نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۷ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۵۳-۳۷، نیمهٔ اول ۱۳۹۵

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 37-53

ارزیابی زراعی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) متحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

حسن پُرسا[1*]، احمد نظامی[2]، عبدالرضا باقری[2] و سمانه نجیب‌نیا[3]

۱- پژوهشگر و کارشناس‌ارشد پژوهشی، گروه پژوهشی بقولات پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- اعضای هیئت علمی (استاد) دانشکدهٔ کشاورزی و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دکتری اکولوژی گیاهان زراعی از دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات زراعی و عملکردی ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه، آزمایشی طی سه سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱، ۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت دیم، به اجرا درآمد. در هر سه سال به‌منظور اطمینان از سبزشدن نمونه‌ها، تنها دو نوبت آبیاری (یکی در هنگام کاشت و دیگری ۲۰روز پس از آن) انجام شد. در سال زراعی اول (۸۲-۱۳۸۱)، ۴۶ژنوتیپ نخود شامل ۳۰نمونه متحمل به سرما حاصل مطالعات قبلی در مشهد و چند نمونه متحمل به سرما از ایکاردا و کانادا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌صورت پاییزه (اواسط مهرماه) کشت شدند. با توجه به ازبین‌رفتن تمام نمونه‌ها در اثر سرما در این سال، در دو سال زراعی بعد، با اضافه‌نمودن ۱۰۶نمونه نخود متحمل به سرمای دیگر، در مجموع ۱۵۲ژنوتیپ نخود به‌همراه چهار شاهد در قالب آزمون مقدماتی ارزیابی عملکرد (آگمنت) در هر یک از دو سال در کاشت مهرماه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در هر سال، تمامی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عملکرد دانه، در گروه‌های عملکردی دسته‌بندی شدند و بر اساس آن، شاخص‌های آماری شامل میانگین، انحراف‌معیار و دامنهٔ تغییر برای صفات مختلف (اجزای عملکرد، عملکرد و ارتفاع بوته) در مورد هر گروه عملکردی محاسبه گردید. بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات در شاهدها و ژنوتیپ‌ها، تفاوت‌های آماری معنی‌داری در میان ژنوتیپ‌ها و نیز در مقایسه با شاهدهای آزمایش مشاهده شد. بر این اساس، در سال دوم، در ژنوتیپ‌های اولین گروه عملکردی که بالاترین مقادیر عملکرد دانه (بیشتر از ۲۵۰گرم در مترمربع) را دارا بوده و شامل ۳۹/۵درصد از تعداد کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند، میزان عملکرد دانه از ۲۵۱ تا ۶۲۲گرم در مترمربع متغیر بود؛ درحالی‌که در سال سوم، مقادیر مربوط به این گروه عملکردی که شامل ۲۰درصد از تعداد کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند، از ۲۵۴ تا ۴۴۲گرم در مترمربع مشاهده شد. در انتها، تعداد ۲۰ژنوتیپ برتر از هر کدام از دو سال آزمایش (در مجموع ۳۹ژنوتیپ)، انتخاب و همراه با سایر صفات اندازه‌گیری‌شده مربوط به آن‌ها به‌منظور استفاده در ادامهٔ آزمایشات معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: آگمنت، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، دیم، عملکرد

مقدمه

کشت نخود در مناطق مدیترانه‌ای، عمدتاً به‌طور سنتی و در بهار انجام می‌گیرد. در نتیجه، گیاه در طول فصل رشد به‌خصوص در مراحل پایانی، با تنش‌های غیرزیستی مانند افزایش دما و کاهش رطوبت خاک مواجه می‌شود (*et al.*, Calcagno & Gallo, 1993; Singh 1994). با توجه به عملکرد پایین نخود در ایران (حدود ۵۴۰کیلوگرم در هکتار) (FAOSTAT, 2013) به‌ویژه در کشت بهاره، برنامه‌های اصلاحی نخود بایستی در جهت معرفی لاین‌های متحمل به سرما باشد تا بتوان از مزایای کشت پاییزه و زمستانهٔ این گیاه برخوردار شد (Naderi *et al.*, 2013). ازجمله مزایای کشت زمستانهٔ نخود در نواحی مدیترانه‌ای، افزایش دورهٔ رشد رویشی و قرارگرفتن دورهٔ رشد زایشی گیاه در شرایط مناسب رطوبتی و حرارتی است (Singh *et al.*, 1997; Sedaghat-Khahi *et*

* **نویسندهٔ مسئول:** مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، کُد پستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴، تلفن: ۳۸۸۰۴۸۱۹-۰۵۱، نمابر: ۳۸۸۰۷۰۲۴-۰۵۱، همراه: ۰۹۱۵۵۰۹۰۶۱۶، porsa@um.ac.ir

(*al.*, 2012) که موجب بهبود قابلیت زایشی آن‌ها نسبت به کشت بهاره می‌گردد (Silim *et al.*, 1985). همچنین در کشت زمستانه، به‌دلیل ارتفاع بیش‌تر بوته نسبت به کشت بهاره، برداشت مکانیزه محصول امکان‌پذیر می‌شود. از دیگر مزایای کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره می‌توان به میزان پروتئین بالا، گریز از خشکی، فرار از خسارت آفات، پایداری تولید، افزایش کارآیی مصرف آب و برتری میزان تثبیت نیتروژن و نیز عملکرد باثبات‌تر، اشاره کرد (Singh *et al.*, 1997; Fraiedi, 2007; Nezami *et al.*, 2010).

