرعی می‌باشد (Slafer, 1994). دو صفت مهم دیگر که با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $p<0.01$ ) داشتند جدول (۱)، صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بودند. در واقع یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه، صفت تعداد دانه در بوته (تعداد دانه در واحد سطح) می‌باشد که این صفت خود تابعی از تعداد شاخه‌های اصلی و تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف‌ها بر روی شاخه‌های اصلی و فرعی و تعداد بذر در هر غلاف می‌باشد (Kadhen *et al.*, 1985). به‌طور کلی تعداد غلاف در بوته خود تحت تأثیر تعداد گل‌های تشکیلی و درصد گل‌هایی است که

رگرسیون منفی وجود دارد. طول دوره رشد گیاه و طول هر مرحله فنولوژیکی از رشد، عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی نیز همبستگی منفی و معنی‌داری ( $r = -0.45^*$ ) با عملکرد دانه داشت و با ضریب رگرسیونی منفی جدول (۲) به‌عنوان چهارمین صفت مهم و تأثیرگذار وارد مدل رگرسیونی شد. در این تحقیق، با افزایش تعداد روز تا گلدهی، عملکرد دانه در لاین‌ها کاهش یافت که شاید یکی از دلایل آن این باشد که لاین‌های با عملکرد دانه بیشتر، طول دوره رویشی (قبل از گلدهی و غلاف‌دهی) را کاهش داده، در نتیجه راندمان مصرف آب تعرقی و مواد فتوسنتزی بالاتری را داشته‌اند. به‌عبارتی بخش عمده‌ای از وزن زیست‌توده آن‌ها به جای وزن کاه و کلش، شامل وزن دانه بوده است. شاید دلیل دیگر رابطه منفی عملکرد دانه با صفات فوق این باشد که چون اغلب در اواخر فصل رشد، گیاهان با محدودیت‌های محیطی از جمله تنش رطوبتی و گرمایی مواجه هستند، لذا با توسعه بیش از حد مطلوب فصل رشد، مرحله رشد رویشی افزایش یافته، در نتیجه مرحله رشد زایشی با شرایط نامطلوب مواجه می‌شود و توسعه این مرحله و سهم آن از مواد پرورده محدود می‌گردد. نتایج حاصله با نتایج تحقیقات ذیل مطابقت دارد که به شرح آن‌ها خواهیم پرداخت. Singh و همکاران (۱۹۹۰) اظهار داشتند که عملکرد دانه در بوته، به‌طور مستقیم تحت تأثیر صفت زیست‌توده، تعداد بذر در بوته و وزن صد دانه قرار دارد. Toker and Cagirgan (۲۰۰۴) در ارزیابی نخود کابلی، گزارش کردند که عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات زیست‌توده، شاخص برداشت ارتفاع گیاه دارد.

Kanouni and Malhotra (۲۰۰۳) و Mina و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت.

غیرمستقیم عملکرد دانه می‌شوند. البته نکته‌ای که نباید از آن غافل شد این است که عکس رابطه فوق هم صادق است یعنی با افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی، امکان انتقال مواد پرورده در مراحل آخر رشد از این بخش‌ها (به‌عنوان منبع) به دانه‌ها (به‌عنوان مخزن) افزایش یافته، در نتیجه زیست‌توده از این طریق منجر به افزایش شاخص برداشت یا عملکرد دانه می‌شوند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون جدول (۲) هم این دو صفت نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه دارند که به‌عنوان صفت دوم و سوم وارد مدل رگرسیونی شده، بخش عمده‌ای از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. نکته قابل توجه این است که چون شاخص برداشت ارقام و لاین‌های کنونی نخود، مانند بیشتر گیاهان زراعی، از نظر بهبود شاخص برداشت نزدیک سقف بالقوه آن‌ها می‌باشد، بنابراین افزایش بیشتر این صفت جهت افزایش بالقوه عملکرد تقریباً سخت می‌باشد، لذا پیشنهاد می‌شود که برای افزایش بیشتر عملکرد دانه بهتر است که ضمن حفظ نسبت شاخص برداشت کنونی، به دنبال انتخاب ژنوتیپ‌های با توانایی تولید بالای زیست‌توده (تعداد شاخه اصلی و فرعی بیشتر) باشیم. در تحقیقاتی بر روی گندم Sandhu و همکاران (۱۹۹۱) اظهار داشتند که در ارقامی که نسبت آب تعرق یافته بعد از گرده‌افشانی زیاد است (بیش از ۳۵٪ کل آب تعرق یافته)، در این صورت فتوسنتز خالص گیاه زراعی در طی مرحله پر شدن دانه بیش از حد مورد نیاز برای پر شدن دانه‌ها خواهد بود و موجب افزایش وزن دانه‌ها و شاخص برداشت خواهد شد (Sandhu *et al.*, 1991). از طرف دیگر Slafer و همکاران (۱۹۹۰) اظهار داشتند که ارقام جدید گندم در طی یک ماه قبل از گرده‌افشانی با سرعت بیشتر و بیش از ۲۵ درصد مواد پرورده خود را به سنبله‌ها اختصاص دادند که این منجر به افزایش وزن دانه‌ها و در نتیجه بهبود عملکرد دانه خواهد شد. هم‌چنین نتایج این تحقیق جدول (۱ و ۲) نشان داد که بین صفات مربوط به طول دوره فنولوژیک یعنی روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و عملکرد دانه همبستگی منفی با ضریب

