

**(*Cicer arietinum* L.)**  
**Genetic variation and relationships between traits in chickpea**  
**(*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions**

همایون کانونی<sup>۱</sup> و راجیندرا سینگ مالهورا<sup>۲</sup>

x

در کشور ما همانند سایر کشورهای در حال توسعه، نخود نقش مهمی در نظام کشت سنتی ایفا می کند. علاوه بر اهمیت نخود به عنوان یک منبع غذایی مهم در رژیم غذایی انسان و علوفه دام، این گیاه می تواند اهمیت چشمگیری در حاصلخیزی خاک به ویژه در مناطق دیم داشته باشد. مطالعه تنوع صفات در نخود نشان داده است که صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از لحاظ سطح زیر کشت و محصول تولیدی، پس از نخود فرنگی و لوبیا رتبه سوم را در بین حبوبات به خود اختصاص می دهد (Singh and Saxena, 1999). در ایران، نخود با سطح زیر کشت ۶۴۰ هزار هکتار و تولید تقریبی ۴۰۰ هزار تن مهم ترین گیاه از زمره حبوبات محسوب می شود (باقری و همکاران، ۱۳۷۶).

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۸/۸

۲- محقق اصلاح نخود، مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی مناطق خشک (ایکارد)

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۴/۱۹

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان

دانه، اجزای عملکرد نخود را تشکیل می‌دهند (Ozdemir, 1996). بنابراین به منظور انتخاب برای عملکرد بالاتر، روابط مرکب بین عملکرد دانه و اجزای آن بایستی کاملاً مشخص شوند. سینگ و همکاران (Singh et al., 1990) طی سال‌های ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ مطالعه گسترده‌ای بر روی ۳۲۶۹ نمونه ژرم پلاسما نخود کابلی انجام داده و ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک، مرفولوژیک و فنولوژیک را برآورد کردند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و قوی دارد. این محققین خاطرنشان می‌سازند که با وجود مطالعه بر روی ۳۲۶۹ نمونه، این نمونه‌ها ممکن است بیانگر توزیع یکنواخت تیپ‌های ژنتیکی موجود نباشند بنابراین مطالعه بر روی نمونه‌های دیگر ضروری است.

شارما و مالو (Sharma and Maloo, 1988) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه و تعداد شاخه در بوته گزارش کرده و نشان دادند که در جمعیت‌های در حال تفکیک تعداد شاخه و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه همبستگی پیوسته‌ای داشته و به ترتیب تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه‌های اولیه بیشترین نقش را در عملکرد دانه دارند.

در یک بررسی، یازده جمعیت  $F_2$  نخود مورد مطالعه قرار گرفته و گزارش شده است که عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و وزن ۱۰۰ دانه با تعداد دانه در بوته همبستگی منفی دارد (ICARDA, 1997). با وجود این که وزن ۱۰۰ دانه غالباً همبستگی مثبتی با عملکرد دانه دارد، بعضی اوقات این همبستگی به علت اثرات منفی آن بر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته به صورت متفاوتی ظاهر می‌شود.

بر اساس مطالعه آچیک گز و آچیک گز (Acikgoz and Acikgoz, 1994) عملکرد دانه در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد

شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته داشته ولی وزن ۱۰۰ دانه هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه یا صفات وابسته نشان نداد. به نظر می‌رسد هر صفت کمی، صرف‌نظر از آثار منفی یا مثبت آن بر گیاه، به نوعی در شکل‌گیری عملکرد دانه نقش داشته باشد. این نقش می‌تواند به صورت مستقیم و یا از طریق سایر صفات ایفا گردد.

اوزدمیر (Ozdemir, 1996) همبستگی‌های مثبت و قوی عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته و شاخص برداشت را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه کرد و گزارش نمود که عملکرد دانه در واحد بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در واحد سطح دارد. بنا به این گزارش، اثرات مستقیم سایر صفات بسیار کوچک و در برخی موارد منفی است.

در آزمایشی که بر روی ۲۰ رقم نخود تیپ دسی در دو سطح رطوبتی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب انجام شد، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته به دست آمد (یوسفی و همکاران، ۱۳۷۶). نتایج حاصل از تجزیه علیت در این بررسی نشان داد که وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به ترتیب بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند و گزینش برای صفات یاد شده منجر به ایجاد ارقام با عملکرد دانه بالا خواهد شد.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تنوع فنوتیپی و ژنتیکی تعیین ضرایب همبستگی بین ۱۱ صفت رشدی و کمی در ۴۹ رقم و لاین نخود تیپ کابلی بود. ضمناً با توجه به نقش اجزای عملکرد در عملکرد دانه، سعی شده است که تنوع موجود در لاین‌ها برای گزینش ارقام

نخود با عملکرد بالا و مناسب برای اقلیم سرد در شرایط دیم، مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

این تحقیق در سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکه کردستان، واقع در ۶۵ کیلومتری جاده سنندج-سقز با موقعیت جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۸ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۲۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. محل اجرای آزمایش دارای خاک زراعی عمیق با بافت متوسط و ساختمان دانه‌ای کلوخه‌ای بود (عماری، ۱۳۶۶).

