"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۲

مطالعهٔ تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی در لاین‌های نخود در شرایط دیم (*Cicer arietinum* L.)

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

همایون کانونی[1] و راجیندرا سینگ مالهوترا[2]

چکیده

آگاهی از روابط بین صفات زراعی این امکان را فراهم می‌کند تا به نژادگران با تشخیص آسان صفات، فشار گزینشی را در مراحل مختلف برنامهٔ اصلاحی اعمال نمایند. به منظور تعیین تنوع ژنتیکی، همبستگی بین صفات و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه، چهل و هشت لاین بین‌المللی نخود به همراه رقم زراعی جم در یک آزمایش لاتیس ساده ۷×۷ دوگانه در سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکه کردستان کاشت و مورد بررسی قرار گرفتند. در بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ تعدادی از صفات تنوع ژنتیکی معنی‌دار به دست آمد. در این بررسی ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات با یکدیگر تعیین شدند. عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار داشت و همبستگی فنوتیپی مابین عملکرد دانه و تعداد روز از کاشت تا گلدهی منفی و معنی‌دار بود. در اغلب موارد همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی مشابه و متناسب بودن، ولی تفاوت‌های موجود در برخی از صفات، حاکی از اثرات محیط بر صفت مورد نظر بود. با انجام تجزیهٔ علیت، اثرات مستقیم بالای اجزای عملکرد بر عملکرد دانه آشکار شد، به طوری که وزن ۱۰۰ دانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: نخود زراعی، تنوع ژنتیکی، تجزیهٔ علیت، عملکرد و اجزای عملکرد.

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) از لحاظ سطح زیر کشت و محصول تولیدی، پس از نخود فرنگی و لوبیا رتبهٔ سوم را در بین حبوبات به خود اختصاص می‌دهد (Singh and Saxena, 1999) . در ایران، نخود با سطح زیر کشت ٦٤٠ هزار هکتار و تولید تقریبی ٤٠٠ هزار تن مهم‌ترین گیاه از زمرهٔ حبوبات محسوب می‌شود (باقری و همکاران، ١٣٧٦).

در کشور ما همانند سایر کشورهای در حال توسعه، نخود نقش مهمی در نظام کشت سنتی ایفا می‌کند. علاوه بر اهمیت نخود به عنوان یک منبع غذائی مهم در رژیم غذایی انسان و علوفهٔ دام، این گیاه می‌تواند اهمیت چشمگیری در حاصلخیزی خاک به ویژه در مناطق دیم داشته باشد.

مطالعهٔ تنوع صفات در نخود نشان داده است که صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۸/۸

۱ـ عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان ۲ـ محقق اصلاح نخود، مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی مناطق خشک (ایکاردا)

دانـه، اجـزای عملکـرد نخـود را تـشکیل مـی‌دهنـد (Ozdemir, 1996) . بنـابراین بـه منظـور انتخاب برای عملکرد بالاتر، روابط مرکب بین عملکرد دانـه و اجـزای آن بایـستی کـاملاً مـشخص شـوند. سـینگ و همکـاران (Singh et al., 1990) طی سال‌های ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷ مطالعهٔ گسترده‌ای بر روی ۳۲۶۹ نمونه ژرم‌پلاسـم نخـود کـابلی انجام داده و ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک، مرفولوژیک و فنولوژیک را بـرآورد کردنـد. نتـایج ایـن بررسـی نـشان مـی‌دهـد کـه عملکـرد دانـه بـا عملکـرد بیولوژیک، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبـت و قوی دارد. ایـن محققـین خاطرنـشان مـی‌سـازند کـه بـا وجود مطالعه بر روی ۳۲۶۹ نمونه، ایـن نمونـه‌هـا ممکـن است بیانگر توزیع یکنواخت تیـپ‌هـای ژنتیکـی موجـود نباشند بنابراین مطالعه بر روی نمونه‌هـای دیگـر ضـروری است.

شارما و مالو (Sharma and Maloo, 1988) همبـستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه و تعـداد شـاخه در بوته گزارش کرده و نشان دادند که در جمعیـت‌هـای در حـال تفکیـک تعـداد شـاخه و تعـداد غـلاف در بوتـه بـا عملکرد دانه همبستگی پیوسته‌ای داشته و به ترتیب تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه‌های اولیـه بیـشترین نقـش را در عملکرد دانه دارند.

