

ارزیابی تحمل به تنش خشکی در لاین‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) نوع کابلی*

یداله فرایدی^۱

چکیده

به منظور ارزیابی و بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف نخود نسبت به تنش خشکی و تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، با عملکرد دانه بیشتر، این تحقیق با ۴۰ ژنوتیپ نخود کابلی به همراه یک شاهد حساس به خشکی (ILC 3279) جمعاً با ۴۱ ژنوتیپ در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ۲ تکرار، در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به مدت دو سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵ و ۸۸-۱۳۸۷) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به مرحله اجرا درآمد. برای ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود نسبت به تنش خشکی از شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، تحمل به تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، تحمل (TOL)، میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هارمونیک (HM) استفاده گردید. نتایج نشان داد که در شرایط آبی، بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱ (FLIP 87-59C) و در شرایط دیم مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۵ (FLIP 02-70C) به ترتیب با ۲۱۱۲ و ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار بود. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه، در هر دو محیط تنش و بدون تنش نشان داد که FLIP 87-59C و FLIP 02-70C از عملکرد و پایداری بالاتری در بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی برخوردار بودند. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های تحمل به تنش نشان داد که از نظر چهار شاخص GMP، STI، MP و HM ژنوتیپ‌های FLIP 87-59C، FLIP 02-69C، FLIP 02-70C و FLIP 02-84C برتر بودند و به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی تعیین شدند. در بین شاخص‌های مورد مطالعه، چهار شاخص GMP، STI، MP و HM در دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و زیادی با عملکرد دانه داشته و به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تفکیک و شناسایی ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به تنش توصیه می‌گردند.

کلمات کلیدی: بای پلات، شاخص‌های تحمل به خشکی، عملکرد دانه، نخود (*Cicer arietinum* L.)

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۹

*این مقاله بر اساس نتایج بدست آمده از اجرای پروژه تحقیقاتی شماره ۸۶۰۳۳-۰۰۰۰-۰۲-۲۳۰۰۰۰-۱۰۰-۰ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور تهیه شده است.

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور - مراغه، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

نخود (*Cicer arietinum* L.) در دنیا سومین لگوم و در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا، به عنوان اولین گیاه از تیره بقولات دارای اهمیت می‌باشد. این گیاه به خاطر ویژگی مهم تثبیت ازت اتمسفری در خاک، حاصل خیزی خاک زراعت بعدی را که عمدتاً غلات است فراهم می‌سازد (Poustini, 1985). دانه نخود به عنوان تأمین کننده پروتئین گیاهی، در رژیم غذایی انسان اهمیت ویژه‌ای دارد و با داشتن پروتئین خام بین ۱۷ تا ۲۳ درصد (Koucheki, 1989; Bageri et al., 1997; Singh, 1997) که ۲ تا ۳ برابر پروتئین موجود در غلات می‌باشد، می‌تواند نقش اساسی در این زمینه به عهده داشته باشد.

نتایج تحقیقات انجام شده در مناطق سردسیر دیم کشور نشان داده است که تأخیر در کاشت موجب می‌شود مراحل مختلف رشد و نمو گیاه با تنش‌های خشکی و گرمای حاکم اواخر فصل بهار مواجه گردیده و در نهایت عملکرد دانه کاهش یابد (Sadegzadeh Ahari et al., 2003). خشکی انتهای فصل یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید در شرایط دیم در نخود، باقلا، عدس و نخود فرنگی در شرایط آب و هوایی مدیترانه در غرب آسیا و شمال آفریقا می‌باشد (Smith and Harris, 1981; Krishnamurthy et al., 2010).

نخود در منطقه غرب آسیا معمولاً بصورت دیم کشت شده و به دلیل مصادف شدن دوره پرشدن غلاف با خشکی انتهای فصل، بطور

معنی داری عملکرد دانه آن کاهش می‌یابد (Pour Esmail et al., 2009). عموماً حبوبات به تنش کمبود آب خیلی حساس هستند (Labidi et al., 2009). راهانگ دیل و همکاران (Rahangdale et al., 1994) گزارش نمودند که تنش خشکی در گیاه نخود موجب کاهش ۴۰/۴ درصد سرعت جذب خالص، ۳۲/۴ درصد شاخص سطح برگ، ۳۱/۸ درصد ماده خشک، ۲۶/۳ درصد تعداد غلاف در بوته و کاهش ۱۵/۲ درصد عملکرد دانه نخود می‌گردد. توکر و کاگیرگان (Toker and Cagiran, 1998) در بررسی واکنش ۶۴ لاین نخود در دو شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند، عملکرد لاین‌ها در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش ۵۳ درصد افزایش داشت.

فرناندز (Fernandez, 1992) در بررسی ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش، گیاهان را از نظر عملکرد به ۴ گروه به شرح زیر تقسیم نمود:

الف- ژنوتیپ‌های گروه A که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد یکسان و بالائی هستند.

ب- ژنوتیپ‌های گروه B که دارای عملکرد خوبی در محیط بدون تنش هستند.

ج- ژنوتیپ‌های گروه C که دارای عملکرد خوبی در محیط تنش می‌باشند.

د- ژنوتیپ‌های گروه D که عملکرد کمی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با ۴۰ لاین نخود تیپ کابلی به همراه یک ژنوتیپ شاهد حساس به خشکی (ILC 3279) به مدت دو سال زراعی (۸۸-۱۳۸۷ و ۸۶-۱۳۸۵) در قالب دو آزمایش جداگانه، تحت شرایط دیم (با تنش خشکی) و آبیاری تکمیلی (بدون تنش خشکی) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه به مرحله اجرا درآمد.

آزمایش بر اساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴۱ ژنوتیپ در ۲ تکرار در سال‌های اول (۸۶-۱۳۸۵) و دوم (۸۸-۱۳۸۷) اجرا، با توجه به شرایط آب و هوایی و مزرعه‌ای به ترتیب در نیمه اول و دوم فروردین ماه هر سال کشت شد. لازم به ذکر است که میزان بارندگی در شرایط دیم در سال‌های اول و دوم اجرای تحقیق به ترتیب برابر با ۴۱۷/۷ و ۲۹۷/۱ میلی‌متر بود (جدول ۱). هر کرت آزمایشی بصورت یک خط بطول دو متر و با فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر و تراکم بذر معادل ۴۰ دانه در مترمربع بود. در طول دوره داشت از صفات مورد نظر شامل تحمل به خشکی با کد ۱-۹ (۱= بدون علائم تنش خشکی، تشکیل غلاف خیلی خوب، ۲= تحمل زیاد به خشکی، تشکیل غلاف ۹۵-۹۱٪ و ۳=۹۰٪ از بین رفتن بوته‌ها و بدون تشکیل غلاف) یادداشت برداری به عمل آمد. به منظور جلوگیری از وارد آمدن اثر تنش خشکی و گرما در مرحله گلدهی، اقدام به آبیاری کرت‌های آزمایش آبی، در ۲ مرحله (قبل از گلدهی و شروع گلدهی)، با فاصله زمانی ۱۵ روز و هر مرحله، به

فرناندز (Fernandez, 1992) اشاره می‌نماید که معیار مناسب‌گزینه برای تعیین مقاومت یا تحمل به تنش، معیاری است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه‌های دیگر تشخیص دهد.