بر مبنای آمار هواشناسی ایستگاه یاد شده، میزان بارندگی در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸، ۲۶۱ میلیمتر و میانگین حداکثر و حداقل دمای سالیانه به ترتیب برابر با ۳۰/۴ و ۸/۹- درجه سانتیگراد بوده است.

در این آزمایش ۴۸ ژنوتیپ نخود دریافتی از مرکز بین‌المللی یکاردا همراه با رقم اصلاح شده جم مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و تسطح به موقع انجام شده و کود پایه بر مبنای ۳۰ کیلوگرم ازت خالص از منبع کود اوره و ۳۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع کود فسفات آمونیوم، در هکتار محاسبه و قبل از کاشت مصرف شد. عملیات کاشت با دست در تاریخ ۲۸ فروردین ماه ۱۳۷۹ در قالب طرح لاتیس ساده ۷×۷ در دو تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل دو خط چهار متری با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر بود و بذور که قبل از کاشت با سم قارچکش بنلیت به نسبت سه در هزار ضدعفونی شده بودند به فواصل ده سانتیمتری روی خطوط کشت شدند. در طول مدت اجرای آزمایش مراقبت‌های زراعی شامل وجین دستی و مبارزه علیه آفت غلافخوار (لارو هلیوتیس) با استفاده از سم تماسی سونین به مقدار ۲-۳ در هزار هم‌زمان با تشکیل اولین غلاف‌ها انجام گردید. این بررسی در شرایط دیم صورت گرفت.

صفات فنولوژیک شامل تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن بودند که به ترتیب در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و زمان زرد شدن ۷۰ درصد غلاف‌ها اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری صفات مرفولوژیک، پس از رسیدن کامل، در هر کرت آزمایشی تعداد پنج بوته به طور تصادفی برداشت و فاصله اولین گره ساقه اصلی تا جوانه انتهایی به عنوان ارتفاع بوته بر حسب سانتیمتر و سایر صفات شامل تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری و ثبت شدند. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه برای هر لاین در هر واحد آزمایشی با حذف حاشیه‌ها، از سطح ۱/۸ مترمربع توزین و یادداشت گردید.

آنالیز واریانس صفات یادداشت‌برداری شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی مطابق با فرمول ارائه شده توسط میلر و همکاران (Miller et al., 1958) محاسبه گردید. ضرایب همبستگی با استفاده از روش دوی و لو (Dewey and Lu, 1959) به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شدند.

در جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از طرح لاتیس ساده با دو مرتبه اجرا (دوگانه) نشان داده شده است. به طوری که ملاحظه می‌گردد، از لحاظ وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اولیه و تعداد روز از کاشت تا رسیدن بین ۴۹ ژنوتیپ نخود تنوع ژنتیکی معنی‌دار وجود دارد. میانگین داده‌ها پس از تصحیح با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (L. S. D.) مقایسه شدند. بر اساس این آزمون لاین 98-38 C Flip با عملکرد دانه ۹۱۹ کیلوگرم در هکتار بالاتر از سایر ارقام قرار گرفت ولی با شاهد آزمایش (رقم جم) اختلاف معنی‌دار نداشت.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های نخود مورد استفاده در آزمایش و شجره آنها