در یک بررسی، یازده جمعیت F_2 نخود مورد مطالعـه قرار گرفته و گزارش شده است که عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و وزن ۱۰۰ دانه با تعداد دانه در بوتـــه همبستگـــی منفـــی دارد (ICARDA, 1997) . با وجـود ایـن کـه وزن ۱۰۰ دانـه غالبـاً همبـستگی مثبتـی با عملکرد دانه دارد، بعضی اوقات این همبستگی به علت اثرات منفی آن بر تعداد غلاف در بوتـه و تعـداد دانـه در بوته به صورت متفاوتی ظاهر می‌شود.

بـر اسـاس مطالعـهٔ آچیـک گـز و آچیـک گـز (Acikgoz and Acikgoz, 1994) عملکرد دانـه در واحـد سطح همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در بوته، تعـداد دانـه در بوتـه، تعـداد غـلاف در بوتـه، تعـداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع بوته داشته ولی وزن ۱۰۰ دانه هیچ‌گونه همبـستگی معنی‌داری با عملکرد دانه یـا صـفات وابسته نـشان نـداد. به نظر می‌رسد هر صفت کمی، صرف‌نظر از آثار منفی یا مثبت آن بر گیاه، به نوعی در شکل‌گیـری عملکـرد دانـه نقش داشته باشد. این نقش می‌تواند به صورت مـستقیم و یا از طریق سایر صفات ایفا گردد.

اوزدمیـر (Ozdemir, 1996) همبستگـی‌های مثبـت و قوی عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های ثانویـه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانـه در بوتـه، عملکـرد دانـه در بوتـــه و شـــاخص برداشـــت را بـــه اثـــرات مـــستقیم و غیرمستقیم تجزیه کـرد و گـزارش نمـود کـه عملکـرد دانه در واحـد بوتـه بیـشترین اثـر مـستقیم را بـر عملکـرد دانـه در واحـد سـطح دارد. بنـا بـه ایـن گـزارش، اثـرات مستقیم سایر صـفات بـسیار کوچـک و در برخـی مـوارد منفی است.

در آزمایشی که بر روی ۲۰ رقم نخود تیپ دسـی در دو سـطح رطـوبتی در ایـستگاه تحقیقـات کـشاورزی میاندوآب انجـام شـد، همبـستگی مثبـت و معنـی‌دار بـین عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های اولیـه و ثانویـه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشـت و همبـستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد روز تا گلدهی، تعـداد روز تـا رسـیدگی و ارتفـاع بوتـه بـه دسـت آمـد (یوسـفی و همکـاران، ۱۳۷٦). نتـایج حاصـل از تجزیـه علیت در این بررسی نشان داد کـه وزن ۱۰۰ دانـه، تعـداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به ترتیـب بیـشترین اثـر مـستقیم را بـر عملکـرد دانـه دارنـد و گـزینش بـرای صفات یاد شده منجر به ایجاد ارقام با عملکـرد دانـه بـالا خواهد شد.

هدف از انجام ایـن تحقیـق، بررسـی تنـوع فنـوتیپی و ژنتیکی تعیین ضرایب همبستگی بین ۱۱ صفت رشدی و کمّی در ٤۹ رقم و لاین نخود تیپ کـابلی بـود. ضـمناً بـا توجه به نقش اجزای عملکرد در عملکرد دانه، سعی شده است که تنـوع موجـود در لایـن‌هـا بـرای گـزینش ارقـام

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

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکهٔ کردستان، واقع در ٦٥ کیلومتری جادهٔ سنندج- سقز با موقعیت جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۳ دقیقهٔ عرض شمالی، ٤۸ درجه و ۸ دقیقهٔ 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، ١٣٦٦).

برمبنای آمار هواشناسی ایستگاه یاد شده، میزان بارندگی در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸، ۲٦۱ میلیمتر و میانگین حداکثر و حداقل دمای سالیانه به ترتیب برابر با ۳۰/٤ و ۸/۹- درجه سانتیگراد بوده است.

در این آزمایش ٤۸ ژنوتیپ نخود دریافتی از مرکز بین‌المللی ایکاردا همراه با رقم اصلاح شدهٔ جم مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). عملیات تهیهٔ 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 ازکاشت 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 فاصلهٔ 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 سوین به مقدار ۳-۲ 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 مرحلهٔ 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.

