

" "

(*Cicer arietinum* L.)

**Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea  
(*Cicer arietinum* L.) under drought stress conditions of Kurdistan**

همایون کانونی\*

(DSI)

(*Cicer arietinum* L.) :

غالباً بسیار کم است. نخودکاران استان بنا به باورهای غلط، معمولاً بسیار دیر نسبت به کشت نخود مبادرت می کنند. به طوری که قسمت اعظم رطوبت ذخیره شده در خاک و بارندگی های بهاره، مورد استفاده محصول قرار نگرفته و دوره پرشدن دانه با تنش شدید کم آبی مصادف می گردد.

مطالعات نشان داده اند که در ژرم پلاسما نخود برای صفت تحمل خشکی تنوع ژنتیکی وجود دارد (Baker, 1994; Johansen et al., 1994) و این تنوع

در مناطق غرب کشور، نخود به عنوان یک گیاه بهاره، غالباً به صورت دیم کشت شده و با استفاده از رطوبت ذخیره شده در پروفیل خاک چرخه زیستی خود را تکمیل می کند. استان کردستان قطب تولید نخود تیپ دسی در کشور است. (احمدی و کانونی، ۱۳۷۷). با وجود اهمیت نخود در این استان و رغبت روزافزون زارعین منطقه برای کاشت این گیاه و قرار دادن آن در تناوب با گندم دیم، عملکرد دانه نخود در واحد سطح

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۶/۱۳

\* عضو هیأت علمی- مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان

احتمالاً به دلیل اثرات ترکیبی صفات و اثر متقابل آن‌ها می‌باشد (Johansen et al., 1994). تظاهر صفات نیز با توجه به درجه تنش و ترکیب آن با سایر تنش‌ها، سن گیاه و محیط تغییر می‌کند. بنابراین جستجو برای دستیابی به ژنوتیپ‌های برتر که افزایش و ثبات عملکرد نخود در شرایط دیم را به دنبال داشته باشند بسیار حائز اهمیت است. در این خصوص راهکارهای زیر را بایستی مد نظر قرار داد: الف- استفاده مستقیم از بارندگی‌های قریب‌الوقوع با بهره‌گیری از روش‌های زراعی مناسب ب- اصلاح و گزینش ژنوتیپ‌های با سازگاری بیشتر نسبت به خشکی (Silim and Saxena, 1993). جانسن و همکاران (Johansen et al., 1994) از بین راهبردهای گوناگون برای مدیریت خشکی در نخود، بر بهبود ژنتیکی تأکید نموده و اظهار داشته‌اند که افزایش مقاومت به خشکی ضرورتاً به معنای افزایش محسوس عملکرد دانه در شرایط خشک نبوده، بلکه هدف پایداری بیشتر تولید در شرایط دیم، بسته به ماهیت و شدت خشکی است. به طور کلی در گیاهانی مانند نخود که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در آن‌ها بالاست، بایستی گزینش اختصاصی در محیط‌های نامساعد صورت گیرد (Baker, 1994; Singh, 1997).

صرف نظر از پیشرفت‌های به دست آمده بایستی اظهار داشت که روش‌هایی که تاکنون برای شناسایی تفاوت‌های ژنوتیپی در مقاومت به خشکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، پر زحمت بوده و عموماً برای بررسی تمامی گیاهان مورد نیاز در یک برنامه اصلاحی مناسب نیستند. غربال کردن متداول در یک محیط خشک طبیعی نیز به علت نوسانات سالیانه بارندگی و به تبع آن نوسانات تنش خشکی، کارآیی لازم را ندارند. حتی زمانی که بارندگی به طور پیوسته کم باشد، ممکن است این کار به گزینش گیاهان دارای پتانسیل عملکرد پایین در محیط معمولی منجر شود (Singh and Saxena, 1999). بنا به دلایل فوق، محققان

ایکارد را یک فن جدید برای غربال کردن نخود بهاره در مناطق مدیترانه‌ای توسعه داده‌اند. در این تکنیک زمان کاشت به مدت سه هفته دیرتر از زمان کاشت معمول منطقه در یک مکان نسبتاً خشک (نزولات سالیانه حدود ۳۰۰ میلیمتر) انجام می‌شود. سپس ارزیابی اولیه با استفاده از روش نمره‌دهی ۱-۹ انجام شده و لاین‌های حساس حذف می‌شوند. در مرحله بعد لاین‌های خوش آتیه تحت یک ارزیابی نهایی در دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش (با آبیاری تکمیلی) قرار گرفته و فقط لاین‌هایی که در هر دو محیط عملکرد خوبی داشته باشند، انتخاب می‌شوند (Singh, 1997).