در مناطق مدیترانه‌ای، عملکرد نخود با تغییر تاریخ کاشت از بهار به زمستان افزایش‌یافته است؛ با این‌حال، کشت زمستانه به‌دلیل حساسیت ارقام به دماهای پایین و بیماری‌های قارچی ازجمله برق‌زدگی محدودشده است (Kanouni *et al.*, 2011; Millan *et al.*, 2006). صدمات ناشی از سرما و یخبندان، یکی از عوامل بازدارندهٔ کشت پاییزهٔ نخود در مناطق سردسیر می‌باشد (Farayedi, 2007).

بررسی تحقیقات انجام‌شده بر روی کشت زمستانه نخود نشان می‌دهد که این تلاش‌ها از سال زراعی ۷۵-۱۹۷۴ در نواحی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای شروع‌شده است. در این سال، محققان وابسته به ALADP[1] (مؤسسه تحقیقاتی پیش از تشکیل ایکاردا) واکنش ۱۹۲لاین نخود را به کاشت زمستانه در منطقهٔ کفاردان (واقع در دره بقاع لبنان) مورد بررسی قرار دادند. در طول زمستان، درجه‌حرارت به‌تدریج کاهش یافت و حداقل دما در این سال به ۱۲درجهٔ سانتی‌گراد رسید. چندین‌روز نیز پوشش برف وجود داشت و با وجود این، تمام لاین‌ها پس از زمستان زنده ماندند که نشانگر توانایی تحمل نخود به سرما و یخبندان در شرایط این ناحیه بود (Singh & Saxena, 1996). پس از این موفقیت، آزمایش‌های متعدد دیگری در مناطق مختلف نیز به انجام رسید که در طی آن‌ها، اهمیت دست‌یابی به نمونه‌های مقاوم به بیماری برق‌زدگی[2] به‌همراه تحمل به درجات پایین‌تری از سرما پدیدار گشت (Singh & Saxena, 1996).

Singh *et al*, (1997) چندین لاین نخود مقاوم به برق‌زدگی و متحمل به سرما را در دو کشت زمستانه و بهاره به‌مدت ۱۰سال (۱۹۸۳ تا ۱۹۹۳) در سه مکان در سوریه و لبنان تحت شرایط دیم مورد مقایسه قرار دادند. میانگین ۱۰سالهٔ عملکرد دانه در کاشت زمستانه (۱۶۸۶کیلوگرم در هکتار) نسبت به میزان آن در کشت بهاره (۹۹۴کیلوگرم در هکتار)، ۷۰درصد افزایش نشان داد. عملکرد بیولوژیک نیز در کاشت زمستانه نسبت به بهاره ۷۰درصد افزایش داشت. آن‌ها افزایش طول دوره رشد رویشی در کاشت زمستانه نخود را عامل اصلی افزایش بیوماس و عملکرد بالای کشت زمستانه نخود ذکر کردند. در گزارش ایشان، پتانسیل عملکرد لاین‌هایی که در زمستان کشت‌شده بودند تا ۴۰۰۰کیلوگرم در هکتار بود.

نتایج بررسی بر روی ۴۰لاین نخود طی دو سال زراعی در کاشت پاییزه در مناطق غرب ایران، تفاوت آماری معنی‌داری را در بین لاین‌های آزمایشی از نظر عملکرد دانه نشان داد. در این بررسی، بالاترین میزان عملکرد دانه، ۳۰۰۰کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین میزان، ۸۰۰کیلوگرم در هکتار بود؛ درحالی‌که به‌طور معمول، بهترین لاین‌های نخود در آزمایش‌های بهاره در این مناطق، عملکردی بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار تولید می‌کردند. از آنجا که متوسط عملکرد دانه برای کلیه ژنوتیپ‌ها طی دو سال در این آزمایش، حدود ۱۸۰۰کیلوگرم در هکتار بود، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش عملکرد نخود، به‌دلیل استفاده از رطوبت کافی و دوره رشد طولانی‌تر در کاشت پاییزه بوده است (Kanooni, 2005).