Table 1. List of chickpea genotypes and their pedigree

| ردیف<br>No. | نام لاین یا شماره رقم<br>Entry name | شجره<br>Pedigree                                    | منشاء<br>Origin |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|
| 1           | FLIP 97-20 C                        | *94TH81/FLIP 91-119C* ILC 3366                      | ICARDA/ICRISAT  |
| 2           | FLIP 97-21 C                        | *94TH81/FLIP 91-119C* ILC 3366                      | ICARDA/ICRISAT  |
| 3           | FLIP 97-23 C                        | *94TH81/FLIP 91-138C* ILC 3370                      | ICARDA/ICRISAT  |
| 4           | FLIP 97-45 C                        | *94TH34/FLIP 88-70C* FLIP 87-59C                    | ICARDA/ICRISAT  |
| 5           | FLIP 97-46 C                        | *94TH34/FLIP 88-70C* FLIP 87-59C                    | ICARDA/ICRISAT  |
| 6           | FLIP 97-47 C                        | *94TH34/FLIP 88-70C* FLIP 87-59C                    | ICARDA/ICRISAT  |
| 7           | FLIP 97-51 C                        | *94TH44/FLIP 88-24* FLIP 88-42C                     | ICARDA/ICRISAT  |
| 8           | FLIP 97-52 C                        | *94TH125/(FLIP 91-150* FLIP 90-97C)*FLIP 90-124 C   | ICARDA/ICRISAT  |
| 9           | FLIP 97-53 C                        | *94TH125/(FLIP 91-150* FLIP 90-97C)*FLIP 90-124 C   | ICARDA/ICRISAT  |
| 10          | FLIP 97-54 C                        | *94TH125/(FLIP 91-150* FLIP 90-97C)*FLIP 90-124 C   | ICARDA/ICRISAT  |
| 11          | FLIP 97-55 C                        | *94TH174/FLIP 83-48C* FLIP 86-86C                   | ICARDA/ICRISAT  |
| 12          | FLIP 97-93 C                        | *94TH105/(FLIP 90-63C*S89280)*S91292                | ICARDA/ICRISAT  |
| 13          | FLIP 97-102 C                       | *94TH122/(FLIP 90-20C* FLIP 90-97C)* FLIP 90-124 C  | ICARDA/ICRISAT  |
| 14          | FLIP 97-104 C                       | *94TH126/(FLIP 91-123C* FLIP 84-79C)* FLIP 90-127 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 15          | FLIP 97-106 C                       | *94TH136/(FLIP 90-127C* FLIP 90-45C)* FLIP 91-126 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 16          | FLIP 97-112 C                       | *94TH116/(FLIP 91-138C* FLIP 90-97C)* FLIP 90-124 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 17          | FLIP 97-131 C                       | *94TH12/FLIP 90-132C*S 1347                         | ICARDA/ICRISAT  |
| 18          | FLIP 97-133 C                       | *94TH126/(FLIP 91-123C* FLIP 84-79C)* FLIP 90-127 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 19          | FLIP 97-141 C                       | *94TH116/(FLIP 90-138C* FLIP 90-97C)* FLIP 90-124 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 20          | FLIP 97-142 C                       | *94TH116/(FLIP 90-138C* FLIP 90-97C)* FLIP 90-124 C | ICARDA/ICRISAT  |
| 21          | FLIP 97-147 C                       | *94TH146/(FLIP 91-147C* FLIP 88-6C)* S92286         | ICARDA/ICRISAT  |
| 22          | FLIP 97-190 C                       | *94TH147/FLIP 83-48C* FLIP 86-86C                   | ICARDA/ICRISAT  |
| 23          | FLIP 97-241 C                       | *94TH154/(S91170* FLIP 90-124C)* S92240             | ICARDA/ICRISAT  |
| 24          | FLIP 98-35 C                        | *95TH24/FLIP 91-196C* FLIP 87-33C                   | ICARDA/ICRISAT  |
| 25          | FLIP 98-38 C                        | *95TH47/(FLIP 88-6C* ILC 3373)* FLIP 89-4 C         | ICARDA/ICRISAT  |
| 26          | FLIP 98-44 C                        | *95TH8/FLIP 91-24C* FLIP 90-19C                     | ICARDA/ICRISAT  |
| 27          | FLIP 98-90 C                        | *95TH14/FLIP 91-52C* S93TH65631                     | ICARDA/ICRISAT  |
| 28          | FLIP 98-93 C                        | *95TH14/FLIP 91-52C* S93TH65631                     | ICARDA/ICRISAT  |
| 29          | FLIP 98-96 C                        | *95TH25/FLIP 92-189C* FLIP 87-38 C                  | ICARDA/ICRISAT  |
| 30          | FLIP 98-98 C                        | *95TH17/FLIP 90-100C* S93040                        | ICARDA/ICRISAT  |
| 31          | FLIP 98-113 C                       | *95TH3/FLIP 91-24C* FLIP 88-24 C                    | ICARDA/ICRISAT  |
| 32          | FLIP 98-131 C                       | *95TH47/(FLIP 88-6C* ILC 3373)* FLIP 89-4 C         | ICARDA/ICRISAT  |
| 33          | FLIP 98-132 C                       | *95TH47/(FLIP 88-6C* ILC 3373)* FLIP 89-4 C         | ICARDA/ICRISAT  |
| 34          | FLIP 98-151 C                       | *95TH15/FLIP 91-149C* FLIP 91-75 C                  | ICARDA/ICRISAT  |
| 35          | FLIP 98-152 C                       | *95TH70/(FLIP 81-77C* PLOT29283)*S93320             | ICARDA/ICRISAT  |
| 36          | FLIP 98-154 C                       | *95TH10/FLIP 910-149C* FLIP 91-135 C                | ICARDA/ICRISAT  |
| 37          | FLIP 98-155 C                       | *95TH10/FLIP 910-149C* FLIP 91-135 C                | ICARDA/ICRISAT  |
| 38          | FLIP 98-156 C                       | *95TH18/FLIP 90-147C* S93252                        | ICARDA/ICRISAT  |
| 39          | FLIP 98-157 C                       | *95TH2/FLIP 91-18C* FLIP 90-96 C                    | ICARDA/ICRISAT  |
| 40          | FLIP 98-158 C                       | *95TH11/FLIP 90-95C* FLIP 92-19 C                   | ICARDA/ICRISAT  |
| 41          | FLIP 98-159 C                       | *95TH11/FLIP 90-95C* FLIP 92-19 C                   | ICARDA/ICRISAT  |
| 42          | FLIP 98-160 C                       | *95TH10/FLIP 91-149C* FLIP 91-135 C                 | ICARDA/ICRISAT  |
| 43          | FLIP 98-161 C                       | *95TH14/FLIP 91-52C* S93TH65631                     | ICARDA/ICRISAT  |
| 44          | FLIP 98-162 C                       | *95TH15/FLIP 91-149C* FLIP 91-75 C                  | ICARDA/ICRISAT  |
| 45          | FLIP 98-163 C                       | *95TH20/FLIOP 90-162C* S93320                       | ICARDA/ICRISAT  |
| 46          | FLIP 980-164 C                      | *95TH24/FLIP 91-196C* FLIP 87-33 C                  | ICARDA/ICRISAT  |
| 47          | FLIP 82-150 C                       | *79TH101/ILC 523* ILC 183                           | ICARDA/ICRISAT  |
| 48          | ILC 482                             | Long term check شاهد بین‌المللی دیررس               | TURKEY ترکیه    |
| 49          | رقم جم                              | Local check شاهد محلی                               | IRAN ایران      |