به‌نژادگران روش‌های متفاوتی را برای سلکسیون ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی اتخاذ می‌کنند. برخی گیاهان مقاوم به خشکی را بر اساس وزن توده ریشه انتخاب می‌کنند. بسیاری دیگر گیاهان مقاوم به خشکی را با ایجاد تنش خشکی به طور مصنوعی، به روش‌های ذکر شده در بالا و یا با بررسی در مکان‌های طبیعتاً خشک گزینش می‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت، هر چند تمامی لاین‌های زودرس مقاوم به خشکی نیستند، ولی مقاومت به تنش خشکی در بین لاین‌های زودرس بیشتر مشاهده شده است (Baker, 1994).

به‌نژادگران گیاهی و فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی بر این عقیده‌اند که برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام سازگار به مناطق خشک و نیمه خشک، نخست باید صفاتی را که تحت شرایط کم آبی در افزایش عملکرد دانه مؤثرند شناخت و سپس آن‌ها را علاوه بر عملکرد دانه به عنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد (Singh, 1997). در مرکز بین‌المللی ایکاردا، از طریق روش اصلاحی بالک پدیگری و با استفاده از امکانات وسیع خارج از فصل تعدادی لاین جدید با مقاومت چندگانه به خشکی، برق‌زدگی و سرما اصلاح و معرفی کرده‌اند (Singh, 1997). در این روش تأکید خاصی بر گزینش گیاهان زودرس یا نتاج آن‌ها شده، چرا که همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد روز از

کیلومتری جاده سنندج - سقز با مشخصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۸ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و ۲۱۰۰ ارتفاع از سطح دریای آزاد به مرحله اجراء درآمد. در جدول ۱ تعدادی از پارامترهای هواشناسی ایستگاه مذکور در طول فصل زراعی ۱۳۷۷ نشان داده شده است.

محل اجرای آزمایش دارای خاک زراعی عمیق با بافت متوسط (لوم) و ساختمان دانه‌ای کلوخه‌ای بود (عماری، ۱۳۶۷). در این بررسی ۲۰ ژنوتیپ نخود انتخابی از بین لاین‌های واصله از مرکز ایکریسات (ICRISAT) باضافه رقم اصلاح شده داخلی پیروز

کاشت تا گلدهی و عملکرد نخود دیم حاکی از حضور صفت فرار از خشکی بوده است.

هدف از این تحقیق ارزیابی عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط با مقاومت به خشکی نخود در شرایط دیم منطقه کردستان و هم‌چنین فراهم شدن فرصتی برای انتخاب ارقام مناسب به عنوان والدین تلاقی‌ها و یا رقمی نهایی برای معرفی در منطقه مورد نظر بوده است.

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۷۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکه کردستان، واقع در ۷۵

جدول ۱- وضعیت آب و هوایی ایستگاه تحقیقاتی خرکه در طول فصل زراعی ۱۳۷۷

Table 1. Some of meteorological parameters during cropping season 1998 in the Kharkeh experimental station

| پارامتر<br>Parameter | فروردین<br>20 Mar.-<br>20 Apr. | اردیبهشت<br>21 Apr.-<br>21 May | خرداد<br>22 May-<br>21 Jun. | تیر<br>22 Jun.-<br>22 Jul. | مرداد<br>23 Jul.-<br>22 Aug. |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Min.temp.(°C)        | حدافل دما<br>2.61              | 2.4                            | 9.95                        | 15.1                       | 15.1                         |
| Max. temp.(°C)       | حداکثر دما<br>12.63            | 16.4                           | 24.1                        | 30.7                       | 29.3                         |
| RH(%)                | رطوبت نسبی<br>60.2             | 57.2                           | 58.1                        | 38.9                       | 32.1                         |
| Rainfall(mm)         | بارندگی<br>45.5                | 40.7                           | 8.0                         | 2.5                        | 9.9                          |

هم‌زمان با تشکیل اولین غلاف‌ها انجام شد. آبیاری آزمایش آبی، براساس تشتک تبخیر کلاس A، به میزان ۸۰ میلی‌متر در زمان صددرصد گلدهی و ۸۰ میلی‌متر در مرحله پر شدن غلاف‌ها صورت گرفت.