جدول ۲- همبستگی فنوتیپی صفات مختلف در ۱۸ لاین امیدبخش و دو رقم نخود زراعی (۲۰ ژرم پلاسما)

Table 2. Phenotypic correlation of different traits in 18 promising lines and 2 cultivars of chickpea (20 germplasm)

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	صفات (Traits)
												1	محتوای نسبی آب (RWC=1)
											1	0.13	تعداد شاخه های فرعی (NSB=2)
										1	0.82**	0.16	تعداد شاخه های اصلی (NMB=3)
									1	0.70**	0.86**	0.03	تعداد بذر در بوته (SNP=4)
								1	0.95**	0.75**	0.83**	0.12	تعداد غلاف در بوته (PNP=5)
							1	0.08	0.12	0.10	0.05	0.16	ارتفاع بوته (PH=6)
						1	-0.08	-0.24	-0.32	-0.46*	-0.36	0.36	وزن هزار دانه (TKW=7)
					1	-0.31	0.39	0.73**	0.71**	0.71**	0.74**	0.04	شاخص برداشت (HI=8)
				1	-0.20	0.05	-0.24	0.32	0.25	0.29	0.37	0.41	زیست توده (BY=9)
			1	0.53*	0.68**	-0.29	0.04	0.86**	0.80**	0.80**	0.96**	0.23	عملکرد دانه (GY=10)
		1	0.19	0.22	0.02	0.03	-0.21	0.31	0.35	0.15	0.29	0.07	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (DTPM=11)
	1	-0.24	-0.37	-0.12	-0.13	0.31	0.11	-0.35	-0.39	-0.29	-0.49*	0.23	روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی (DTP=12)
1	0.82**	-0.10	-0.45*	-0.22	-0.17	0.25	0.25	-0.37	-0.34	-0.31	-0.50*	0.02	روز تا ۵۰ درصد گلدهی (DTF=13)

RWC= relative water content; NSB= number of sub-branches; NMB= number of main-branches; SNP= seed number per plant; PNP= pod number per plant; PH= plant height; TKW=1000-kernel weight; HI= harvest index; BY= biological yield; GY= grain yield; DTPM= day to physiological maturity; DTP= day to podding; DTF= day to flowering

\* and \*\* indicate the significant difference at 5 and 1 percentage respectively..

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳- نتایج رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه (متغیر وابسته) و سایر صفات (متغیر مستقل) در ۱۸ لاین امیدبخش و دو رقم نخود زراعی (۲۰ ژرم پلاسما)

Table 3. Results of stepwise regression for grain yield (dependent) and other traits (independent) in 18 promising lines and 2 cultivars of chickpea (20 germplasm)

ضریب تجمعی Cumulative (R <sup>2</sup> )	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Day to 50% flowering (X <sub>4</sub> )	شاخص برداشت Harvest index (X <sub>3</sub> )	زیست توده Biomass (X <sub>2</sub> )	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub branches (X <sub>1</sub> )	عرض از مبدأ Intercept	مراحل رگرسیون Regression steps
91.97**	-	-	-	3.60	49.04	1
95.94**	-	-	0.136	3.31	24.53	2
97.33**	-	0.69	0.242	2.26	-16.19	3
97.98*	-0.65	0.55	0.227	2.57	48.62	4