نتایج و بحث

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 ٤۹ 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 Flip 98-38 C 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 شجرهٔ آن‌ها

Table 1. List of chickpea genotypes and their pedigree

ردیف No.	نام لاین یا شمارهٔ رقم Entry name	شجره Pedigree	منشاء Origin
1	FLIP 97-20 C	*94TH81/FLIP 94-119 C* ILC 3366	ICARDA/ICRISAT
2	FLIP 97-21 C	*94TH81/FLIP 94-119 C* ILC 3366	ICARDA/ICRISAT
3	FLIP 97-23 C	*94TH81/FLIP 94-138 C* ILC 3370	ICARDA/ICRISAT
4	FLIP 97-45 C	*94TH34/FLIP 88-70 C* FLIP 87-59 C	ICARDA/ICRISAT
5	FLIP 97-46 C	*94TH34/FLIP 88-70 C* FLIP 87-59 C	ICARDA/ICRISAT
6	FLIP 97-47 C	*94TH34/FLIP 88-70 C* FLIP 87-59 C	ICARDA/ICRISAT
7	FLIP 97-51 C	*94TH44/FLIP 88-24 * FLIP 88-4C	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 86-6C	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 90-132 C*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 86-6C	ICARDA/ICRISAT
23	FLIP 97-241 C	*94TH154/(S91170* FLIP 90-124 C)* S92240	ICARDA/ICRISAT
24	FLIP 98-35 C	*95TH24/FLIP 94-196 C* FLIP 87-3C	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 94-52 C* S93TH65631	ICARDA/ICRISAT
28	FLIP 98-93 C	*95TH14/FLIP 94-52 C* S93TH65631	ICARDA/ICRISAT
29	FLIP 98-96 C	*95TH25/FLIP 92-189 C* FLIP 87-3C	ICARDA/ICRISAT
30	FLIP 98-98 C	*95TH17/FLIP 90-100 C* 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 94-149 C* FLIP 94-75C	ICARDA/ICRISAT
35	FLIP 98-152 C	*95TH70/(FLIP 84-7C * 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 90-147 C* 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 90-95 C* FLIP 92-19 C	ICARDA/ICRISAT
41	FLIP 98-159 C	*95TH11/FLIP 90-95 C* FLIP 92-19 C	ICARDA/ICRISAT
42	FLIP 98-160 C	*95TH10/FLIP 94-149 C* FLIP 94-135 C	ICARDA/ICRISAT
43	FLIP 98-161 C	*95TH14/FLIP 94-52 C* S93TH65631	ICARDA/ICRISAT
44	FLIP 98-162 C	*95TH15/FLIP 94-149 C* FLIP 94-75C	ICARDA/ICRISAT
45	FLIP 98-163 C	*95TH20/FLIOP 90-162 C* S93320	ICARDA/ICRISAT
46	FLIP 980-164 C	*95TH24/FLIP 94-196 C* FLIP 87-3C	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 ٤ 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، ۱۳۷٦؛ 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 مرحلهٔ 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. نکتهٔ 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 (۱۳۷٦) 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 بوتهٔ 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 فاصلهٔ 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، ۱۳۷٦؛ ICARDA, 1997; Ozdemir, 1996)، از طرف دیگر، تعداد شاخه‌های ثانویه با عملکرد بیولوژیک همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌دار داشت. این نکته نیز دلالت بر صحت رابطهٔ اشاره شده دارد.

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 Range	میانگین Mean	خطای استاندارد S. E. (±)	ضریب تغییرات 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

همبستگی فنوتیپی تعداد روز از کاشت تا گلدهی با تعداد شاخه‌های ثانویه و عملکرد بیولوژیک منفی و معنی‌دار بود. در واقع لاین‌های زودرس عملکرد بیولوژیک بیشتری دارند. یوسفی و همکاران (۱۳۷٦) نیز رابطهٔ منفی و معنی‌دار 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 غیرمعنی‌دار 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 اندازهٔ وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند. اوزدمیر (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 (۰/۷٤) متعلق به وزن ۱۰۰ دانه بود و شاخص برداشت (۰/٦۹) و تعداد دانه در غلاف (۰/٦۳) در مراتب بعدی قرار داشتند. کمترین اثر مستقیم را عملکرد بیولوژیک (۰/۰٦) 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 معنی‌دار 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 معنی‌دار است، اثر مستقیم تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه توسط اثرات غیرمستقیم آن مخصوصاً وزن ۱۰۰ دانه تعدیل شده است.

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 منطقهٔ 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.

سپاسگزاری

از همکار ارجمند آقای ارسلان بهزادی که در کلیهٔ 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.

منابع مورد استفاده References

باقری، ع.، ا. زند و م. پارسا. ۱۳۷٦. حبوبات: تنگناها و راهبردها. جهاد دانشگاهی مشهد.

عماری، پ. ۱۳٦٦. 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. ۱۳۷٦. بررسی ارقام نخود زراعی در دو سطح رطوبتی و تجزیهٔ علیت صفات زراعی. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران ۱٦۲-۱٤۷: (٤) 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. I. **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 ain 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 Bisingtone.