صفات مورد بررسی شامل، عملکرد دانه در واحد سطح تحت شرایط آبی و دیم، تعداد روز از کاشت تا گلدهی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه و تعداد دانه در ده غلاف بود که در طول دوره داشت و هم‌چنین پس از برداشت و توزین محصول کرت‌ها، از سطحی معادل ۴/۲ مترمربع از هر کرت دیم انجام و اطلاعات مورد نیاز ثبت گردید. به منظور

از لحاظ صفات مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و تسطیح بود. کود پایه بر مبنای ۳۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار محاسبه و قبل از کاشت در سطح قطعه آزمایشی پخش و با خاک مخلوط شد. عملیات کاشت با دست و به صورت کپه‌ای در تاریخ ۲۶ فروردین ماه ۱۳۷۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (دو آزمایش جداگانه بدون تنش و تنش خشکی) در سه تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل شش خط چهار متری به فواصل ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر بود و بذور به فواصل ده سانتیمتری، روی ردیف‌ها قرار گرفتند. در طول اجرای آزمایش مراقبت‌های زراعی شامل وجین دستی، طی دو مرحله و مبارزه بر علیه آفت هلیوتیس با سم تماسی سونین به نسبت دو در هزار،

ارزیابی حساسیت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به تنش خشکی، شاخص حساسیت به خشکی (Drought Susceptibility Index) DSI با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Silim and Saxena, 1993):

$$DSI = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}}$$

در این فرمول  $Y_s$  و  $Y_p$  به ترتیب عملکرد در شرایط تنش دار و بدون تنش و  $\bar{Y}_s$  و  $\bar{Y}_p$  به ترتیب میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط واجد تنش و بدون تنش می‌باشند. مقادیر پایین DSI مطلوب بوده و ژنوتیپ‌های دارای DSI پایین حساسیت کمتری به شرایط تنش خشکی دارند.

تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین صفات به روش دانکن به وسیله نرم افزار MSTAT-C انجام گردید. ضرایب همبستگی ساده بین صفات و مدل رگرسیونی صفات مؤثر بر عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شدند. به منظور درک بهتر روابط بین صفات و همچنین مطالعه دقیق‌تر این روابط و اثرات صفات متغیر بر صفت تابع، ضرایب همبستگی با استفاده از روش دوی و لو (Dewey and Lu, 1959) به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شدند.

در جدول ۲ میانگین عملکرد دانه در دو محیط آبی و دیم، شاخص حساسیت به خشکی و میانگین حسابی عملکرد دانه برای ژنوتیپ‌های تحت بررسی درج گردیده است. به طوری که ملاحظه می‌شود، بالاترین عملکرد دانه در شرایط دیم مربوط به لاین شماره ۱۰ (۸۷ گرم در مترمربع) و بالاترین میزان عملکرد دانه در شرایط آبی متعلق به لاین شماره ۸ (۱۲۲ گرم در مترمربع) می‌باشد. پایین‌ترین مقدار DSI را نیز ژنوتیپ شماره ۱۰ احراز نمود. بیشترین میانگین حسابی عملکرد

دانه با مقدار ۱۰۱/۶۵ گرم در مترمربع مربوط به لاین شماره ۳ بود. در مجموع ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ (ICCV 94918) و ۳ (ICCV 92944) پایین‌ترین مقادیر DSI را داشته و میانگین عملکرد آن‌ها در دو محیط واجد تنش و بدون تنش بالاتر از سایر ارقام بود.

آزمون مقایسه میانگین صفات در آزمایش تنش دار (جدول ۳) نشان داد که از لحاظ اغلب خصوصیات بین ژنوتیپ‌های مورد نظر اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۰ و ۲ و کمترین عملکرد دانه به ترتیب متعلق به رقم پیروز و ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ و ۱۷ بود در آزمایش حاضر کمترین تعداد روز از کاشت تا گلدهی به ترتیب از آن ژنوتیپ‌های ۱۰، ۷ و ۲، و بیشترین تعداد روز از کاشت تا گلدهی مربوط به رقم پیروز و ژنوتیپ‌های ۲۰ و ۱۷ بود. بر اساس سایر مطالعات انجام شده صفت گلدهی زود هنگام در نخود به عنوان معیار گریز از خشکی و سازگاری محیطی، نقش مهمی در عملکرد دانه این گیاه در شرایط تنش خشکی می‌تواند داشته باشد (کانونی، ۱۳۷۷ و Silim and Saxena, 1993).