Proposal model:  $Y = 48.62 + 2.57 X_1 + 0.227 X_2 + 0.55 X_3 - 0.65 X_4$

### نتایج تجزیه علیت (مسیر)

در این تحقیق به منظور شناسایی اجزای عملکرد و پی بردن به روابط علت و معلولی بین عملکرد بوته و سایر صفات مورفولوژیک، همبستگی‌های فنوتیپی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک شدند. به عبارتی عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و صفات تعداد شاخه‌های فرعی، زیست توده، شاخص برداشت و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. طبق نتایج جدول (۴) تعداد شاخه‌های فرعی بیشترین اثر مستقیم و مثبت (p=۰/۶۸۳) را بر روی عملکرد دانه داشت. همچنین این صفت از طریق صفت شاخص برداشت (p=۰/۱۷۲) اثر غیرمستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه بر جای گذاشت. صفت زیست توده بعد از صفت تعداد شاخه‌های فرعی، بیشترین اثر مستقیم مثبت (p=۰/۳۵) را بر عملکرد دانه داشت. همچنین این صفت بعد از شاخص برداشت، بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت (p=۰/۲۵۴) بر عملکرد بوته را از طریق افزایش تعداد شاخه‌های فرعی داشت. صفت شاخص برداشت دارای بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت (۰/۵۰۷) از

Khalighi و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که صفت عملکرد در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی داری با صفات عملکرد تک بوته، شاخص برداشت، درصد پروتئین و زیست توده دارد. در مطالعات Yu cel و همکاران (۲۰۰۶) همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه در گیاه با صفات ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد غلاف‌های پر و تعداد دانه به دست آمد. نتایج تحقیقات Tatarsi and Abbas (2004) و همکاران (۱۹۹۱)؛ Bacanamwo and Purcell (۱۹۹۹) با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. Poursmail و همکاران (۲۰۰۹) در نخود گزارش کردند که صفات زیست توده، شاخص برداشت و وزن صد دانه، بیشترین تأثیر را بر عملکرد تک بوته داشته، درصد بالایی از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. Fayyaz and Talebi (۲۰۰۹) با انجام تجزیه رگرسیون در نخود اظهار نمودند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، زیست توده و شاخص برداشت، صفات اصلی در انتخاب برای افزایش عملکرد نخود می‌باشند.



خواهد بود (Falconer and Mackay, 1996). البته باید توجه داشت که اگر چه وراثت پذیری عمومی به خوبی وراثت پذیری خصوصی نمی تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، ولی بالا بودن میزان آن، معرف انتقال نسبی بهتر صفات از والدین به نسل می باشد. جهت برآورد میزان تنوع موجود در ژنوتیپ ها، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی محاسبه گردید. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات وزن صد دانه، تعداد شاخه های اصلی و فرعی و کم ترین ضریب را صفات فنولوژیک روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، روز تا ۵۰ درصد غلاف دهی و روز تا ۵۰ درصد گلدهی به خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می دهند که میزان تنوع صفات در لاین های مختلف چقدر است. با توجه به اهمیت و تنوع بالای صفات مذکور، به ویژه صفت تعداد شاخه فرعی در بوته، انتخاب به کمک این صفات در برنامه های به نژادی کارآمد و مفید خواهد بود. در حقیقت هر چه تنوع موجود در صفتی بیشتر باشد انتخاب برای آن منجر به پاسخ به گزینش بهتری خواهد شد (Falconer and Mackay, 1996).

طریق افزایش تعداد شاخه های فرعی بر عملکرد دانه در بوته داشت. صفت تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (با افزایش تعداد شاخه های فرعی)، دارای بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت بر عملکرد بوته بودند Guler و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته، به ترتیب بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. تعداد روز تا رسیدگی نیز اثر مستقیم منفی و غیرمعنی داری بر عملکرد دانه داشت. Mardi و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که وزن بذر با غلاف و تعداد بذر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند.