بررسی ۷۲ ژنوتیپ نخود نسبت به تنش خشکی نشان داد که مناسب‌ترین شاخص جهت ارزیابی ارقام نسبت به خشکی، شاخص تحمل به خشکی فرناندز می‌باشد (Samizadeh Lahiji, 1996). در ارزیابی مقاومت به تنش خشکی ۱۸ ژنوتیپ نخود کابلی، از نظر سه شاخص تحمل به تنش STI، GMP، MP ژنوتیپ‌های ILC 1799 و ILC 3101 به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی شدند (Farayedi, 2004). استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در نخود نشان داد که شاخص‌های STI، GMP، MP و HM (میانگین هارمونیک) مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال نمودن لاین‌های نخود از نظر مقاومت به خشکی می‌باشند (Farshadfar et al., 2001).

این تحقیق به منظور بررسی و تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و ارزیابی میزان عملکرد آن‌ها تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی، جهت شناسایی ارقام مقاوم به خشکی و با عملکرد دانه بیشتر و تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به تنش در شرایط سردسیر دیم منطقه مراغه مورد ارزیابی قرار گرفت.

در روابط فوق Y_p و Y_s به ترتیب برابر با میانگین عملکرد دانه هر ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش و \bar{Y}_p و \bar{Y}_s به ترتیب برابر میانگین عملکرد دانه کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و بدون تنش می‌باشند.

به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص برای تشخیص ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش، همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مختلف محاسبه شد و شاخص‌هایی که در هر دو محیط دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد بودند به عنوان بهترین شاخص تعیین گردیدند (Nourmand Moayyed, 1997).

نتایج و بحث

نگاهی به آمار هواشناسی سال‌های اجرای آزمایش (جدول ۱) نشان می‌دهد، میزان بارندگی در سال اول (۴۱۷/۷ میلی‌متر) نسبت به سال دوم (۱۰۵/۴ میلی‌متر) بیشتر بود. بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو سال نشان داد، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سال‌های پر باران و کم باران، واکنش متفاوتی نسبت به شرایط محیطی از خود نشان دادند که این امر باعث عدم معنی‌دار شدن اثر سال و معنی‌دار شدن اثر متقابل سال در ژنوتیپ، در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی گردید (جدول ۲). در سال اول با وجود بارندگی خوب و توزیع مناسب آن، بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و شاهد اختلاف معنی‌داری در شرایط دیم مشاهده نشد و

میزان ۲۵ میلی‌متر شد (با محاسبه مقدار آب مورد نیاز برای مساحت مورد نظر به صورت غرقابی). پس از رسیدن کامل بوته‌ها، عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها، تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش، پس از برداشت و بوجاری توزین گردید. تجزیه واریانس مرکب دو ساله بر روی عملکرد دانه (در شرایط تنش و بدون تنش) با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در دو سطح پنج و یک درصد انجام شد. با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبی یا بدون تنش (Y_p) و آزمایش دیم (Y_s)، ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی با استفاده از شاخص‌های کمی مقاومت به تنش به شرح زیر ارزیابی شدند (Fernandez, 1992; Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hamblin, 1981).

۱- شاخص حساسیت به تنش (SSI) و محاسبه شدت تنش (SI):

$$SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / SI$$

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}$$

۲- شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP):

$$STI = \frac{Y_s \times Y_p}{\bar{Y}_p^2}$$

$$GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s}$$

۳- شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP):

$$TOL = Y_p - Y_s \quad MP = (Y_s + Y_p) / 2$$

۴- میانگین هارمونیک:

$$HM = Y_s^2 (* Y_p) / (Y_s + Y_p)$$

میانگین نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۳۶، ۲۰، ۱۵، ۲۳، ۷، ۱، ۱۶ و ۲ با کد تحمل به خشکی ۳ نسبت به شاهد (با کد تحمل به خشکی ۵) و سایر ژنوتیپ‌ها برتر بودند. علاوه بر آن ژنوتیپ شماره ۱، از نظر قدرت رشد در مقایسه با تمامی ژنوتیپ‌ها برتری داشت (جدول ۳). در شرایط آبی نیز با وجود برخورداری از بارندگی‌های طبیعی و ۲ بار آبیاری تکمیلی، واکنش ژنوتیپ‌ها مشابه شرایط دیم بود. بین میانگین عملکرد سال‌ها، همچنین میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در سال اول، اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد، ولی ژنوتیپ‌ها در سال دوم اختلاف بسیار معنی‌داری از نظر عملکرد دانه نشان دادند. به دلیل واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط محیطی، در سال اول، ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۲۱، ۱۶، ۳۳ و ۱ و در سال دوم، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۲، ۳۶، ۱۵ و ۲۳ به ترتیب از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند. مقایسه میانگین دو ساله عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد، ۲۳ ژنوتیپ (۵۷ درصد ژنوتیپ‌ها)، از عملکرد بیشتری نسبت به شاهد (با میانگین ۱۴۴۴ کیلوگرم در هکتار) برخوردار بودند. بیشترین عملکرد دانه، متعلق به ژنوتیپ شماره ۱ با میانگین عملکرد ۲۱۱۲ کیلوگرم در هکتار و سپس ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۳۶، ۱۲، ۱۶، ۷، ۱۳، ۲۱ و ۱۸ به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۹۳۸، ۱۹۲۱، ۱۷۵۰، ۱۸۸۰، ۱۸۷۵، ۱۸۰۵، ۱۷۹۴، ۱۷۵۱ و ۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). نگاهی به عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم نیز نشان

ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۲۵ به ترتیب با میانگین ۱۵۰۱ و ۵۰۵ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید نمودند. در سال دوم اختلاف عملکرد ژنوتیپ‌ها با شاهد، بسیار معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۱۴، ۲۰ و ۳۲ به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۴۴۸، ۱۴۲۸، ۱۱۴۰ و ۱۱۲۹ کیلوگرم در هکتار در رتبه بالاتری نسبت به شاهد قرار گرفتند. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم طی دو سال نشان داد ۷۰ درصد ژنوتیپ‌ها، عملکرد بیشتری نسبت به شاهد حساس به خشکی (ILC 3279) (با میانگین عملکرد ۸۲۸ کیلوگرم در هکتار) داشتند. ژنوتیپ شماره ۱۵ (FLIP02-70C) با میانگین تولید ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد دانه بوده و سپس ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱، ۲۰، ۱۶، ۱۷، ۳۲، ۷ و ۱۹ قرار داشتند که با دامنه عملکرد بین ۱۲۵۳-۱۰۰۸ کیلوگرم در هکتار، از عملکرد بالای یک تن در هکتار برخوردار بودند. ژنوتیپ شماره ۲۷ (FLIP 03-35C) با میانگین عملکرد ۶۳۲ کیلوگرم در هکتار، کمترین تولید دانه را داشته و در رتبه آخر قرار گرفت (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) سایر خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها و شاهد از نظر وزن صد دانه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، طول دوره پر شده دانه و نیز ارتفاع بوته، اختلاف آماری بسیار معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). علی‌رغم معنی‌دار نشدن صفت تحمل به خشکی، مقایسه

و بدون تنش عملکرد دانه زیادی از خود نشان دادند که نشان دهنده سازگاری این دو ژنوتیپ به هر دو شرایط رطوبتی نرمال و تنش دار بوده است و بر اساس گروه‌بندی فرناندز در گروه A قرار گرفتند (شکل ۱). هم‌چنین دو ژنوتیپ فوق، میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه کمتری داشتند (جدول ۵) که نتایج اخیر را تأیید می‌کند. پس از ۳ ژنوتیپ فوق، ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۶، ۲۰، ۷، ۲۳، ۱۲، ۸ و ۲۱ مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بودند. ضمن این‌که ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۶، ۲۰ و ۷ از میانگین رتبه پایین‌تری برخوردار بودند (جدول ۵). در گروه B فرناندز ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱۸، ۳۰، ۳۳ و ۲ قرار داشتند که دارای عملکرد خوبی در محیط بدون تنش بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۳۲، ۱۹، ۳۴، ۶، ۳، ۴۰، ۲۴ و ۳۹ با عملکرد دانه بیشتر در شرایط تنش در گروه C قرار گرفتند و بالاخره ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۲۹ و ۳۱ با کمترین عملکرد دانه تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش، به عنوان ژنوتیپ‌های نامطلوب و ناسازگار به شرایط محیطی ایستگاه مراغه گزارش شدند و به همراه ژنوتیپ‌های شماره ۳۸، ۲۸، ۲۵، ۲۷، ۳۷، ۲۶، ۳۵، ۵، ۴۱، ۹، ۲۲، ۱۱ و ۱۰ در گروه چهارم قرار داشتند (شکل ۱).

نتایج حاصل از برآورد شاخص‌های مختلف مقاومت به تنش ۴۱ ژنوتیپ نخود مورد مطالعه در جدول ۵ آمده است. بر اساس شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه، هرگاه ژنوتیپی دارای شاخص‌های STI، MP، MP و HM بیشتری بوده و

می‌دهد که ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۵، ۱۶ و ۷ در هر دو شرایط (تنش و بدون تنش) از عملکرد بالایی برخوردار بودند. در شرایط بدون تنش خشکی، عملکرد دانه ژنوتیپ شماره ۴ (۱۰۰۸ کیلوگرم در هکتار)، کمترین مقدار بود (جدول ۴). ارزیابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو محیط نشان داد، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش (۱۵۰۲ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شرایط تنش (۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) حدود ۶۸ درصد افزایش نشان می‌دهد که با نتایج محققین قبلی (Palled et al., 1985; Toker and Cagirgan, 1998) سازگاری دارد. در شرایط آبی، بین ژنوتیپ‌ها و شاهد از نظر صفات وزن صد دانه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قدرت رشد و نیز تحمل به خشکی، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). تحت این شرایط، ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۵، ۳۶، ۲۸، ۹، ۲۱، ۲۰، ۱۴، ۱۳، ۲۳، ۱۶ و ۱۹ از نظر تحمل به شرایط خشکی انتهای دوره رسیدگی، نسبت به شاهد برتر بودند و در گروه بالاتری قرار گرفتند (جدول ۴).

بای پلات ترسیم شده بر اساس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش (شکل ۱)، نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۵ و ۳۶ بالاترین عملکردهای دانه را در شرایط آبی داشتند. در شرایط دیم نیز، ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۱۴ و ۱ از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند، ولی ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۱۵ در هر دو شرایط تنش

ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۲۴، ۳۲، ۴، ۱۱ و ۱۰ به ترتیب با TOL برابر با ۰/۱۷۱، ۰/۲۵۹، ۰/۳۰۴، ۰/۳۵۰، ۰/۳۷۷ و ۰/۳۸۴ و با کمترین مقادیر TOL از جمله متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به خشکی بودند و ژنوتیپ شماره ۱۳ از نظر شاخص‌های SSI و TOL به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به تنش شناخته شد.

چون مقاومت به خشکی و تنش‌های محیطی یک صفت پیچیده بوده و عوامل و صفات مختلفی در آن دخالت دارند، لذا قضاوت پیرامون ژنوتیپ‌ها از نظر یک صفت، پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متناقضی همراه است (Farshadfar et al., 2001; Nachit, 1998). محققین عقیده دارند بهترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش، شاخصی است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشد (Nourmand et al., 2001; Moayyed, 1997). بنابراین با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط دیم و آبی و شاخص‌های کمی مقاومت به تنش، می‌توان شاخص‌های مقاومت به تنش را غربال و بهترین شاخص را انتخاب نمود.

مطابق با نتایج جدول ۶، بیشترین میزان همبستگی ساده عملکرد دانه در شرایط دیم، با شاخص‌های میانگین هارمونیک (HM)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و تحمل به تنش (STI) وجود دارد. مقادیر ضرایب این همبستگی‌ها به ترتیب برابر ۰/۹۳۶، ۰/۸۸۱ و ۰/۸۷۶ بود که از نظر

از مقادیر TOL و SSI کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار باشد، دارای درجه تحمل بهتری نسبت به شرایط تنش خواهد بود. با توجه به این معیارها، ژنوتیپ‌های شماره ۱ (-87 FLIP 59C)، ۱۴ (FLIP 02-69)، ۱۵ (FLIP 02-70C) و ۱۶ (FLIP 02-84C) از نظر شاخص‌های STI، GMP، MP و HM دارای بیشترین مقادیر بوده و به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی شناخته شدند. از نظر شاخص‌های SSI و TOL، ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ (FLIP 02-85C)، ۲۴ (FLIP 03-29C) و ۳۲ (FLIP 03-49C) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای برتری بوده و به تنش مقاوم‌تر هستند (جدول ۵).

ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI)، مواد آزمایشی را صرفاً بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص، می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص نمود، لذا این شاخص به منظور تعیین ژنوتیپ‌های واجد ژن‌های مقاومت بسیار مناسب است (Naderi et al., 1999). از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI)، ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۲۴، ۳۲، ۱۴ و ۲۰ به ترتیب با SSI برابر با ۰/۳۴۰، ۰/۵۴۴، ۰/۵۵۰، ۰/۵۹۹ و ۰/۷۴۰ دارای کمترین مقادیر SSI بوده و نسبت به تنش مقاوم‌تر تشخیص داده شدند. از نظر شاخص تحمل (TOL) نیز،

شاخص‌های STI، GMP و MP همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش داشته و این شاخص‌ها جهت تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم مورد استفاده قرار گرفت (Ebrahimi et al., 2010; Golbashi et al., 2010) وجود همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با شاخص‌های STI، GMP، TOL و MP و همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه در شرایط تنش با شاخص‌های STI، GMP، MP و STI در این بررسی با نتایج قبلی و نیز نتایج ارائه شده توسط سایر محققان مطابقت دارد (Nourmand Moayyed, 1997; Farshadfar et al., 2001; Farayedi, 2004; Ganjali et al., 2005).

استفاده از شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI)، با توجه به وجود همبستگی قوی بین آن‌ها و عملکرد دانه در شرایط محیطی دارای تنش و بدون تنش به عنوان شاخص‌های مناسب برای برآورد پایداری عملکرد و گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد زیاد قابل توصیه هستند (Fernandez, 1992; Samizadeh Lahiji, 1996; Nourmand Moayyed, 1997).

جمع‌بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی ساده بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های مقاومت به تنش در این مطالعه نشان داد که مناسب‌ترین شاخص برای غربالگری و تعیین ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش در منطقه سردسیر دیم مراغه شاخص‌های

آماري نیز بسیار معنی‌دار هستند ($P \leq 0.01$). این نتایج با یافته‌ها و نتایج محققین قبلی مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند (Tagizadeh et al., 2002; Farayedi, 2004).

بررسی روابط همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و شاخص‌های تحمل به تنش (جدول ۶) نشان داد که تحت این شرایط بیشترین مقدار ضریب همبستگی مربوط به شاخص‌های میانگین بهره‌وری (MP)، با مقدار ضریب همبستگی ۰/۹۲۹، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) با ضریب همبستگی ۰/۸۶۷ و شاخص تحمل به تنش (STI) با ضریب همبستگی ۰/۸۶۳ است که این ضرایب از نظر آماری نیز بسیار معنی‌دار بودند. گنجعلی و همکاران (Ganjali et al., 2005) در ارزیابی ۳۴ ژنوتیپ نخود برای تحمل به خشکی در دو شرایط تنش و بدون تنش، نشان دادند که شاخص‌های STI، GMP، MP و HM همبستگی مثبت، قوی و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش داشتند. این محققین چهار شاخص فوق را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای نشان دادن ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی نمودند. پوراسماعیل و همکاران (Pour Esmail et al., 2009) نیز در بررسی تنش خشکی ۱۰۶ ژنوتیپ نخود بانک ژن، شاخص‌های STI و GMP را مناسب‌ترین شاخص‌ها برای جدا نمودن ژنوتیپ‌های نخود کابلی برای تحمل به خشکی معرفی نمودند. بررسی مقاومت به خشکی ۳۰ ژنوتیپ لوبیای سفید و قرمز نشان داد،

GMP, MP, HM و STI می‌باشند. یافته‌های محققین قبلی نیز با نتایج حاضر سازگار بوده و آن‌ها را تأیید می‌کند (Farshadfar et al., 2001; Ganjali et al., 2005; Pour Esmail et al., 2009).

سپاس‌گزاری

بدینوسیله نگارنده مراتب تشکر و سپاس خود را از ریاست محترم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم‌کشور که امکانات لازم را جهت اجرای این تحقیق مهیا نمودند، هم‌چنین از آقای مهندس وحید فتحی رضایی به خاطر همکاری، اعلام می‌نماید.

جدول ۱- آمار هواشناسی سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۸-۱۳۸۷ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

Table1- Meteorological data related to crop seasons in 2006-07 and 2008-09 of dryland agriculture research station of Maragheh

میانگین دمای حداکثر Maximum Temp. Mean (°C)		میانگین دمای حداقل Minimum Temp. Mean (°C)		تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)		% رطوبت نسبی Relative Humidity (%)		متوسط دما Mean Temperature (°C)		حداکثر مطلق دما Absolute Maximum Temp. (°C)		حداقل مطلق دما Absolute Minimum Temp (°C)		بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)		ماه
2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	2008-09	2006-07	
18.7	19.6	7.1	7.8	176	167.5	45.9	47.3	12.9	13.7	27	26.8	3	1	34.1	21.2	مهر
6.9	8.5	1.4	1.4	36.3	30.6	78.9	72.2	4.1	4.9	16.4	18	-6	-11.5	72.1	144	آبان
3.9	0.2	-4.7	-7.1	-	-	55.9	50	-0.4	-3.4	11	8.6	-14.5	-11.5	1.8	0.7	آذر
0.7	-5.2	-6.3	-12.6	-	-	46.7	59.9	-2.8	-8.9	7.6	4.2	-13	-25	7.7	13.4	دی
3.5	-0.1	-3.6	-7.2	-	-	60.7	54.2	-0.1	-3.6	11.4	6.2	-11.5	-16.5	33.3	41.5	بهمن
5.9	3.3	-2.3	-3.7	-	-	66.1	63.4	1.8	-0.2	19	12.6	-7.5	-13.2	46.1	41.8	اسفند
8.7	7.4	-0.2	0.7	-	-	59.6	68.7	4.2	4.1	16.6	16.4	-8.5	-5.7	46.8	92.3	فروردین
16.2	16.3	5.7	7	170.9	178.1	48.7	56.1	10.9	11.6	26.4	25.4	-0.5	-2.4	35.2	53.4	اردیبهشت
22.4	24.4	10.8	12.4	297.1	264.5	35.7	42.9	16.6	18.4	29.8	30.2	4	7.2	21	9.6	خرداد
28.5	26.7	15.2	15.1	379.5	352.8	29.2	43.8	21.8	20.9	34.6	33.4	9	10	14.2	3.6	تیر
														312.3	417.7	مجموع

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و خصوصیات زراعی ۴۱ ژنوتیپ نخود تحت شرایط دیم و آبی