در مورد نخود، تعداد غلاف، تعداد دانه در گیاه و وزن دانه به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد عنوان شده‌اند. هر گره گل‌دهنده معمولاً دارای یک غلاف است که وجود آن‌ها بر روی شاخه‌های فرعی، غالباً سهم زیادی از عملکرد را به‌خود اختصاص می‌دهد (Khanna-Chopra & Sinha, 1987). تحقیقات متعدد (Islam, 1981; Keating & Cooper, 1983) نشان‌داده است که کاهش تعداد غلاف در گیاه، عامل اصلی کاهش عملکرد نخود در کشت بهاره نسبت به کشت زمستانه می‌باشد. همچنین محققان معتقدند که گیاه نخود در مرحلهٔ گلدهی و اوایل تشکیل غلاف نسبت به تنش رطوبت بسیار حساس‌بوده و هرگونه تنش رطوبت در این مرحله باعث عقیم‌شدن گل‌ها و عدم تکامل بذرها شده و نهایتاً وزن ۱۰۰دانه، شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Keatinge & Cooper, 1984).

مطالعات در مورد همبستگی میان صفات در شرایط دیم ناحیه مدیترانه‌ای نشان‌داده است که عملکرد نخود با تعداد غلاف در بوته (r= ۰/۹۰)، ارتفاع بوته (r= ۰/۷۲) و وزن ۱۰۰۰دانه (r= ۰/۳۵) همبستگی مثبتی دارد (Hadjichristodoulou, 1990). همچنین، ارتفاع بوته با تعداد غلاف در بوته (r= ۰/۷۳) و وزن ۱۰۰۰دانه (r= ۰/۳۹) همبستگی مثبتی داشتند (Hadjichristodoulou, 1990). در بررسی Nezami *et al*, (2010) نیز رابطه مثبت و معنی‌داری بین تعداد غلاف در بوته با ارتفاع بوته (r= ۰/۶۹**)، تعداد شاخه در بوته (r= ۰/۸۸**) و نیز طول شاخه‌ها در بوته

1- The Arid Lands Agricultural Development Program
2- Ascochyta blight

(r= ۰/۸۵**) مشاهده شد. Sedaghat-Khahi *et al*, (2012) نیز وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته (r= ۰/۲۱**) را گزارش کردند. Ozdemir & Karadavut (2003) نیز با آزمایش بر روی ۲۱ژنوتیپ نخود طی دو سال در ترکیه، همبستگی مثبت و معنی‌داری (r= ۰/۶۸**) بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته گزارش کردند. از مجموع مطالعات همبستگی می‌توان چنین نتیجه گرفت که با گزینش ژنوتیپ‌های مناسب، بتوان به تأثیرات مثبتی در اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف در گیاه، وزن۱۰۰۰دانه و در نهایت، عملکرد دانه نیز دست یافت.

نتایج حاصل از بررسی مقدماتی امکان کشت پاییزه و زمستانهٔ نخود در مناطق دیم شمال خراسان (حوالی بجنورد) نشان داد که کاشت پاییزه و زمستانهٔ نخود در شرایط کمبود بارندگی به‌خصوص در بهار، با وجود تلفات نسبتاً بالای تعداد بوته، از امکان خوبی از نظر افزایش عملکرد بذر (به‌خاطر افزایش تولید بذر در هر بوته) نسبت به کاشت بهاره برخوردار است (Porsa *et al.*, 2002). بررسی‌های اولیه که از سال ۱۳۷۶ با ارزیابی کلکسیون نخود مشهد از نظر تحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه شروع شد، وجود برخی نمونه‌های متحمل به سرما را نشان داد (Bagheri, 1998). در این راستا، ارزیابی تحمل به سرمای بخشی از کلکسیون نخود مشهد شامل ۵۳۰نمونه در طی دو سال زراعی متوالی ۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸-۱۳۷۷، به شناسایی۳۰نمونه برتر از نظر تحمل به سرما انجامید؛ به‌طوری‌که ۹نمونه از آن‌ها در هر دو سال، بقای ۱۰۰درصد، ۱۶نمونه در یکی از دو سال بقای ۱۰۰درصد و در سال دیگر بقای بیش از ۷۵درصد و پنج نمونه نیز در هر دو سال، بقای بالاتر از ۷۵درصد داشتند. این نمونه‌ها در دو سال آزمایش، دماهای ۹-درجه سانتی‌گراد (بدون پوشش برف) و ۱۴درجه سانتی‌گراد (با پوشش برف) را تحمل‌کرده بودند (Nezami & Bagheri, 2001). مطالعهٔ تکمیلی بر روی این نمونه‌ها در دو سال زراعی بعد (۷۹-۱۳۷۸ و ۸۰-۱۳۷۹) نشان داد که در میان آن‌ها، نمونه‌های متحمل به سرمایی وجود دارند که در کاشت پاییزه (۶مهر) با تحمل دماهای حدود ۱۷درجه سانتی‌گراد (در شرایط پوشش برف و ۵۵روز یخبندان) عملکردهای قابل‌ملاحظه‌ای (بیش از ۱۵۰گرم در مترمربع) تولید کردند (Nezami & Bagheri, 2005a; Nezami & Bagheri, 2005b; Nezami & Bagheri, 2006).