### برآورد وراثت پذیری عمومی، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی صفات

نتایج جدول (۵) نشان داد که بیشترین و کمترین وراثت پذیری عمومی به ترتیب مربوط به صفات وزن صد دانه و ارتفاع بوته بود. در واقع هر چقدر میزان وراثت پذیری صفتی بیشتر باشد، تنوع ژنوتیپ های مورد بررسی برای آن بیشتر است. به عبارتی صفاتی که قابلیت توارث بیشتری دارند، تنوع ژنتیکی آنها هم بیشتر است و در نتیجه میزان پاسخ به گزینش در آنها بیشتر است

جدول ۴- نتایج تجزیه مسیر در ۱۸ لاین امید بخش و دو رقم نخود زراعی (۲۰ ژرم پلاسما)

Table 4. Results of path analysis in 18 promising lines and 2 cultivars of chickpea (20 germplasm)

اثر غیرمستقیم صفت بر عملکرد دانه Indirect effect of the trait on grain yield				اثر مستقیم صفت بر عملکرد دانه Direct effect of trait on grain yield	همبستگی صفات با عملکرد دانه Correlation of traits with grain yield	صفات مستقل Independent traits
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی Day to 50% flowering (X <sub>4</sub> )	شاخص برداشت Harvest index (X <sub>3</sub> )	زیست توده Biomass (X <sub>2</sub> )	تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches (X <sub>1</sub> )			
-0.026	0.172	0.13	-	0.683	0.961	تعداد شاخه های فرعی (X <sub>1</sub> )
-0.02	-0.047	-	0.254	0.35	0.539	زیست توده (X <sub>2</sub> )
-0.003	-	-0.071	0.507	0.232	0.668	شاخص برداشت (X <sub>3</sub> )
-	-	0.077	0.198	-0.09	-0.45	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (X <sub>4</sub> )

Residual = 0.0127

جدول ۵- واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی و وراثت پذیری عمومی صفات مطالعه شده

Table 5. Genetic and phenotypic variance, genotypic and phenotypic coefficient of variance and heritability for the studied traits

صفات Traits	واریانس ژنتیکی V <sub>g</sub>	واریانس فنوتیپی V <sub>p</sub>	ضریب تغییرات ژنوتیپی GCV (%)	ضریب تغییرات فنوتیپی PCV (%)	وراثت پذیری H <sup>2</sup> (%)
محتوای نسبی آب (RWC)	23.01	38.06	15.43	19.85	60.46
تعداد شاخه‌های فرعی (NSB)	8.01	13.03	20.08	25.60	61.49
تعداد شاخه‌های اصلی (NMB)	0.86	1.42	24.84	31.89	60.65
تعداد بذر در بوته (SNP)	24.6	36.96	18.76	23	65.55
تعداد غلاف در بوته (PNP)	24.35	36.34	18.92	23.12	67
ارتفاع بوته (PH)	12.15	20.19	13.93	17.96	60.17
وزن هزار دانه (TKW)	263.45	266.67	49.14	49.44	98.80
شاخص برداشت (HI)	20.05	32.81	9.34	11.95	61.11
زیست توده (BY)	359.32	546.16	9.02	11.13	65.80
عملکرد دانه (GY)	119.30	169.41	10.94	13.04	70.42
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (DTPM)	2.14	3.47	1.60	2.04	61.74
روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی (DTP)	2.87	4.61	2.53	3.21	62.25
روز تا ۵۰ درصد گلدهی (DTF)	2.10	3.35	2.73	3.44	62.72

RWC= relative water content; NSB= number of sub-branches; NMB= number of main-branches; SNP= seed number per plant; PNP= pod number per plant; PH= plant height; TKW=1000-kernel weight; HI= harvest index; BY= biological yield; GY= grain yield; DTPM= day to physiological maturity; DTP= day to podding; DTF= day to flowering.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق صفت تعداد شاخه اصلی و تعداد شاخه فرعی از مهم‌ترین صفات مؤثر در افزایش عملکرد دانه در نخود بودند. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و اصلی در بوته، که ناشی از استقرار سریع گیاه است، منجر به افزایش میزان کانونی سبز گیاه و در نتیجه افزایش نرخ فتوسنتز خواهد شد. دو صفت مهم دیگر که با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند، صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بودند. در واقع یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه، صفت تعداد دانه در بوته (تعداد دانه در واحد سطح) می‌باشد که این صفت خود تابعی از تعداد شاخه‌های اصلی و تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف‌ها بر روی شاخه‌های اصلی و فرعی و تعداد بذر در هر غلاف می‌باشد. دیگر صفات با بیش‌ترین اثر غیرمستقیم مؤثر بر عملکرد دانه، شاخص