در این بررسی برای تعدادی از صفات تنوع ژنتیکی در حد معنی‌دار آماری وجود داشت (جدول ۲). بالاترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به تعداد شاخه‌های اولیه ۲۵/۳۰، عملکرد دانه ۲۰/۳۱ و تعداد غلاف در بوته ۲۰/۲۵ و کمترین ضریب تغییرات مربوط به صفات فنولوژیک تعداد روز از کاشت تا گلدهی ۲/۱۹ و تعداد روز تا رسیدگی ۲/۲۵ بود (جدول ۳). ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفات مختلف محاسبه و در جدول ۴ نشان داده شده است. در اغلب موارد همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی توافق نزدیکی با یکدیگر دارند، ولی در تعدادی از حالات مثلاً شاخص برداشت، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین آن‌ها مشاهده می‌شود که حاکی از اثرات شدید محیط در برآورد صفات کمی است.

مرور منابع نشان می‌دهد که همبستگی بین عملکرد دانه نخود و سایر صفات ثابت نیست (یوسفی و همکاران، ۱۳۷۶؛ Ozdemir, 1996؛ Sharma and Maloo, 1988). در این آزمایش عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار داشته و بین عملکرد دانه و تعداد روز از کاشت تا گلدهی همبستگی منفی و معنی‌دار به دست آمد. با توجه به این که آزمایش در شرایط دیم انجام شده است، همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تعداد روز از گلدهی منطقی به نظر می‌رسد. ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش خشکی رشد رویشی خود را سریع‌تر سپری کرده و زودتر به مرحله زایشی برسند، بر اساس مکانیزم فرار از تنش، عملکرد بالاتری به دست می‌آورند (Singh and Saxena, 1999).

بین عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی فنوتیپی معنی‌دار مشاهده نشد. در اغلب موارد این دو صفت همبستگی مثبتی با یکدیگر دارند (Acikgoz and Acikgoz, 1994; Sharma and Maloo, 1988; Singh et al., 1990) ولی شواهدی نیز در ارتباط

با همبستگی فنوتیپی منفی بین اندازه دانه و عملکرد وجود دارد (Ozdemir, 1996). وزن ۱۰۰ دانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی فنوتیپی منفی و معنی‌دار داشت. سینگ و همکاران (Singh et al., 1990) گزارش کردند که با افزایش تعداد غلاف و دانه در بوته، وزن (اندازه) دانه کاهش می‌یابد. نکته مسلم این است که تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته، در نخودهای تیپ کابلی دانه درشت از نخودهای تیپ دسی دانه ریز کمتر است.