در آزمایشی در سال زراعی۸۰-۱۳۷۹، تعدادی ژنوتیپ نخود در چند تاریخ کاشت پاییزه و بهاره (۶مهر، ۲۴مهر، ۱۱آبان و ۱۶اسفند) در منطقهٔ مشهد کشت شدند. نتایج نشان داد که تعداد و طول شاخه‌ها در کاشت اول (۶مهر) به‌ترتیب ۳ و ۵/۳برابر تعداد و طول شاخه‌ها در کاشت چهارم (۱۶اسفند) بود. ارتفاع گیاهان در کاشت‌های اول، دوم و سوم نیز به‌ترتیب ۱/۹، ۱/۸ و ۱/۵برابر ارتفاع گیاهان در کاشت چهارم (بهاره) بود (Nezami, 2003).

در بررسی Nezami *et al*, (2010) در کشت پاییزه نخود، افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی همراه با افزایش تعداد و طول شاخه‌ها، افزایش تعداد غلاف در بوته را به‌همراه داشت. Nezami (2003) افزایش تعداد غلاف را تحت تأثیر افزایش دو عامل طول دوره رشد رویشی و تعداد بوته در واحد سطح ذکر کرد.

با توجه به نتایج حاصل از انجام آزمایشات در مراحل قبلی که حاکی از امکان‌پذیربودن کاشت پاییزه نخود در مناطق سرد می‌باشد و همچنین اهمیت شناسایی ژنوتیپ‌های نخود با تحمل به سرمای بیش‌تر جهت مناطق سرد، مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی تعداد بیش‌تری از ژنوتیپ‌ها و همچنین مطالعه اجزای عملکرد و عملکرد دانهٔ ۱۵۲ژنوتیپ نخود متحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه و معرفی نمونه‌های نخود مناسب جهت تداوم مطالعات سرما انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سه سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱، ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶درجه و ۱۶دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹درجه و ۳۶دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵متر از سطح دریا اجرا شد. خاک مزرعه از نوع سیلتی‌لوم و متوسط بارندگی سالانهٔ مشهد، ۲۸۶میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانهٔ آن به‌ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸-درجهٔ سانتی‌گراد است. اقلیم مشهد بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این آزمایش و در سال زراعی اول (۸۲-۱۳۸۱)، ۴۶ژنوتیپ نخود شامل ۳۰نمونه متحمل به سرما (Nezami & Bagheri, 2005a)، یک نمونه حساس به سرما، دو نمونه متحمل به سرما از ایکاردا و نیز ۱۳نمونه نخود متحمل به سرما از کانادا (شامل ۲۹نمونه کابلی، ۱۴نمونه دسی و ۳نمونه اسموث) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کاشت پاییزه مورد بررسی قرار گرفتند. در دو سال زراعی بعد (۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳) با اضافه‌شدن ۱۰۶نمونه نخود متحمل به سرمای دیگر (شامل ۹۶نمونه کابلی، ۸نمونه دسی و ۲نمونه اسموث) در مجموع، ۱۵۲ژنوتیپ نخود متحمل به سرما به‌همراه چهار شاهد شامل ارقام کرج۳۱-۶۰-۱۲ (دارای سازگاری نسبی به شرایط کشور)، ILC482، ILC3279 و FLIP84-48C (ارقام

متحمل به سرما در آزمایشات بین‌المللی) در قالب آزمون مقدماتی ارزیابی عملکرد (آگمنت)[1] (Peterson, 1986) در هر یک از دو سال به‌صورت پاییزه و دیم مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذور ژنوتیپ‌ها از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد[2] تأمین گردید. بذور در هر سه سال زراعی، در کرت‌هایی شامل یک ردیف برای هر ژنوتیپ به طول ۲/۵متر و فاصلهٔ ردیف ۵۰سانتی‌متر به تعداد ۲۵عدد بذر از هر ژنوتیپ بر روی هر ردیف در اواسط مهرماه کشت شد. برای اطمینان از سبزشدن یکنواخت و سریع، دو نوبت آبیاری، یکی پس از کاشت و دیگری ۲۰روز بعد از آن انجام گردید. بذور در سال زراعی اول پس از سبزشدن نسبی، به‌دلیل قرارگرفتن در معرض سرمای شدید، به‌طور کامل از بین رفتند و لذا هیچ بوته‌ای پس از سرما بر جا نماند. اما در سال زراعی دوم، در پایان فصل رشد، ارتفاع بوته و نیز درصد بقای ژنوتیپ‌ها (با شمارش تعداد بوته‌های موجود نسبت به تعداد بوته‌های کشت شده) محاسبه شد. همچنین با برداشت بوته‌های موجود، مقادیر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن ۱۰۰دانه، اندازه‌گیری شد. در سال سوم آزمایش و در پایان فصل رشد، تعداد چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه، اجزای عملکرد دانه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، اندازه‌گیری شد. همچنین میزان عملکرد دانهٔ هر ژنوتیپ در هر کرت، اندازه‌گیری گردید. در هر دو سال دوم و سوم آزمایش، تمامی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عملکرد دانه، در گروه‌های عملکردی دسته‌بندی شدند و شاخص‌های آماری شامل میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ تغییر برای هر گروه، محاسبه شد. همچنین بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات در شاهدها و ژنوتیپ‌ها و پس از تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، JMP4 و Mstat-C، وجود تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD ($P<0.05$) در میان ژنوتیپ‌ها و نیز در مقایسه با شاهدهای آزمایش، مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس، ژنوتیپ‌های برتر به‌منظور ادامهٔ آزمایشات، انتخاب و معرفی شدند.