برداشت و زیست‌توده بودند که هر دو صفت با تأثیر مثبت و متقابل از طریق صفت تعداد شاخه فرعی در بوته، منجر به افزایش عملکرد دانه شدند. نکته قابل توجه این است که چون شاخص برداشت ارقام و لاین‌های کنونی نخود، مانند بیش‌تر گیاهان زراعی، از نظر بهبود شاخص برداشت نزدیک سقف بالقوه آن‌ها می‌باشد، بنابراین افزایش بیش‌تر این صفت جهت افزایش بالقوه عملکرد تقریباً سخت می‌باشد، لذا پیشنهاد می‌شود که برای افزایش بیش‌تر عملکرد دانه بهتر است که ضمن حفظ نسبت شاخص برداشت کنونی، به دنبال انتخاب ژنوتیپ‌های با توانایی تولید بالای زیست‌توده (تعداد شاخه اصلی و فرعی بیش‌تر) باشیم. هم‌چنین نتایج (جدول ۱ و ۲) نشان داد که بین صفات مربوط به طول دوره فنولوژیک یعنی روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی و عملکرد دانه همبستگی منفی

با ضریب رگرسیون منفی وجود دارد. در واقع افزایش  
 کاهش راندمان مصرف آب و برخورد گیاه با شرایط  
 طول دوره فنولوژیک صفتی مطلوب برای لاین‌های با  
 نامساعد محیطی آخر فصل از جمله تنش گرمایی و در  
 عملکرد بالا نبوده است چرا که شاید این امر موجب  
 نتیجه افت عملکرد دانه شود.

## References

1. Acquaah, G., Adms, M.W., and Kelly, J.D. 1991. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. *Crop Science*, 31: 261-264.
2. Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. *Plant Breeding*, 115: 343-346.
3. Auckland, A.K. and Van Der Maesen, L.J.G. 1980. Chickpea. In: Fehr, W.R. and Hadley, H.H. eds. *Hybridization of Crop Plants*. pp: 249-259.
4. Bacanamwo, M. and Purcell, L.C. 1999. Soybean root morphological and anatomical traits associated whit acclimation to flooding, *Crop Science*. 39: 143-149.
5. Chogan, R. 2008. Methods of genetic analysis of quantitative traits in plant breeding. Publications of Agricultural Training Center. 270 pp. [In Farsip]
6. Ciftci, V., Togay, N., Togay, Y., and Dogan, Y. 2004. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(5): 632-635.
7. Dasgupta, T., Slam, S., and Gayen, P. 1992. Genetic variability and analysis of yield components in chickpea. *Annals of Agricultural Research*, 132: 157-160.
8. Donald, C.M. 1962. In search of yield. *Journal of Australian Institute of Agricultural Science*, 28: 171.
9. Egli, D.B., Leggett, J.E., and Wood, J.M. 1978. Influence of soybean seed size and position on the rate and duration of filling. *Agronomy Journal* 70: 127.
10. Erman, M., Ciftci, V., and Gecit, H.H. 1997. Nohut (*Cicer arietinum* L.) ta ozellikler arası iliskiler ve path katsayısı analizi .üzerinde bir arastÝrma. A.U. Ziraat Fakóltesi Tarım Bilimleri Dergisi 3: 43-46.
11. Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman New York, Fourth edition. 464 pp.
12. Fayyaz, F. and Talebi, R. 2009. Determination of the relationship between yield and some yield components in chickpea using path analysis. *Agricultural Journal of Iran*, 7(1): 135-141. (In Farsi).

13. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2012. FAOSTAT. <http://faostat3.fao.org/home/index.html>.
14. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2014. Statistical Database. Rome, Italy, <http://www.apps.fao.org>.
15. Guler, M., Sait Adak, M., and Ulkan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*. 14: 161-166.
16. Javadinia, C. and Farshadfar, A.S. 2010. Evaluation of chickpea genotypes for drought tolerance. M.sc. Thesis. College of Agriculture, Razi University of Kermanshah. [In Farsi]
17. Kadhen, F.A., Specht, J.E., and Williams, j.H. 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R6. II. Yield component response. *Agromy Journal*, 77: 299.
18. Kanouni, H. and Malhotra, A.S. 2003. Study of genetic diversity and relationships among agronomic traits in chickpea lines under rain-fed conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 5(3): 185-191. [In Farsi]
19. Khalighi, M.B., Kanouni, H., and Badakhshan, H. 2012. Genetic diversity of morphological, physiological and phenological traits of chickpea varieties and lines using multivariate statistical methods. Conference on New Issues in Agriculture. Azad University of Saveh. [In Farsi]
20. Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Upadhyaya, H.D., Gowda, C.L.L., Gaur, P.M., Singh, S., Purushothaman, R., and Varshney, R.K. 2013. Partitioning coefficient—a trait that contributes to drought tolerance in chickpea. *Field Crops Research*, 149, 354-365.
21. Mansourfar, K. 2013. Statistical advanced methods. Tehran University Press. 460 pp.
22. Mardi, M., Talei, A., and Omid, M. 2004. Study of genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. 34 (2): 345-351. [In Farsi]
23. Mina, H.P., Kumar, J., Apadaya, H.D., and Chogan, R. 2010. Chickpea germplasm collection as a rich source of diversity to improve crop plants. *E-magazine set*. 8: 1-5. [In Farsi]
24. Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. *International Chickpea and pigeonpea Newsletter*, 3: 9-21.
25. Padi, F.K. 2003. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in pigeonpea. *Pakistan Journal of Biology Sciences*, 6 (19): 1689-1694.
26. Pouresmail, M., Akbari, M., Vaezi, SH., and Shahmorady, SH. 2009. Effects of drought stress slop on agronomic traits of Kabuli chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 11(4): 307-324. [In Farsi]

27. Sadras, V.O. and Connor, D.J. 1991. Physiological basis of the response of harvest index to the fraction of water transpired after anthesis: A simple model to estimate harvest index for determinate species. *Field Crops Research*, 26: 227.
28. Sandhu, T.S., Gumber, R.K., and Bhatia, R.S. 1991. Path analysis in Chickpea. *Journal of Research Punjab Agriculture University*, 28(1): 1-4.
29. Siddique, K.H.M., Tennant, D., Perry, M.W., and Belford, R.K. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a mediterranean-type environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, 41: 431.
30. Singh, A.J. and Byerlee, D. 1990. Relative variability in wheat yields across countries and over Tim. *Journal of Agricultural Economy*. 1: 30-32.
31. Singh, R.J., Chung, G.H., and Nelson, R.L. 2007. Landmark research in legumes. *Genome*, 50: 525-537.
32. Slafer, G.A. 1994. Genetic Improvement of Field Crops. pp: 47.
33. Slafer, G.A., Andrade, F.H., and satorre, E.H. 1990. Genetic-improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. *Field Crops Research*, 23: 255.
34. Swank, J.C., Egli, D.B., and Pfeiffer, T.W. 1987. Seed growth characteristics of soybean genotypes differing in duration of sead fill. *Crop Science*, 27: 85.
35. Tatari, M. and Abbasi, A.R. 2004. Effect of different densities cumin and chickpea with an emphasis on controlling of weed using path analysis on grain yield and yield components. First National Conference on Cereals. University of Mashhad Ferdowsi. [In Farsi]
36. Toker, G. and Cagirgan, M.I. 2004. The use of phenotypic correlation and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.), *Hereditas* 140: 226-228.
37. Youssefi, B., Kazemi Arbat, H., Rahimzadeh Khoi, F., and Moghaddam, M. 1998. Investigation of Iranian chickpea cultivars in two moisture levels and path analysis of agronomic traits. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 28(4): 147-162. [In Farsi]
38. Yucel, D.O., Anlarsal, A.E., and Yucel, C. 2006. Genetic varialibity, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*cicer arietinum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 183-188.
39. Zeynali, H., Nasser-Abdi, Y., Hosseinzade, H., Chogan, R., and Sabokdast, R. 2004. Factorial analysis in hybrid varieties of maize. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(4): 895-902. [In Farsi]
40. Zeynali-Khaneghah, H. and Souhani, A.R. 2000. Genetic study of some important agronomic traits and yield in soybean through multivariate statistical techniques. *Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 807-812. [In Farsi]