همبستگی فنوتیپی بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف مثبت و معنی‌دار است. یوسفی و همکاران (۱۳۷۶) نیز بین این دو صفت همبستگی مثبت و قوی به دست آورده‌اند. ولی در آزمایش دیگری خلاف این موضوع گزارش شده است (ICARDA, 1997). سینگ و همکاران (Singh et al., 1990) اظهار داشتند که ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا توانایی تولید تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته بیشتری را در شرایط مطلوب دارند.

همبستگی فنوتیپی تعداد غلاف در بوته با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز از کاشت تا گلدهی منفی و معنی‌دار بود. به طور کلی، ارقامی از نخود که فاصله زمانی جوانه‌زنی تا گلدهی آن‌ها طولانی‌تر است، با تنش خشکی انتهای فصل مواجه شده و تعداد غلاف و دانه کمتری در واحد بوته تولید می‌کنند (Singh et al., 1990). بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اولیه همبستگی فنوتیپی منفی و معنی‌دار به دست آمد. به عبارت دیگر، ارقام پاکوتاه شاخه و برگ بیشتری تولید کردند. این نتیجه در مطالعات دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است (یوسفی و همکاران، ۱۳۷۶؛ Ozdemir, 1996; ICARDA, 1997). از طرف دیگر، تعداد شاخه‌های ثانویه با عملکرد بیولوژیک همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار داشت. این نکته نیز دلالت بر صحت رابطه اشاره شده دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس برای عملکرد دانه و صفات وابسته در لاین‌های ایت نخود در کردستان

Table 2. ANOVA for seed yield and other related characteristics of chickpea elite genotypes in CIEN-SP<sub>2</sub>-2000 in Kurdistan station

| منبع تغییرات          |                    | درجه آزادی | میانگین مربعات<br>Mean Squares |          |        |          |          |         |       |       |         |            |        |
|-----------------------|--------------------|------------|--------------------------------|----------|--------|----------|----------|---------|-------|-------|---------|------------|--------|
|                       |                    |            | YLD                            | SW       | S/P    | P/P      | PHT      | PB      | SB    | DF    | DM      | BIO        | HI     |
| S. O. V               | df                 |            |                                |          |        |          |          |         |       |       |         |            |        |
| Replications          | تکرار              | 1          | 8352.997                       | 6.125    | 0.008  | 17.153   | 2.001    | 0.041   | 0.827 | 2.296 | 1.005   | 32988.307  | 86.399 |
| Treatments            | تیمار              |            |                                |          |        |          |          |         |       |       |         |            |        |
| - unadjusted          | تصحیح              | 48         | 44574.66                       | 22.656** | 0.019  | 78.779*  | 35.279** | 1.592** | 1.113 | 2.104 | 9.417** | 134916.318 | 74.950 |
| - adjusted            | نشده               | 48         | 37840.68                       | ----     | 0.019  | 78.197** | ----     | ----    | ----  | ----  | 9.417** | 114918.628 | ----   |
| Blocks/ Reps (adj.)   | تصحیح شده          | 12         | 47677.051                      | 4.226    | 0.018  | 71.82    | 0.690    | 0.362   | 1.196 | 0.998 | 0.653   | 141126.299 | 63.515 |
| Error                 |                    | 36         | 22509.611                      | ----     | 0.015  | 30.281   | ----     | ----    | ----  | ----  | 0.653   | 68075.392  | ----   |
| - Effective           | خطا                | 48         | 826636.497                     | 4.521    | 0.015  | 37.549   | 0.875    | 0.457   | 1.306 | 1.963 | 0.653   | 79886.186  | 73.563 |
| - RCB Design          | مؤثر               | 36         | 19622.979                      | 4.619    | 0.014  | 26.125   | 0.937    | 0.489   | 1.342 | 2.284 | 0.653   | 59472.831  | 76.912 |
| - Intra block         | طرح بلوک داخل بلوک |            |                                |          |        |          |          |         |       |       |         |            |        |
| Efficiency of Lattice | مزیت نسبی لاتیس    |            | 118.33                         | ----     | 101.57 | 124.00   | ----     | ----    | ----  | ----  | 100     | 117.35     | ----   |

\* and \*\*: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

YLD: عملکرد دانه , SW: وزن ۱۰۰ دانه , S/P: تعداد دانه در غلاف , P/P: تعداد غلاف در بوته , PHT: ارتفاع بوته , PB: تعداد شاخه‌های اولیه , SB: تعداد شاخه‌های ثانویه , DF: تعداد روز تا گلدهی , DM: شاخص برداشت , BIO: عملکرد بیولوژیک , HI: شاخص برداشت , 100-seeds weight (SW), number of seeds per pod (S/P), number of pods per plant (P/P), number of secondary branches (SB), days to flowering (DF), biological yield (BIO), harvest index (HI), seed yield (YLD), plant height (PHT), number of primary branches (PB), days to maturity (DM)