برای برآورد روابط فیمابین صفات، ضرایب همبستگی برای صفات یادداشت‌برداری شده محاسبه گردید (جدول ۴). همبستگی‌های ساده بین صفات حاکی از آنست که، عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۵٪ دارد. شاخص حساسیت به خشکی همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری با عملکرد در شرایط دیم نشان داد. همبستگی صفات دیگری مانند تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد شاخه‌های ثانویه و تعداد دانه در ده غلاف با عملکرد دانه در شرایط دیم مثبت و معنی‌دار و همبستگی تعداد روز از کاشت تا گلدهی با عملکرد دانه در شرایط تنش دار منفی و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. سلیم و ساکنا (Silim and Saxena, 1993) نیز در آزمایش‌های دیم یکاردا، همبستگی تعداد روز از کاشت تا گلدهی و

رسیدگی را با عملکرد دانه منفی و معنی دار اعلام نموده‌اند. به منظور مطالعه دقیق‌تر روابط علت و معلولی صفات، تجزیه علیت برای تعدادی از صفات اندازه گیری شده انجام شد (Dewey and Lu, 1959). این تجزیه بر روی مدل حاصل از رگرسیون گام به گام (Stepwise Regression) صورت گرفت. نتایج تجزیه علیت در جدول ۵ آورده شده است. به طوری که مشاهده می‌گردد به جز در مورد تعداد روز از کاشت تا گلدهی، آثار مستقیم بقیه صفات بر روی عملکرد دانه مثبت است. تعداد

جدول ۲ - عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و واجد تنش، شاخص حساسیت به خشکی و میانگین حسابی عملکرد در ژنوتیپ‌های نخود

Table 2. Stress and non-stress seed yield, DSI and mean productivity (MP) of chickpea genotypes

| شماره<br>No. | ژنوتیپ<br>genotype | میانگین عملکرد دانه<br>seed yield (g/m <sup>2</sup> ) |                                 | شاخص حساسیت به<br>خشکی<br>DSI | میانگین حسابی<br>عملکرد<br>MP (g/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
|              |                    | شرایط<br>تنش<br>stress                                | شرایط بدون<br>تنش<br>non-stress |                               |                                                   |
|              |                    |                                                       |                                 |                               |                                                   |
| 1            | ICCV 92056         | 58.70                                                 | 115.91                          | 1.04                          | 87.3                                              |
| 2            | ICCV 92503         | 84.93                                                 | 121.42                          | 0.81                          | 98.2                                              |
| 3            | ICCV 92944         | 84.11                                                 | 119.24                          | 0.62                          | 101.7                                             |
| 4            | ICCV 93301         | 61.90                                                 | 114.60                          | 0.97                          | 88.3                                              |
| 5            | ICCV 94911         | 57.02                                                 | 95.52                           | 0.85                          | 76.3                                              |
| 6            | ICCV 94912         | 68.10                                                 | 121.80                          | 0.93                          | 95.0                                              |
| 7            | ICCV 94913         | 67.01                                                 | 115.60                          | 0.89                          | 91.0                                              |
| 8            | ICCV 94914         | 57.61                                                 | 122.01                          | 1.11                          | 90.0                                              |
| 9            | ICCV 94916         | 50.80                                                 | 115.14                          | 1.17                          | 83.0                                              |
| 10           | ICCV 94918         | 87.02                                                 | 111.30                          | 0.46                          | 99.2                                              |
| 11           | ICCV 94920         | 60.31                                                 | 111.31                          | 0.97                          | 85.8                                              |
| 12           | ICCV 94923         | 55.60                                                 | 116.73                          | 1.10                          | 86.2                                              |
| 13           | ICCV 94924         | 51.40                                                 | 121.40                          | 1.21                          | 86.4                                              |
| 14           | ICCV 94926         | 49.82                                                 | 99.50                           | 1.05                          | 74.7                                              |
| 15           | ICCV 94927         | 51.73                                                 | 107.41                          | 1.09                          | 79.6                                              |
| 16           | ICC 4958           | 48.61                                                 | 118.40                          | 1.24                          | 83.5                                              |
| 17           | Annigeri           | 46.04                                                 | 113.21                          | 1.25                          | 79.6                                              |
| 18           | ICCV 93050         | 56.44                                                 | 89.91                           | 0.79                          | 73.2                                              |
| 19           | ICCV 93217         | 41.92                                                 | 92.73                           | 1.15                          | 67.3                                              |
| 20           | ICCV 94202         | 46.73                                                 | 89.74                           | 1.01                          | 68.2                                              |
| 21           | (check) پیروز      | 36.50                                                 | 100.22                          | 1.34                          | 68.4                                              |

شاخه‌های ثانویه در عملکرد دانه نخود تأکید نموده است.