Table 2- Combined analysis of variance on grain yield and field characteristics of 41 chickpea genotypes under irrigated and rainfed conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات M.S							
		عملکرد دانه Seed Y.	وزن صد دانه 100 S.W	روز تا گلدهی D.F	روز تا رسیدگی D.M	دوره پرشدن دانه F.P	ارتفاع بوته P.H	قدرت رشد VIGOR	تحمل به خشکی DTS
Year سال	1	1.052 ^{ns}	1038.5 [*]	21620 ^{**}	47600 ^{**}	5060.49 ^{**}	109.49 [*]	15.86 ^{ns}	28.195 [*]
Error (a) خطا	2	0.296	16.739	4.201	10.11	1.372	3.963	1.348	0.500
ژنوتیپ Genotype	40	0.098 ^{ns}	43.818 ^{**}	10.201 ^{**}	4.861 ^{**}	4.978 ^{**}	6.286 ^{**}	0.499 ^{ns}	0.619 ^{ns}
Year * Genotype سال * ژنوتیپ	40	0.095 [*]	4.544 [*]	3.280 ^{**}	3.207 ^{**}	2.019 ^{ns}	1.5 ^{**}	0.360 ^{ns}	0.545 [*]
Error (b) خطا	80	0.056	2.612	1.289	1.335	1.434	0.663	0.435	0.338
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		26.47	5.11	1.71	1.15	3.49	3.22	24.09	15.72
Year سال	1	16.138 ^{ns}	2974.162 ^{**}	24512.348 ^{**}	38507.128 ^{**}	1573.561 [*]	880.488 ^{**}	21.226 [*]	32.494 ^{ns}
Error (a) خطا	2	1.575	17.32	1.982	53.372	69.683	2.402	0.274	3.348
ژنوتیپ Genotype	40	0.251 ^{ns}	37.259 ^{**}	3.731 ^{**}	7.105 [*]	6.149 ^{ns}	27.127 ^{**}	0.575 [*]	1.115 ^{**}
Year * Genotype سال * ژنوتیپ	40	0.274 [*]	6.693 ^{**}	1.073 [*]	3.603 ^{**}	3.961 ^{**}	7.863 ^{**}	0.338 ^{ns}	0.531 ^{ns}
Error (b) خطا	80	0.152	2.877	0.682	1.434	1.120	2.277	0.337	0.373
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		25.97	5.35	1.21	1.15	2.9	4.82	30.61	24.72

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** : Non significant, significant at probability level of 0.05 and 0.01, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و صفات زراعی ۴۱ ژنوتیپ نخود تحت شرایط دیم

Table 3- Mean comparison of grain yield and field characteristics in 41 chickpea genotypes under rainfed condition

شماره Number	ژنوتیپ Genotype	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain Yield (t.ha ⁻¹)	وزن صد دانه 100SW	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی DM	ارتفاع بوته PH	تحميل به خشکی DTS	طول دوره پرشدن دانه FP	قدرت رشد VIG.
1	FLIP 87-59C	1.112abc	35.3	65	100	24	3.2	35	2
2	FLIP 92-113C	0.866abcde	32.9	66	101	27	3.2	35	2.5
3	FLIP 96-154C	0.950abcde	27.5	68	102	25	3.5	34	2.7
4	FLIP 98-79C	0.658de	32.6	66	100	22	4.2	34	3.2
5	FLIP 00-14C	0.842abcde	37.7	65	100	25	4	36	3.2
6	FLIP 01-4C	0.963abcde	31.9	65	100	26	3.5	34	2.7
7	FLIP 01-6C	1.029abcde	30.7	65	100	27	3.2	34	2.2
8	FLIP 01-48C	0.934abcde	31.9	65	100	26	3.5	35	3.2
9	FLIP 01-51C	0.838abcde	32.6	65	99	26	3.7	35	2.2
10	FLIP 02-4C	0.868abcde	33.8	65	99	25	3.5	34	2.7
11	FLIP 02-47C	0.835abcde	33.6	68	102	26	4	34	3
12	FLIP 02-49C	0.923abcde	27.6	69	102	25	3.5	33	3
13	FLIP 02-59C	0.743cde	27.8	68	100	24	4.2	33	2.7
14	FLIP 02-69C	1.253ab	28	68	101	25	3.5	33	2.2
15	FLIP 02-70C	1.268a	27.9	68	102	25	3	34	2.2
16	FLIP 02-84C	1.084abcd	31.9	67	101	24	3.2	33	2.2
17	FLIP 02-85C	1.063abcde	28.9	67	100	25	3.5	33	2.5
18	FLIP 02-86C	0.884abcde	27.5	68	100	25	3.5	32	2.7
19	FLIP 02-88C	1.008abcde	28.4	69	102	27	3.7	33	2.7
20	FLIP 02-89C	1.110abc	32.1	68	102	27	3	35	2.5
21	FLIP 03-18C	0.902abcde	29.8	64	101	25	3.5	36	2.5
22	FLIP 03-19C	0.822bcde	30.1	66	100	25	4.2	35	3
23	FLIP 03-25C	0.989abcde	35.6	65	101	26	3.2	36	2.7
24	FLIP 03-29C	0.911abcde	30.8	66	101	25	3.7	36	2.5
25	FLIP 03-30C	0.642e	29.9	65	101	24	4.2	36	3
26	FLIP 03-32C	0.751cde	31.6	64	100	25	3.7	36	2.5
27	FLIP 03-35C	0.632e	32.7	66	102	26	3.7	36	2.7
28	FLIP 03-38C	0.702cde	29.2	65	100	27	3.5	35	2.5
29	FLIP 03-39C	0.676cde	31.9	66	101	26	4	35	3
30	FLIP 03-45C	0.777cde	36.1	67	101	26	4	35	3.2
31	FLIP 03-46C	0.711cde	31.7	66	100	26	4	34	2.5
32	FLIP 03-49C	1.053abcde	32.1	66	101	28	3.5	35	2.5
33	FLIP 03-107C	0.853abcde	39.1	67	101	23	4.5	35	2.7
34	FLIP 03-142C	0.974abcde	37.2	67	100	24	3.7	33	2.2
35	FLIP 03-143C	0.833abcde	41	67	102	24	4	35	3.2
36	FLIP 03-145C	0.968abcde	30	67	101	26	3	34	2.7
37	FLIP 03-147C	0.707cde	30.4	65	100	24	3.7	35	3.2
38	FLIP 03-148C	0.689cde	29.3	65	101	25	4	36	3.2
39	FLIP 03-152C	0.918abcde	30.2	69	102	26	3.5	33	2.7
40	FLIP 03-153C	0.938abcde	31.4	68	102	26	4	34	3.2
41	ILC 3279	0.828abcde	26.7	71	105	29	4.5	34	3
	MEAN	0.890	31.6	66	101	25	3.7	34	2.7
	DMRT 5%	0.441	3	2.6	2.6	1.7	1.1	1.8	0.9
	DMRT 1%	0.589	4.1	3.5	3.4	2.3	1.4	2.4	1.2

* = میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

* = Means followed by similar letter(s) are not significant at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

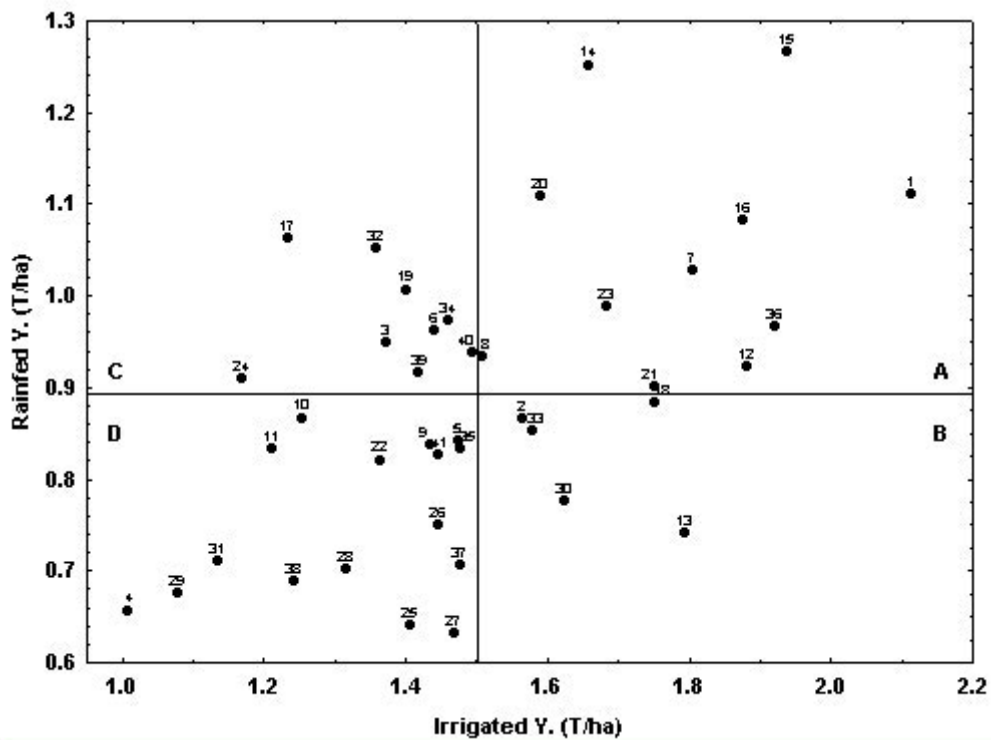
جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و صفات زراعی ۴۱ ژنوتیپ نخود تحت شرایط آبی

Table 4- Mean comparison of grain yield and field characteristics in 41 chickpea genotypes under irrigated condition

شماره Number	ژنوتیپ Genotype	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain Yield (t.ha ⁻¹)	وزن صد دانه 100SW	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی DM	ارتفاع بوته PH	تحميل به خشکی DTS	طول دوره پرشدن دانه FP	قدرت رشد VIG.
1	FLIP 87-59C	2.112a [*]	35.4	67	103	30	2.2	36	1.7
2	FLIP 92-113C	1.564abc	32.6	68	104	34	2.7	36	2
3	FLIP 96-154C	1.371abc	25.7	69	105	29	2.2	36	2
4	FLIP 98-79C	1.008c	30.7	66	103	27	3	37	2.2
5	FLIP 00-14C	1.472abc	37.4	68	105	29	2.5	37	1.7
6	FLIP 01-4C	1.438abc	31.9	68	104	34	2.2	36	1.7
7	FLIP 01-6C	1.805abc	32.1	67	104	34	2.2	36	1.7
8	FLIP 01-48C	1.507abc	33.3	68	106	34	2.5	38	2
9	FLIP 01-51C	1.433abc	32.4	68	103	34	1.7	35	1.7
10	FLIP 02-4C	1.252abc	33.3	67	103	30	3	36	2
11	FLIP 02-47C	1.211abc	35.4	68	105	32	2.7	38	2.5
12	FLIP 02-49C	1.880abc	28.6	69	105	31	1.2	36	1.5
13	FLIP 02-59C	1.794abc	29.5	69	105	32	2	35	1.7
14	FLIP 02-69C	1.657abc	28.9	70	104	32	2	35	1.7
15	FLIP 02-70C	1.938ab	28.3	69	105	30	1.7	37	1
16	FLIP 02-84C	1.875abc	31	69	103	31	2	34	1.5
17	FLIP 02-85C	1.234abc	27.4	70	104	29	2.7	34	2.2
18	FLIP 02-86C	1.750abc	27.9	69	104	31	2.7	35	2
19	FLIP 02-88C	1.399abc	28.7	69	104	33	2	35	2
20	FLIP 02-89C	1.588abc	32.7	68	105	33	2	37	1.7
21	FLIP 03-18C	1.751abc	31.9	68	104	31	2	37	1.5
22	FLIP 03-19C	1.362abc	31.3	68	105	28	2.5	38	2
23	FLIP 03-25C	1.682abc	35	68	104	33	2	36	1.5
24	FLIP 03-29C	1.169bc	30	68	106	28	3.5	38	2.7
25	FLIP 03-30C	1.404abc	31.4	68	106	29	2.5	38	1.5
26	FLIP 03-32C	1.446abc	31.1	67	104	30	3.2	37	2
27	FLIP 03-35C	1.468abc	33.2	68	104	32	2.2	37	1.7
28	FLIP 03-38C	1.316abc	30.9	67	103	35	1.7	36	1.5
29	FLIP 03-39C	1.078bc	32.5	67	105	30	3	38	2.7
30	FLIP 03-45C	1.622abc	35.3	67	104	35	3	37	1.5
31	FLIP 03-46C	1.135bc	29.2	69	104	33	3	36	2.2
32	FLIP 03-49C	1.357abc	32	69	104	35	2.2	35	2
33	FLIP 03-107C	1.579abc	38.4	68	105	27	3.5	37	1.7
34	FLIP 03-142C	1.458abc	34.5	68	105	28	3.2	37	2.2
35	FLIP 03-143C	1.476abc	40.4	69	106	28	3	38	2
36	FLIP 03-145C	1.921abc	30.6	68	105	33	1.7	38	1.7
37	FLIP 03-147C	1.476abc	29.7	67	105	29	2.5	37	1.2
38	FLIP 03-148C	1.242abc	29.7	67	105	30	2.7	38	2.5
39	FLIP 03-152C	1.418abc	31	69	105	32	2.5	37	1.7
40	FLIP 03-153C	1.492abc	31.7	68	106	34	2.2	38	2
41	ILC 3279	1.444abc	27.4	71	111	38	3	39	2.5
	MEAN	1.502	31.7	68	104	31	2.5	36	1.9
	DMRT 5%	0.748	3.7	1.5	2.7	4	0.9	2.8	0.8
	DMRT 1%	1.001	4.9	2	3.6	5.4	1.2	3.8	1.1

* = میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

* = Means followed by similar letter(s) are not significant at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test



شکل ۱- بای پلات بر اساس عملکرد دانه ۴۱ ژنوتیپ نخود تحت شرایط دیم و آبی

Figure 1- Biplot based on grain yield of 41 chickpea genotypes under irrigated and rainfed conditions

جدول ۵- عملکرد دانه (تن در هکتار) و شاخص‌های تحمل به تنش ۴۱ ژنوتیپ نخود تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در شدت تنش ۰/۴۰۷
 Table 5- Grain yield (t/ha) and stress tolerant indices of 41 chickpea genotypes under irrigated and rainfed conditions in SI= 0.407

شماره Number	ژنوتیپ Genotype	HM	GMP	MP	TOL	STI	SSI	SDR	\bar{R}	Ys (t/ha)	Yp (t/ha)
1	FLIP 87-59C	1.457	1.532	1.612	1.000	1.041	1.163	3.74	5	1.112	2.112
2	FLIP 92-113C	1.115	1.164	1.215	0.698	0.600	1.097	7.87	20	0.866	1.564
3	FLIP 96-154C	1.122	1.141	1.161	0.421	0.577	0.754	11.8	22	0.950	1.371
4	FLIP 98-79C	0.796	0.814	0.833	0.350	0.294	0.853	9.57	31.75	0.658	1.008
5	FLIP 00-14C	1.071	1.113	1.157	0.630	0.549	1.052	8.6	24	0.842	1.472
6	FLIP 01-4C	1.154	1.177	1.201	0.475	0.614	0.812	11.15	20.5	0.963	1.438
7	FLIP 01-6C	1.311	1.363	1.417	0.776	0.823	1.056	4.5	9.75	1.029	1.805
8	FLIP 01-48C	1.152	1.186	1.220	0.574	0.623	0.936	11.69	21	0.934	1.507
9	FLIP 01-51C	1.058	1.096	1.135	0.595	0.532	1.020	6.5	23.25	0.838	1.433
10	FLIP 02-4C	1.025	1.042	1.060	0.384	0.482	0.754	16.17	26.75	0.868	1.252
11	FLIP 02-47C	0.988	1.005	1.023	0.377	0.448	0.765	7.05	29.5	0.835	1.211
12	FLIP 02-49C	1.238	1.317	1.401	0.957	0.769	1.251	12.25	14.75	0.923	1.880
13	FLIP 02-59C	1.051	1.155	1.268	1.051	0.591	1.439	14.57	20.75	0.743	1.794
14	FLIP 02-69C	1.427	1.441	1.455	0.404	0.920	0.599	13.12	13.5	1.253	1.657
15	FLIP 02-70C	1.533	1.568	1.603	0.670	1.089	0.849	4.57	6.25	1.268	1.938
16	FLIP 02-84C	1.374	1.426	1.480	0.791	0.901	1.037	13.24	11	1.084	1.875
17	FLIP 02-85C	1.142	1.145	1.148	0.171	0.581	0.340	16.34	18.5	1.063	1.234
18	FLIP 02-86C	1.174	1.243	1.316	0.867	0.685	1.217	5.42	16	0.884	1.750
19	FLIP 02-88C	1.172	1.188	1.204	0.391	0.625	0.687	10.47	17.75	1.008	1.399
20	FLIP 02-89C	1.307	1.328	1.349	0.478	0.781	0.740	10.47	13.5	1.110	1.588
21	FLIP 03-18C	1.191	1.257	1.327	0.849	0.700	1.191	8.65	14.25	0.902	1.751
22	FLIP 03-19C	1.024	1.057	1.092	0.541	0.496	0.976	17.49	24	0.822	1.362
23	FLIP 03-25C	1.246	1.290	1.336	0.693	0.737	1.012	15.35	18.25	0.989	1.682
24	FLIP 03-29C	1.023	1.031	1.039	0.259	0.472	0.544	9.33	24.5	0.911	1.169
25	FLIP 03-30C	0.881	0.949	1.023	0.762	0.400	1.334	8.5	27.5	0.642	1.404
26	FLIP 03-32C	0.989	1.042	1.099	0.695	0.481	1.181	14.05	24	0.751	1.446
27	FLIP 03-35C	0.884	0.963	1.050	0.836	0.411	1.399	10.29	25	0.632	1.468
28	FLIP 03-38C	0.915	0.960	1.008	0.615	0.409	1.148	7.79	29	0.702	1.316
29	FLIP 03-39C	0.830	0.853	0.877	0.403	0.323	0.919	6.61	32.5	0.676	1.078
30	FLIP 03-45C	1.050	1.122	1.199	0.846	0.558	1.282	13.02	24.5	0.777	1.622
31	FLIP 03-46C	0.874	0.898	0.923	0.424	0.358	0.918	8.06	32.25	0.711	1.135
32	FLIP 03-49C	1.186	1.195	1.205	0.304	0.633	0.550	15.06	17.75	1.053	1.357
33	FLIP 03-107C	1.107	1.160	1.215	0.727	0.596	1.131	11.16	19	0.853	1.579
34	FLIP 03-142C	1.168	1.192	1.216	0.484	0.629	0.816	13.45	17.25	0.974	1.458
35	FLIP 03-143C	1.064	1.108	1.154	0.644	0.544	1.072	4.24	23	0.833	1.476
36	FLIP 03-145C	1.287	1.364	1.444	0.953	0.824	1.219	8.41	12	0.968	1.921
37	FLIP 03-147C	0.955	1.021	1.091	0.770	0.462	1.282	11.12	27.5	0.707	1.476
38	FLIP 03-148C	0.886	0.925	0.965	0.553	0.379	1.094	8.18	32.25	0.689	1.242
39	FLIP 03-152C	1.114	1.140	1.168	0.501	0.576	0.868	12.31	22.25	0.918	1.418
40	FLIP 03-153C	1.152	1.183	1.215	0.554	0.620	0.912	6.27	17	0.938	1.492
41	ILC 3279	1.052	1.093	1.136	0.616	0.530	1.048	12.66	22.5	0.828	1.444
Mean										0.890	1.502

Yp = عملکرد در شرایط بدون تنش یا آبی (تن در هکتار)، Ys = عملکرد در شرایط تنش یا دیم (تن در هکتار)، SSI = شاخص حساسیت به تنش، STI = شاخص تحمل به تنش، GMP = میانگین هندسی بهره‌وری، TOL = شاخص تحمل، MP = میانگین بهره‌وری، HM = میانگین هارمونیک، \bar{R} = میانگین رتبه عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش، SDR = انحراف معیار رتبه