100-seeds weight (SW), number of seeds per pod (S/P), number of pods per plant (P/P), number of secondary branches (SB), days to flowering (DF), biological yield (BIO), harvest index (HI), seed yield (YLD), plant height (PHT), number of primary branches (PB), days to maturity (DM)

جدول ۳- تنوع فنوتیپی صفات در لاین‌های الیت نخود

Table 3. Phenotypic variation in traits of chickpea elite entries in CIEN-SP, -2000

| Traits                    | صفات                  | دامنه<br>Range | میانگین<br>Mean | خطای استاندارد<br>S. E. (±) | ضریب تغییرات<br>C. V. (%) |
|---------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|
| Seed yield (kg/ ha)       | عملکرد دانه           | 347-919        | 678.9           | 19.70                       | 20.31                     |
| 100-seeds weight (g)      | وزن ۱۰۰ دانه          | 26-43          | 35.04           | 0.48                        | 9.62                      |
| No.seeds per pod          | تعداد دانه در غلاف    | 0.61-1.27      | 0.94            | 0.02                        | 14.03                     |
| No. pods per plant        | تعداد غلاف در بوته    | 19.32-47.59    | 30.97           | 0.89                        | 20.25                     |
| Plant height (cm)         | ارتفاع بوته           | 18-33.5        | 25.61           | 0.60                        | 16.47                     |
| No. Primary branches      | تعداد شاخه‌های اولیه  | 2-5.5          | 3.53            | 0.13                        | 25.30                     |
| No. Secondary branches    | تعداد شاخه‌های ثانویه | 4.7.5          | 6.03            | 0.11                        | 12.43                     |
| Days to flowering         | تعداد روز تا گلدهی    | 50-54.58       | 52.11           | 0.17                        | 2.25                      |
| Days to maturity          | تعداد روز تا رسیدگی   | 96-103         | 99.00           | 0.31                        | 2.19                      |
| Biological yield (kg/ ha) | عملکرد بیولوژیک       | 641-1673       | 1178.00         | 32.80                       | 19.53                     |
| Harvest index (%)         | شاخص برداشت           | 44.35-76.28    | 57.65           | 0.87                        | 10.66                     |

(Ozdemir, 1996) بالاترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه نخود را به تعداد شاخه‌های ثانویه نسبت داد. در آزمایش حاضر، تمامی صفات اثرات مستقیم بر عملکرد دانه نشان دادند. بالاترین اثر مستقیم (۰/۷۴) متعلق به وزن ۱۰۰ دانه بود و شاخص برداشت (۰/۶۹) و تعداد دانه در غلاف (۰/۶۳) در مراتب بعدی قرار داشتند. کمترین اثر مستقیم را عملکرد بیولوژیک (۰/۰۶) بر عملکرد دانه داشت. اثرات مستقیم و مثبت وزن ۱۰۰ دانه و تعداد روز تا گلدهی بر عملکرد، توسط اثرات غیرمستقیم آن‌ها از طریق سایر صفات خنثی گردید، و همان طوری که قبلاً بحث شد، همبستگی این صفات با عملکرد دانه منفی و معنی دار است. همبستگی فنوتیپی عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه مثبت و قوی و اثر مستقیم آن بر عملکرد دانه، مثبت ولی بسیار ناچیز بود. به طوری که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد، اثرات غیرمستقیم عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه از طریق صفات دیگر عمدتاً مثبت و قابل توجه می‌باشند. از بین اجزای عملکرد، تنها تعداد غلاف در بوته دارای اثر مستقیم پایین بر عملکرد دانه بود. از آن جا که همبستگی فنوتیپی بین تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه منفی و معنی دار است، اثر مستقیم تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه توسط اثرات غیرمستقیم آن مخصوصاً وزن ۱۰۰ دانه تعدیل شده است.

همبستگی فنوتیپی تعداد روز از کاشت تا گلدهی با تعداد شاخه‌های ثانویه و عملکرد بیولوژیک منفی و معنی دار بود. در واقع لاین‌های زودرس عملکرد بیولوژیک بیشتری دارند. یوسفی و همکاران (۱۳۷۶) نیز رابطه منفی و معنی دار بین این دو صفت یافتند، ولی شارما و مالو (Sharma and Maloo, 1988) اعلام داشتند که صفات فنولوژیک نخود با بیوماس کل گیاه همبستگی مثبت ولی غیرمعنی دار دارد.