اثر مستقیم تعداد روز از کاشت تا گلدهی بر عملکرد دانه منفی و معنی دار به دست آمد ( $r=0.475^*$ ). این اثر مستقیم و هم جهت بودن آن با همبستگی ساده بین آن‌ها گویای این مطلب است که در شرایط دیم گزینش برای ارقامی که مراحل رشدی خود را سریع‌تر طی می‌کنند افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت.

شاخه‌های ثانویه دارای بیشترین اثر مستقیم معنی دار بر عملکرد دانه در شرایط دیم بوده و همبستگی مثبت و معنی دار این صفت بر عملکرد دانه ( $r=0.828^{**}$ )، نشان‌دهنده وجود ارتباط تنگاتنگ بین این دو صفت است. در مطالعات دیگر نیز همبستگی تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه با اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه مثبت و معنی دار برآورد شده است (Johansen et al., 1994). بیکر (Baker, 1994) نیز بر اهمیت نقش تعداد

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در ارقام نخود آزمایشی در شرایط تنش خشکی

Table 3. Mean comparison for different traits of chickpea genotypes under drought stress condition

| شماره<br>ژنوتیپ<br>No. | میانگین عملکرد<br>دانه در شرایط تنش<br>Stress seed<br>yield(g/m <sup>2</sup> ) | تعداد روز از کاشت<br>تا گلدهی<br>Days to<br>flowering | ارتفاع بوته<br>Palnt<br>height(cm) | وزن ۱۰۰ دانه<br>100 SW(g) | تعداد شاخه های اولیه<br>No. of primary<br>branches | تعداد شاخه های<br>ثانویه<br>No.of<br>secondary<br>branches | تعداد دانه در ۱۰<br>غللاف<br>No.of<br>seed/10 pod |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1                      | 58.7 def <sup>+</sup>                                                          | 52.0 defg                                             | 20.6 h                             | 15.3 n                    | 2.6 ab                                             | 9.0 de                                                     | 12.6 a                                            |
| 2                      | 84.9 b                                                                         | 48.0 j                                                | 20.0 i                             | 21.8 h                    | 3.0 a                                              | 9.6 bcde                                                   | 14.3 a                                            |
| 3                      | 84.1 a                                                                         | 50.0 hi                                               | 25.3 b                             | 25.3 g                    | 3.0 a                                              | 10.3 bc                                                    | 16.0 a                                            |
| 4                      | 61.9 cde                                                                       | 50.3 ghi                                              | 20.6 h                             | 27.2 f                    | 3.0 a                                              | 9.6 bcde                                                   | 11.6 a                                            |
| 5                      | 57.0 efgh                                                                      | 51.6 efgh                                             | 22.3 ef                            | 28.1 e                    | 2.6 ab                                             | 9.6 bcde                                                   | 14.0 a                                            |
| 6                      | 68.1 bc                                                                        | 50.0 hi                                               | 22.6 e                             | 28.6 de                   | 2.3 bc                                             | 9.3 cde                                                    | 11.0 a                                            |
| 7                      | 67.0 bcd                                                                       | 49.0 ij                                               | 22.0 fg                            | 25.8 g                    | 2.3 bc                                             | 10.0 bcd                                                   | 12.6 a                                            |
| 8                      | 57.6 efgh                                                                      | 51.3 fgh                                              | 22.0 fg                            | 24.9 cd                   | 2.3 bc                                             | 10.0 bcd                                                   | 10.3 a                                            |
| 9                      | 50.8 ghijk                                                                     | 54.0 abc                                              | 23.3 d                             | 35.0 a                    | 2.3 bc                                             | 8.6 e                                                      | 13.6 a                                            |
| 10                     | 87.0 a                                                                         | 47.6 j                                                | 21.6 g                             | 31.1 b                    | 3.0 a                                              | 12.0 a                                                     | 13.0 a                                            |
| 11                     | 60.3 cdef                                                                      | 50.6 fghi                                             | 20.6 h                             | 16.9 lm                   | 2.6 ab                                             | 10.6 b                                                     | 11.6 a                                            |
| 12                     | 55.6 efghi                                                                     | 52.3 cdef                                             | 21.0 h                             | 29.8 c                    | 2.6 ab                                             | 12.0 a                                                     | 14.3 a                                            |
| 13                     | 51.4 fghij                                                                     | 53.6 abcd                                             | 16.6 l                             | 22.2 h                    | 2.3 bc                                             | 10.6 b                                                     | 11.6 a                                            |
| 14                     | 49.8 ghijk                                                                     | 53.6 abcd                                             | 21.0 h                             | 18.0 jk                   | 2.3 bc                                             | 10.6 b                                                     | 12.3 a                                            |
| 15                     | 51.7 fghij                                                                     | 53.3 bcde                                             | 26.0 a                             | 20.0 i                    | 2.6 ab                                             | 10.6 b                                                     | 12.3 a                                            |
| 16                     | 48.6 hijk                                                                      | 53.3 bcde                                             | 23.6 d                             | 34.9 a                    | 2.6 ab                                             | 9.6 bcde                                                   | 12.0 a                                            |
| 17                     | 46.0 jk                                                                        | 54.6 ab                                               | 20.6 h                             | 22.0 h                    | 2.6 ab                                             | 9.3 cde                                                    | 12.0 a                                            |
| 18                     | 56.4 efgh                                                                      | 52.3 cdef                                             | 21.0 H                             | 16.2 mn                   | 2.6 ab                                             | 9.6 bcde                                                   | 10.6 a                                            |
| 19                     | 41.9 kl                                                                        | 55.0 ab                                               | 17.6 H                             | 16.6 lm                   | 2.3 ab                                             | 9.3 cde                                                    | 10.6 a                                            |
| 20                     | 46.7 ijk                                                                       | 55.3 a                                                | 20.0 I                             | 18.3 j                    | 2.3 bc                                             | 9.0 cde                                                    | 12.6 a                                            |
| 21                     | 36.5 l                                                                         | 55.3 a                                                | 18.3 J                             | 17.3 kl                   | 2.0 c                                              | 9.0 cde                                                    | 12.6 a                                            |
| میانگین<br>±SE         | 57.71±0.8                                                                      | 52.08±0.51                                            | 21.41±0.52                         | 23.84±1.37                | 2.57±0.06                                          | 9.95±0.19                                                  | 12.94±0.31                                        |

+ میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

+According to DMR test, means having at least a common letter are not significantly difference at the 5% level of probability.

جدول ۴ - ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، عملکرد دانه و صفات وابسته در شرایط تنش خشکی در ژنوتیپ های نخود

Table 4. Correlation coefficient for non-stress, stress seed yields and associated characteristics in chickpea genotypes under non-stress and stress conditions

| Character              |    | صفت                    | X2     | X3       | X4       | X5       | X6      | X7     | X8     | X9      |
|------------------------|----|------------------------|--------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|---------|
| Seed yield(non-stress) | X1 | عملکرد دانه (بدون تنش) | 0.456* | -0.002   | -0.492*  | 0.256    | 0.207   | 0.176  | 0.283  | 0.522** |
| Seed yield(stress)     | X2 | عملکرد دانه (تنش خشکی) |        | -0.888** | -0.820** | 0.681**  | 0.828** | 0.417* | 0.367* | 0.312   |
| DSI                    | X3 | شاخص حساسیت به خشکی    |        |          | 0.787**  | -0.640** | -0.385* | -0.356 | -0.278 | -0.105  |
| Days to flowering      | X4 | تعداد روز تا گلدهی     |        |          |          | -0.615** | -0.395* | -0.253 | -0.291 | -0.312  |
| Primary branches       | X5 | تعداد روز تا رسیدگی    |        |          |          |          | 0.372*  | 0.406* | 0.299  | 0.185   |
| Secondary branches     | X6 | تعداد شاخه های اولیه   |        |          |          |          |         | 0.194  | 0.112  | 0.179   |
| No.of seed/pod         | X7 | تعداد شاخه های ثانویه  |        |          |          |          |         |        | 0.252  | 0.236   |
| Plant height           | X8 | ارتفاع بوته            |        |          |          |          |         |        |        | 0.486*  |
| 100SW                  | X9 | وزن ۱۰۰ دانه           |        |          |          |          |         |        |        | -       |

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

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

جدول ۵ تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ های نخود در شرایط تنش خشکی