نتایج و بحث

سال اول آزمایش (۸۲-۱۳۸۱)

در این سال با وجود سبزشدن نسبی نمونه‌ها پس از انجام دو نوبت آبیاری، به‌دلیل وقوع سرمای سخت و یخبندان بلافاصله پس از سبزشدن و تداوم روزهای با درجه‌حرارت زیر صفردرجه سانتی‌گراد، تمامی بوته‌های موجود مربوط به همه نمونه‌های کشت‌شده، به‌طور کامل از بین رفت. بر اساس داده‌های هواشناسی[3] در این سال، در فاصله کاشت تا اواخر زمستان در مجموع، ۶۹روز با درجه‌حرارت‌های زیرصفر درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد که از این تعداد، حدود ۲۵روز آن در آذرماه اتفاق افتاد. پایین‌ترین میزان دما (حداقل روزانه) در طی این دوره، ۱۲/۸- درجهٔ سانتی‌گراد بود که در طی ماه‌های آبان و آذر به‌وقوع پیوست. با توجه به وقوع این سرما و ازبین‌رفتن تمام نمونه‌ها، هیچ‌گونه یادداشت‌برداری در رابطه با نتایج حاصل از کشت نمونه‌ها در این سال، صورت نپذیرفت.

با توجه به نتایج حاصل از این سال و با هدف توسعهٔ تعداد نمونه‌های مورد بررسی، با انتخاب و اضافه‌نمودن ژنوتیپ‌های دیگر نخود متحمل به سرما در دو سال زراعی بعد، به تعداد آن‌ها تا سقف ۱۵۲نمونه افزوده شد؛ ضمناً چند نمونهٔ شاهد شامل ارقام رایج در کشور و نمونه‌های متحمل به سرمای بین‌المللی نیز مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند.

سال دوم آزمایش (۸۳-۱۳۸۲)

بر اساس نتایج، تنوع قابل‌توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر صفات مورد اندازه‌گیری وجود داشت، به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌ها با یکدیگر و نیز با شاهدها، در تمام موارد معنی‌دار بود ($p\leq0/05$). به‌منظور امکان بررسی دقیق‌تر، تمامی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عملکرد دانه، در گروه‌های عملکردی دسته‌بندی شدند و شاخص‌های آماری شامل میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ تغییر برای هر گروه، محاسبه گردید (جدول ۱). همچنین مقادیر مربوط به هر یک از صفات اندازه‌گیری‌شده برای شاهدهای آزمایش به همراه شاخص حداقل اختلاف معنی‌دار[4] به‌منظور امکان انجام مقایسهٔ میانگین ژنوتیپ‌ها با شاهدها و نیز ژنوتیپ‌ها با یکدیگر محاسبه شد (جدول ۲). بر اساس نتایج، در اولین گروه عملکردی که بالاترین مقادیر عملکرد دانه را در بین ۱۵۲ژنوتیپ شامل می‌شدند و شامل ۳۹/۵درصد از تعداد کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند (گروه عملکردی۱)، میزان عملکرد دانه از ۲۵۱ تا ۶۲۲گرم در مترمربع متغیر بود. در این میان، ژنوتیپ‌های MCC791، MCC783، MCC732، MCC741 و MCC53، به‌ترتیب با ۶۲۲، ۵۷۰، ۵۳۳، ۵۰۰ و ۴۹۹گرم در مترمربع، بیش‌ترین عملکرد دانه و ژنوتیپ‌های MCC734، MCC291، MCC745 و MCC495 به‌ترتیب با ۲۵۱، ۲۵۳، ۲۵۵ و ۲۶۰گرم در مترمربع، کم‌ترین میزان عملکرد دانه را در این گروه دارا بودند.