در ادامه از طریق روش ضرایب علیت، همبستگی‌های ژنوتیپی مورد آنالیز قرار گرفت و ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شدند (جدول ۵). در این تجزیه عملکرد دانه که طبیعتاً برآیندی مرکب از صفات مختلف است، به عنوان متغیر معلول و صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد روز از کاشت تا گلدهی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به عنوان متغیرهای علت در نظر گرفته شدند. انتخاب این متغیرها بر اساس مدل حاصل از رگرسیون نزولی انجام شد.

سینگ و همکاران (Singh et al., 1990) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته و اندازه/ وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند. اوزدمیر

جدول ۴ - ضرایب همبستگی فنوتیپی (P) و ژنوتیپی (G) صفات در ژنوتیپ‌های نخود مورد مطالعه

Table 4. Phenotypic (P) and genotypic (G) correlation coefficients among pairs of the traits in chickpea elite genotypes

| Traits |   | S/P+    | P/P     | PHT   | PB      | SB    | DF     | DM    | BIO     | HI     | YLD     |
|--------|---|---------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|---------|--------|---------|
| SW     | P | -0.61** | -0.47** | 0.02  | 0.02    | -0.13 | 0.10   | -0.06 | -0.05   | -0.11  | -0.12   |
|        | G | -0.88   | -0.69   | 0.02  | 0.01    | -0.04 | 0.08   | -0.07 | -0.23   | -0.45  | -0.30   |
| S/P    | P |         | 0.34*   | -0.15 | 0.06    | 0.12  | -0.10  | 0.01  | 0.18    | 0.04   | 0.16    |
|        | G |         | 0.51    | -0.29 | 0.21    | 0.23  | -0.63  | -0.08 | 0.43    | 0.41   | 0.31    |
| P/P    | P |         |         | -0.06 | -0.08   | 0.18  | -0.30* | 0.07  | 0.29*   | 0.41** | 0.44**  |
|        | G |         |         | -0.05 | -0.14   | 0.32  | -0.23  | 0.07  | 0.45    | 0.67   | 0.61    |
| PHT    | P |         |         |       | -0.37** | -0.14 | 0.16   | 0.15  | -0.20   | -0.13  | -0.21   |
|        | G |         |         |       | -0.47   | -0.21 | 0.31   | 0.15  | -0.39   | -0.37  | -0.44   |
| PB     | P |         |         |       |         | 0.25  | -0.09  | -0.05 | -0.07   | -0.18  | -0.01   |
|        | G |         |         |       |         | 0.37  | -0.10  | -0.14 | 0.09    | -0.42  | 0.02    |
| SB     | P |         |         |       |         |       | -0.29* | -0.02 | 0.53**  | -0.24  | 0.37**  |
|        | G |         |         |       |         |       | -0.20  | -0.11 | 0.68    | -0.36  | 0.31    |
| DF     | P |         |         |       |         |       |        | 0.12  | -0.45** | -0.13  | -0.44** |
|        | G |         |         |       |         |       |        | 0.21  | -0.69   | -0.49  | -0.45   |
| DM     | P |         |         |       |         |       |        |       | 0.14    | 0.10   | 0.22    |
|        | G |         |         |       |         |       |        |       | 0.15    | 0.36   | 0.19    |
| BIO    | P |         |         |       |         |       |        |       |         | 0.02   | 0.89**  |
|        | G |         |         |       |         |       |        |       |         | 0.22   | 0.91    |
| HI     | P |         |         |       |         |       |        |       |         |        | 0.42**  |
|        | G |         |         |       |         |       |        |       |         |        | 0.51    |

+ For legend see table 2

\* and \*\*: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.

+ : برای توضیح اختصارات به جدول ۲ مراجعه کنید.

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد دانه نخود

Table 5. Direct and indirect effects of different traits on seed yield of chickpea elite entries in CIEN-SP<sub>2</sub> – 2000