Table 5 Path-coefficient analysis of different characteristics associated with seed yield of chickpea genotypes under drought stress conditions

| Effects                         | اثرات                            | مسیر Path                        | مقادیر Values |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
| <b>Days to flowering</b>        |                                  |                                  |               |
| Direct effect                   | اثر مستقیم                       | p <sub>1</sub> Y                 | -0.475**      |
| Indirect effect via:            | اثر غیر مستقیم از طریق:          |                                  |               |
| No.of primary branches          | تعداد شاخه های اولیه             | r <sub>12</sub> p <sub>2</sub> Y | -0.060        |
| No.of secondary branches        | تعداد شاخه های ثانویه            | r <sub>13</sub> p <sub>3</sub> Y | -0.225        |
| No.of seed/pod                  | تعداد دانه در غلاف               | r <sub>14</sub> p <sub>4</sub> Y | -0.031        |
| Plant height                    | ارتفاع بوته                      | r <sub>15</sub> p <sub>5</sub> Y | -0.031        |
| Polled effects                  | جمع اثرات                        | r <sub>1</sub> Y                 | -0.82**       |
| <b>No.of primary branches</b>   |                                  |                                  |               |
| Direct effect                   | اثر مستقیم                       | p <sub>2</sub> Y                 | 0.096         |
| Indirect effect via:            | اثر غیر مستقیم از طریق:          |                                  |               |
| days to flowering               | تعداد روز از کاشت تا گلدهی       | r <sub>12</sub> p <sub>1</sub> Y | 0.291         |
| No.of secondary branches        | تعداد شاخه های اولیه             | r <sub>23</sub> p <sub>3</sub> Y | 0.211         |
| No.of seed/plant                | تعداد شاخه های ثانویه            | r <sub>24</sub> p <sub>4</sub> Y | 0.048         |
| Plant height                    | ارتفاع بوته                      | r <sub>25</sub> p <sub>5</sub> Y | 0.031         |
| Polled effects                  | جمع اثرات                        | r <sub>2</sub> Y                 | 0.681**       |
| <b>No.of secondary branches</b> |                                  |                                  |               |
| Direct effect                   | اثر مستقیم                       | p <sub>3</sub> Y                 | 0.569**       |
| Indirect effect via:            | اثر غیر مستقیم از طریق:          |                                  |               |
| Days to flowering               | تعداد روز از کاشت تا گلدهی       | r <sub>13</sub> p <sub>1</sub> Y | 0.187         |
| No.of primary branches          | تعداد شاخه های اولیه             | r <sub>23</sub> p <sub>2</sub> Y | 0.036         |
| No.of seed/pod                  | تعداد دانه در غلاف               | r <sub>34</sub> p <sub>4</sub> Y | 0.023         |
| Plant height                    | ارتفاع بوته                      | r <sub>35</sub> p <sub>5</sub> Y | 0.011         |
| Polled effects                  | جمع اثرات                        | r <sub>3</sub> Y                 | 0.828**       |
| <b>No.of seed/plant</b>         |                                  |                                  |               |
| Direct effect                   | اثر مستقیم                       | p <sub>4</sub> Y                 | 0.120*        |
| Indirect effect via:            | اثر غیر مستقیم از طریق:          |                                  |               |
| Days to flowering               | تعداد روز از کاشت تا گلدهی       | r <sub>14</sub> p <sub>1</sub> Y | 0.119         |
| No.of primary branches          | تعداد شاخه های اولیه             | r <sub>24</sub> p <sub>2</sub> Y | 0.039         |
| No.of secondary branches        | تعداد شاخه های ثانویه            | r <sub>34</sub> p <sub>3</sub> Y | 0.110         |
| Plant height                    | ارتفاع بوته                      | r <sub>45</sub> p <sub>5</sub> Y | 0.026         |
| Pooled effect                   | جمع اثرات                        | r <sub>4</sub> Y                 | 0.417*        |
| <b>Plant height</b>             |                                  |                                  |               |
| Direct effect                   | اثر مستقیم                       | p <sub>5</sub> Y                 | 0.105         |
| Indirect effect via:            | اثر غیر مستقیم از طریق:          |                                  |               |
| Days to flowering               | تعداد روز از کاشت تا گلدهی       | r <sub>15</sub> p <sub>1</sub> Y | 0.138         |
| No.of primary branches          | تعداد شاخه های اولیه             | r <sub>25</sub> p <sub>2</sub> Y | 0.029         |
| No.of secondary branches        | تعداد شاخه های ثانویه            | r <sub>35</sub> p <sub>3</sub> Y | 0.063         |
| No.of seed/pod                  | تعداد دانه در غلاف               | r <sub>45</sub> p <sub>4</sub> Y | 0.030         |
| Pooled effect                   | جمع اثرات                        | r <sub>5</sub> Y                 | 0.367*        |
| Residual effect                 | اثرات باقیمانده = 0.163          |                                  |               |
| R <sup>2</sup> adjusted         | R <sup>2</sup> تصحیح شده = 0.963 |                                  |               |

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. \* and \*\*: Significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively.