1- Augmented Designs for Preliminary Yield Trials
2- Mashhad Chickpea Collection (MCC)
3- http://www.irimo.ir/farsi
4- LSD

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و دامنهٔ تغییر برخی صفات کمّی در گروه‌های عملکردی دانهٔ ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در آزمایش کشت پاییزه در سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ در مشهد

Table 1. Mean, standard deviation and range of quantitative traits for chickpea genotypes based on their seed yield groups in the second trial of fall sowing chickpea genotypes (Mashhad, 2003-2004)

ردیف گروه‌های عملکردی Group number	دامنهٔ عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Yield group ($g.m^{-2}$)	تعداد ژنوتیپ‌های هرگروه Genotypes no. in each group	شاخص‌های آماری هر گروه Statistical indices for each group	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	درصد بقاء Survival percent (%)
1	251-622	60	میانگین Mean	350.7	828.2	47.9	30.1	45.5	49.6
			انحراف معیار S.D*	83.3	400.0	14.3	5.4	9.0	15.1
			دامنه تغییر Range	371.5	1926.0	47.1	29.9	51.1	67.0
2	201-250	19	میانگین Mean	226.5	453.8	49.4	28.2	38.7	35.2
			انحراف معیار S.D.	14.4	189.5	17.9	5.5	8.3	13.7
			دامنه تغییر Range	44.0	806.3	56.0	22.5	33.9	49.0
3	151-200	10	میانگین Mean	179.1	392.5	43.4	31.3	39.5	25.2
			انحراف معیار S.D.	12.9	149.0	20.7	5.9	3.8	10.1
			دامنه تغییر Range	40.9	456.7	47.5	21.8	11.4	36.0
4	101-150	16	میانگین Mean	128.7	298.5	41.0	29.8	37.7	29.1
			انحراف معیار S.D.	14.8	112.4	19.3	7.5	7.0	12.5
			دامنه تغییر Range	45.6	425.7	54.7	23.3	29.1	37.0
5	0-100	47	میانگین Mean	44.8	116.6	32.9	26.4	32.9	15.7
			انحراف معیار S.D.	33.6	132.0	23.7	7.8	12.9	15.4
			دامنه تغییر Range	97.0	536.3	65.0	36.3	56.6	58.8
	Total	152	میانگین Mean	205.9	476.9	42.4	28.8	39.5	33.6
			انحراف معیار S.D.	142.3	409.9	20.0	6.6	11.1	20.3
			دامنه تغییر Range	622.3	2152.9	67.0	36.3	71.9	86.8

*: Standard deviation

*: انحراف معیار

جدول ۲- صفات اندازه‌گیری‌شده در مورد شاهدهای آزمایش و مقادیر LSD مربوط به مقایسات مختلف میان شاهدها و ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در آزمایش کشت پاییزه در سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ در مشهد

Table 2. Quantitative traits for controls and LSD for comparing within genotypes and comparing between genotypes and controls in the second trial of fall sowing chickpea genotypes (Mashhad, 2003-2004)

شاهد Controls	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	درصد بقاء Survival percent (%)
Karaj12-60-31	101.2	193.6	42.9	16.4	32.1	22.4
ILC482	89.7	150.9	91.2	26.6	33.1	14.4
ILC3279	201.7	325.3	84.1	20.5	39.0	31.2
FLIP84-48C	265.2	779.2	35.5	29.8	44.0	55.2
مقادیر $LSD_{(0.05)}$						
ژنوتیپ‌ها با یکدیگر Among genotypes	357.3	959.4	73.1	17.5	31.0	75.8
ژنوتیپ‌ها با شاهدها Genotypes & controls	291.7	783.3	69.9	14.3	25.3	61.9

در این گروه عملکردی، ۲۶ژنوتیپ، عملکردهای ۳۰۰ تا ۴۰۰گرم در مترمربع و ۱۲ژنوتیپ نیز عملکردهای بالاتر از ۴۰۰گرم در مترمربع تولید کردند. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی از نظر عملکرد دانه وجود داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری میان برخی ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با عملکرد ۲۶۵گرم در مترمربع) مشاهده شد، به‌طوری‌که این ژنوتیپ‌ها عملکرد بالاتری نسبت به شاهد مذکور داشتند. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی (۱۵۲ ژنوتیپ)، ۹ژنوتیپ هیچ‌گونه عملکردی تولید نکردند و پس از آن‌ها ژنوتیپ‌های MCC756 و MCC762 به‌ترتیب با عملکرد دانهٔ ۹ و ۱۱گرم در مترمربع، کم‌ترین میزان عملکرد را نشان دادند.