| صفات<br>Traits | اثر مستقیم<br>Direct effect | Indirect effects |       |       |       |       | اثرات غیرمستقیم از طریق |       | همبستگی با عملکرد دانه |
|----------------|-----------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|------------------------|
|                |                             | via              |       |       |       |       |                         |       | Correlation with YLD   |
|                |                             | SW               | S/P   | P/P   | SB    | DF    | BIO                     | HI    |                        |
| SW+            | 0.74                        | —                | -0.55 | -0.18 | -0.01 | 0.03  | -0.01                   | -0.31 | -0.30                  |
| S/P            | 0.63                        | -0.65            | —     | 0.13  | 0.09  | -0.20 | 0.02                    | 0.29  | 0.631                  |
| P/P            | 0.26                        | -0.51            | 0.32  | —     | 0.12  | -0.08 | 0.03                    | 0.46  | 0.61                   |
| SB             | 0.38                        | -0.03            | 0.15  | 0.08  | —     | -0.07 | 0.04                    | -0.25 | 0.31                   |
| DF             | 0.32                        | 0.06             | -0.39 | -0.06 | -0.08 | —     | 0.04                    | -0.34 | -0.45                  |
| BIO            | 0.06                        | -0.17            | 0.27  | 0.12  | 0.26  | 0.22  | —                       | 0.16  | 0.91                   |
| HI             | 0.69                        | -0.33            | 0.26  | 0.17  | -0.14 | -0.16 | 0.01                    | —     | 0.51                   |

+ : For legend see table 2.

+ : برای توضیح اختصارات به جدول ۲ مراجعه کنید.

\* : Residual effect = 0.301

\* : اثر باقیمانده : ۰/۳۰۱

بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت بالاترین اثرات مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشته و مهم‌ترین صفات برای افزایش عملکرد دانه نخود در شرایط دیم منطقه کردستان هستند. هر چند اثر مستقیم عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه بسیار کم بود، ولی اثرات غیرمستقیم آن مثبت و بالا بوده و در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد.

از همکار ارجمند آقای ارسلان بهزادی که در کلیه مراحل اجرای آزمایش با مؤلفین همکاری داشته و یادداشت‌برداری‌های دقیق و به موقع، بدون مساعدت ایشان امکان‌پذیر نبود تشکر و قدردانی می‌گردد. لازم است از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکه کردستان به خاطر همکاری بی‌شائبه سپاسگزاری شود.

## References

- باقری، ع.، ا. زند و م. پارسا. ۱۳۷۶. حبوبات: تنگناها و راهبردها. جهاد دانشگاهی مشهد.
- عماری، پ. ۱۳۶۶. گزارش مطالعات خاکشناسی ایستگاه خاک و آب خرکه. مؤسسه تحقیقات خاک و آب شماره ۸۳۷.
- یوسفی، ب.، ح. کاظمی اربط، ف. رحیمزاده خویی و م. مقدم. ۱۳۷۶. بررسی ارقام نخود زراعی در دو سطح رطوبتی و تجزیه علیت صفات زراعی. مجله علوم کشاورزی ایران ۱۶۲-۱۴۷: (۴) ۲۸.
- Acikgoz, N. and N. Acikgoz. 1994. Path analysis for evaluation of characters affecting seed yield in chickpeas at different sowing time. Crop Science Congress. Volume II. Breeding: 121-125.
- Dewey, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J. **51**: 515-518.
- Icarda. 1997. Food legume improvement program : Annual Report 1996. Aleppo, Syria: ICARDA.
- Miller, P. A., J. C. Willims, H. F. Robinson and R. E. Comstock. 1958. Estimates of genetic and environmental variances and covariance in Upland cotton and their implications in selection. Agron. J., **50**: 126-131.
- Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, **3**: 9-21.
- Sharma, P. P. and S. R. Maloo. 1988. Correlation and path coefficient analysis in Bengal gram (*Cicer arietinum* L.). Madras Agric. J. **75** (3-4): 95-98.
- Singh, K. B., G. Bejiga and R. S. Malhotra. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica. **49** (1): 83-88.
- Singh, K. B. and M. C. Saxena. 1999. Chickpeas. Macmillan Education LTD, London and Basingtone.

## Genetic variation and relationships between traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under dryland conditions

H. Kanouni<sup>1</sup> and R. S. Malhotra<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Studying relationships between agronomic traits would assist breeders to identify the effective traits and use proper selection intensity in their breeding programs. Forty-eight elite entries of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as well as one Iranian cultivar (Jam), were used to estimate genetic variation for 11 morphological and phonological characters, at Kurdistan Agricultural Research Center, west of Iran. The experimental design was a simple lattice (7×7) with two replications. Genotypic differences among the entries were highly significant for some of the characters. The phenotypic and genotypic correlations among the traits were estimated. Seed yield was positively and significantly correlated with number of pods per plant, number of secondary branches, biological yield and harvest index, and negatively but significantly correlated with number of days from sowing to flowering. In most cases, phenotypic and genotypic correlations were closely correspondent. However in some cases, the differences signified the environmental effects. Path analysis showed that 100 seeds weight has the most direct effect on seed yield.

**Key words:** Chickpea, Genetic variation, Path-analysis, Yield and yield components.

---

1- Scientific member, Agricultural Research Center of Kurdistan, Iran.

2- Scientific member, ICARDA