Yp= Yield under irrigation (T/ha), Ys= Yield under stress (T/ha), SSI= Stress susceptibility index, STI = Stress tolerance index, GMP = Geometric mean productivity, TOL = Tolerance to stress, MP = Mean productivity, HM= Harmonic mean, \bar{R} =Mean of grain yield rank in both conditions, SDR= Standard deviation of grain yield rank.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش و عملکرد دانه در دو شرایط آبی و دیم (درجه آزادی = ۳۹)

Table 6- Correlation coefficient among stress resistance indices and grain yield under irrigated and rainfed conditions (df = 39)

	Yp	Ys	SSI	STI	TOL	MP	GMP	HM
Yp	-							
Ys	0.529**	-						
SSI	0.439**	-0.520**	-					
STI	0.863**	0.876**	-0.056 ^{ns}	-				
TOL	0.782**	-0.114 ^{ns}	0.896**	0.367*	-			
MP	0.929**	0.806**	0.0792 ^{ns}	0.985**	0.495**	-		
GMP	0.867**	0.881**	-0.058 ^{ns}	0.995**	0.369*	0.990**	-	
HM	0.791**	0.936**	-0.190 ^{ns}	0.986**	0.239 ^{ns}	0.961**	0.990**	-

تعداد مشاهدات = ۴۱

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

n= 41

ns : Non significant

* and **: Significant at probability level of 0.05 and 0.01, respectively

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Bageri, A., A. Nezami., A. Ganjali, and M. Parsa. 1997. Chickpea (Translated). Mashhad University Press. Pp: 444. (In Persian)
- ✓ Ebrahimi, M., M. R. Bihamta., A. Hosein Zadeh., F. Khiyal Parast., M. Golbashi, and M. Niazan. 2010. Study of drought resistance indices in white bean genotypes. Abstracts Proceeding of the 3rd Iranians Pulse Crops Symposium. Kermanshah. 19- 20 may. Pp: 62.
- ✓ Farayedi, Y. 2004. Study of drought stress in Kabouli chickpea genotypes. Journal of Agriculture. 6 (2): 27- 38.
- ✓ Farshadfar, A. A., M. R. Zamani., M. Matlabi, and A. A. Imam Jomeh. 2001. Selection for drought resistance in chickpea genotypes. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 32: 65- 74.
- ✓ Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of a Symposium. Taiwan. 13- 18 Aug. 257- 270 Pp.
- ✓ Fischer, R. A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 897- 912.
- ✓ Ganjali, A., M. Kafi Flaverjani., A. A. Begeri, and F. A. Shahriari. 2005. Evaluation for drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Journal of Field Crops Research. 3 (1): 103- 122
- ✓ Golbashi, M., M. Ebrahimi., M. R. Bihamta., A. Hoseinzadeh., F. Khiyalparast, and M. H. Shariatmadari. 2010. Study for drought resistance indices in red bean genotypes. Abstracts Proceeding of the 3rd Iranians Pulse Crops Symposium. Kermanshah. 19- 20 may. Pp: 22.
- ✓ Krishnamurthy, L., J. Kashiwagi., P. M. Gaur., H. D. Upadhyaya, and V. Vadez. 2010. Sources of tolerance to terminal drought in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) minicore germplasm. Field Crop Research. 119: 322- 330.
- ✓ Koucheki, A. 1989. Cultivation in arid regions. Mashhad University Press. Pp: 202. (In Persian)

- ✓ Labidi, N., H. Mahmoudi., M. Dorsaf., L. Slama, and Ch. Abdelly. 2009. Assessment of intervarietal differences in drought tolerance in chickpea using both nodule and plant traits as indicators. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 1 (4): 80- 86.
- ✓ Nachit, M. M. 1998. Durum breeding research to improve dryland productivity in the Mediterranean region. Pp: 1- 15. *In: Nachit, M. M., M. Baum, E. Procedure, P. Monneveux, and E. Picard (eds.). SEWANA (South Europe, West Asia and North Africa) Durum Research Network. ICARDA. Aleppo. Syria.*
- ✓ Naderi, A., A. Majidi Haravan., A. Hashemi Dezfuli., A. Rezaii, and G. Nour Mohammadi. 1999. Efficiency analysis of assessor indices of field crop tolerance to environmental stresses and introduce of a new index. *Seed and Plant*. 5: 390- 402
- ✓ Nourmand Moayyed, F. 1997. Study of quantity attributes variation and their relations with bread wheat yield (*T. aestivum*) in irrigation and rainfed conditions and introduction of the best drought resistance index. M.S. thesis. Agricultural College of Tehran University.
- ✓ Palled, Y. B., A. M. Chandrashekharaiyah, and G. D. Radder. 1985. Response of Bengal gram to moisture stress. *Indian Journal of Agronomy*. 30: 104- 106.
- ✓ Pour Esmail, M., M. Akbari., S. Vaezi, and S. Shah Moradi. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomy characteristics in Kabouli chickpea genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11 (4): 308- 324.
- ✓ Poustini, K. 1985. Study of quality and quantity characteristics of chickpea different varieties in relation with cold and water amount. M.S. thesis. Agricultural college of Tehran University.
- ✓ Rahangdale, S. L., A. M. Dhopte, and K. B. Wanjar. 1994. Evaluation of chickpea genotypes for yield stability under moisture deficit. *Annals of Plant physiology*. 8 (2): 179- 184.
- ✓ Rosielle, A. A., and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 21: 493- 501.
- ✓ Singh, K. B. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*. 53: 161- 170.
- ✓ Sadegzadeh Ahari, D., A. Hesami., M. Roustaii, and A. Amiri. 2003. Effect of plant date on wheat cultivars yield and suitable growth type identification in dryland cold two regions of country. *Journal of Agricultural Science*. 13: 57- 75.
- ✓ Samizadeh Lahiji, H. 1996. Study of genotypical and phenotypical variation of quantity attributes and their correlation with white chickpea yield. M.S. thesis. Agricultural College of Islamic Azad University. Karaj.
- ✓ Smith, R. C. G., and H. C. Harris. 1981. Environmental resources and restraints to agricultural production in a mediterranean type environment. *In: Monteith, J. and Webb, C.(eds) Soil, Water and nitrogen. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff/junk.*
- ✓ Tagizadeh, R., M. Valizadeh., A. Nazirzadeh., S. Aharizad, and H. Mostafaei. 2002. Evaluation of tolerant resources to drought stress in lentil genotypes with using of drought tolerance and susceptible indices in Ardebil region. Abstracts proceeding of the 7th Iranians Congress of Crop Production and Plant Breeding. Pp: 366.
- ✓ Toker, C., and L. Cagirgan. 1998. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *Journal of Agriculture and Forestry*. 22: 615- 621.