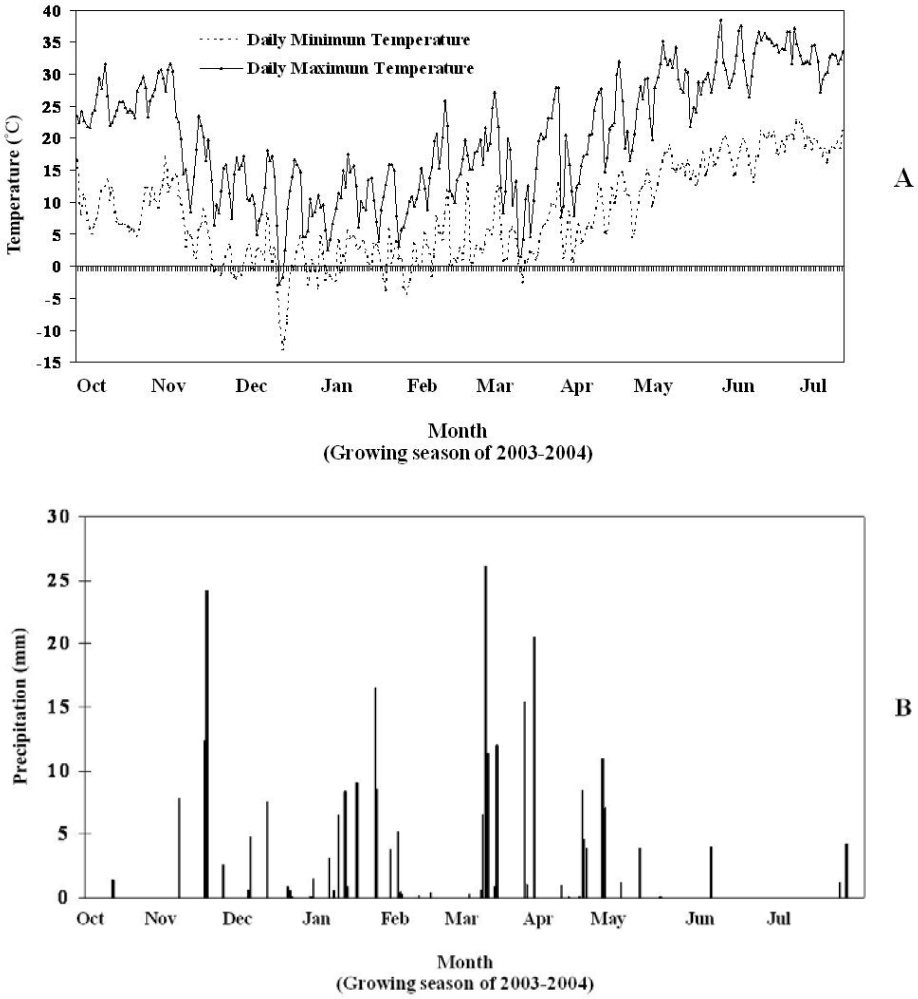
گسترهٔ صفت درصد بقاء در گروه عملکردی۱، از ۲۰ تا ۸۷درصد متغیر بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین درصد بقاء ژنوتیپ‌ها در میان گروه‌های عملکردی پنج‌گانه با ۴۹/۶درصد در این گروه عملکردی مشاهده شد (جدول۱). در میان ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۱، نمونه‌های MCC783، MCC780، MCC786 و MCC791 به‌ترتیب با ۸۷، ۸۳، ۸۱ و ۸۱درصد، بیش‌ترین درصد بقاء را بودند. در بررسی Kanouni *et al*, (2009) که بر روی۴۰لاین نخود متحمل به سرما و یک لاین حساس انجام دادند، بین لاین‌ها از نظر صفات عملکرد دانه، تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن۱۰۰دانه و درجه تحمل به سرما، اختلافات معنی‌داری مشاهده شد.

بر اساس داده‌های هواشناسی[1]، پایین‌ترین میزان دما (حداقل روزانه) در طی سال زراعی۸۳-۱۳۸۲، ۱۳/۲-درجه سانتی‌گراد بود که در آذرماه سال۱۳۸۲ اتفاق افتاد (شکل ۱-الف). همچنین در این سال زراعی، در مجموع، ۴۷روز با دمای زیرصفر درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. مجموع میزان بارندگی در طی دورهٔ کاشت تا برداشت، ۲۷۱میلی‌متر بود که در طی۵۰مورد بارش صورت گرفت (شکل ۱-ب). تعداد بارش‌های بیش از۱۰میلی‌متر در این سال زراعی، ۹مورد بود که در ماه‌های آبان، بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت به‌وقوع پیوست.

سال سوم آزمایش (۸۴-۱۳۸۳)

بر اساس نتایج، در این سال نیز تنوع قابل‌توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر صفات مورد اندازه‌گیری وجود داشت، به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌ها با یک‌دیگر و نیز با شاهدها، در تمام موارد معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). در این سال نیز به‌منظور امکان بررسی دقیق‌تر، تمامی ژنوتیپ‌های نخود بر اساس عملکرد دانه، در گروه‌های عملکردی دسته‌بندی شدند و شاخص‌های آماری شامل میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییر برای هر گروه، محاسبه گردید (جدول ۳). مقادیر مربوط به هر یک از صفات اندازه‌گیری‌شده برای شاهدهای آزمایش به‌همراه شاخص حداقل اختلاف معنی‌دار به‌منظور امکان انجام مقایسهٔ میانگین‌ها شامل ژنوتیپ‌ها با شاهدها و نیز ژنوتیپ‌ها با یکدیگر محاسبه شد (جدول۴).