تنش خشکی این آزمایش (جدول ۲)، و نتایج تجزیه علیت (جدول ۵)، اهمیت زودرسی و تولید شاخه‌های فرعی بیشتر را در افزایش عملکرد نخود آشکار ساخت. ژنوتیپ‌های واجد صفات مذکور (ICCV 92944 و ICCV 94918) برای ادامه مطالعات بیشتر در زمینه سازگاری و معرفی ارقام مناسب برای شرایط دیمزارهای استان کردستان انتخاب گردیدند.

بدینوسیله از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان، همکار محترم آقای ارسلان بهزادی و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرکه به خاطر کمک و مساعدت صمیمانه در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

- احمدی، م. خ. و ه. . کانونی. ۱۳۷۷. حبوبات (نخود، عدس و ماش). نشریه تحقیقی - ترویجی، معاونت تحقیق، آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان کشاورزی استان کردستان.
- باقری، ع.، ا. زند و م. پارسا. ۱۳۷۶. حبوبات. تنگناها و راهبردها. جهاد دانشگاهی مشهد.
- عماری، پ. ۱۳۶۷. گزارش مطالعات خاکشناسی ایستگاه خاک و آب خرکه. مرکز آموزش کشاورزی سنندج. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. شماره ۸۳۷.
- کانونی، ه. ۱۳۷۷. ارزیابی ژرم پلاسما نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) برای مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. شماره ۷۲.
- Baker, R. J. 1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica* **73**: 67-72.
- Dewey, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* **51**: 515-518.
- Johansen, C., N. P. Saxena and S. C. Sethi. 1994. Genotypic variation in moisture response of chickpea grown under line-source sprinklers in a semiarid tropical environment. *Field Crops Research*, **37**: 103-112.
- Silim, S. N. and M. C. Saxena. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. *Field Crops Research*, **34**: 137-146.
- Singh, K. B. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, **53**: 161-170.
- با وجود اهمیت تعداد دانه در غلاف به عنوان یکی از اجزای عملکرد نخود (Silim and Saxena, 1993) و همبستگی مثبت و معنی‌دار این صفت با عملکرد دانه، در این آزمایش ( $r = 0.417^*$ )، اثر مستقیم آن بر عملکرد کم، ولی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. اثرات غیر مستقیم این صفت از طریق تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد شاخه‌های ثانویه موجب افزایش همبستگی بین آن‌ها شده است.
- میزان اثرات باقی‌مانده در این تجزیه قابل توجه نبود ( $r = 0.163$ ) و به عبارت دیگر ۹۶/۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه در شرایط تنش‌دار توسط صفات موجود در مدل تبیین شده‌اند.
- نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه و تعدادی از صفات مؤثر بر آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. مقایسه پرمحصول‌ترین و کم محصول‌ترین ژنوتیپ در شرایط

Sing, K. B. and M. C. Saxena.1999. Chickpeas (The Tropical Agriculturalist). Macmillan Education LTD, London and Bisingtone.

## Study of seed yield and some associated characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress conditions of Kurdistan

H.Kanouni<sup>1</sup>

### ABSTRACT

To study seed yield and some associated characteristics in chickpea under drought stress conditions and to identify tolerant lines, an experiment was conducted in Kurdistan Agricultural Research Station during 1998 cropping season. In this study twenty-one *Desi* type chickpea genotypes including twenty entries originated from International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics (ICRISAT), as well as a local check (Pirouz) were sown in tow separate RCB design with 3 replications under stress and non-stress conditions. Drought Susceptibility Index (DSI) was estimated based on seed yield of chickpea genotypes under stress and non-stress conditions. Simple correlation coefficients and path analysis were also calculated and performed. Results showed that, there were considerable genotypic variations for yield and yield components among chickpea genotypes. Relationships between number of secondary branches, 100seeds weight, plant height and seed yield was positive. Correlation between days from sowing to flowering and seed yield was negative ( $r = -0.821^{**}$ ). Number of secondary branches had the highest direct effect on seed yield. Thus, early maturity and more secondary branches implied to be more associated with higher seed yield under drought prone climates in Kurdistan province.

**Key words:** Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Yield and yield components, Non-stress, Drought stress, Correlation, Path-analysis

---

1- Scientific member, SPI Department, Agric. Research Center of Kurdistan, Iran.