1- http://www.irimo.ir/farsi



شکل ۱- درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه (الف) و میزان بارندگی روزانه (ب) طی سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ در کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در مشهد

Fig. 1. Daily minimum and maximum air temperature (A) and daily precipitation (B) through growing season of 2003-2004 in fall sowing of chickpea genotypes at Mashhad

بر اساس نتایج، در اولین گروه عملکردی که بالاترین مقادیر عملکرد دانه را در بین ۱۵۲ژنوتیپ شامل می‌شدند و شامل ۲۰درصد از تعداد کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند (گروه عملکردی۱)، میزان عملکرد دانه از ۲۵۴ تا ۴۴۲ گرم در مترمربع متغیر بود. در این میان ژنوتیپ‌های MCC802، MCC798 وMCC753، به‌ترتیب با ۴۴۲، ۳۵۶ و ۳۵۰گرم در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه و ژنوتیپ‌های MCC804، MCC740 و MCC784 به‌ترتیب با ۲۵۴، ۲۵۸ و ۲۵۹گرم در مترمربع، کمترین میزان عملکرد دانه را حاصل نمودند. براساس نتایج، در میان بیش‌تر ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه مشاهده نشد. همین نتیجه در مورد مقایسه عملکرد بهترین شاهد (FLIP84-48C با عملکرد ۲۴۹/۵گرم در مترمربع) با بیش‌تر ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی نیز مشاهده شد. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی (۱۵۲ژنوتیپ)، پنج ژنوتیپ هیچ‌گونه عملکردی تولید نکردند و پس از آن‌ها ژنوتیپ‌های MCC710 و MCC792 به‌ترتیب با عملکرد دانهٔ ۱۸ و ۲۲گرم در مترمربع، از کم‌ترین میزان عملکرد برخوردار بودند.

در بررسی Naderi *et al*, (2013) که بر روی ۶۵لاین نخود زراعی در کشت پاییزه در سنندج صورت گرفت، بر اساس نمودار فراوانی عملکرد، دامنه‌ای از عملکرد دانه از ۳۰ تا ۲۱۰گرم در مترمربع مشاهده شد.

جدول۳- میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییر برخی صفات کمّی در گروه‌های عملکردی دانهٔ ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در آزمایش کشت پاییزه در سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ در مشهد

Table 3. Mean, standard deviation and range of quantitative traits for chickpea genotypes based on their seed yield groups in the second trial of fall sowing chickpea genotypes (Mashhad, 2004-2005)

ردیف گروه‌های عملکردی Group number	دامنهٔ عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Yield group ($g.m^{-2}$)	تعداد ژنوتیپ‌های هر گروه Genotypes no. in each group	شاخص‌های آماری هر گروه Statistical indices for each group	عملکرد دانه (گرم در مترمربع Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	تعداد غلاف پُر در بوته Filled pod numbers per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds number per pod	درصد بقاء Survival percent (%)
1	251-442	27	میانگین Mean	298.3	818.9	38.3	34.7	54.4	1.32	69.5
			انحراف معیار S.D*	41.6	229.6	9.3	8.4	25.9	0.32	17.5
			دامنه تغییر Range	188	1002.2	46.2	31.8	93.8	1.79	72.0
2	201-250	32	میانگین Mean	222.1	692.6	33.3	32.1	45.7	1.56	64.3
			انحراف معیار S.D.	15.2	218.0	11.0	8.8	23.8	0.78	18.6
			دامنه تغییر Range	49	1302.8	65.3	43.6	91.5	3.68	68.0
3	151-200	30	میانگین Mean	174.5	638.9	29.8	30.7	40.9	1.31	63.8
			انحراف معیار S.D.	14.7	265.3	9.0	9.8	24.2	0.38	21.5
			دامنه تغییر Range	49	1257.2	41.6	36.8	90.0	1.56	81.0
4	101-150	27	میانگین Mean	127.5	482.1	27.4	31.3	41.4	1.17	55.4
			انحراف معیار S.D.	15.8	151.8	9.2	7.7	21.5	0.46	16.9
			دامنه تغییر Range	48	838.2	49.7	31.3	86.2	1.82	70.0
5	0-100	36	میانگین Mean	60.3	282.1	18.8	30.1	36.2	1.25	31.5
			انحراف معیار S.D.	33.3	187.9	10.3	12.2	27.4	0.52	23.3
			دامنه تغییر Range	98.9	749.8	34.2	49.6	92.5	2.78	84.2
	Total	152	میانگین Mean	171.1	569.8	29.0	31.7	43.3	1.32	55.8
			انحراف معیار S.D.	86.0	284.3	11.8	9.7	25.2	0.54	24.3
			دامنه تغییر Range	441.9	1633.8	78.6	63.1	109.6	3.9	103.2

*: انحراف معیار

*: Standard deviation

جدول ۴- صفات اندازه‌گیری‌شده در مورد شاهدهای آزمایش و مقادیر LSD مربوط به مقایسات مختلف میان شاهدها و ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در آزمایش کشت پاییزه در سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ در مشهد

Table 4. Quantitative traits for controls and LSD for comparing within genotypes and comparing between genotypes and controls in the third trial of fall sowing chickpea genotypes (Mashhad, 2004-2005)

شاهد Controls	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	تعداد غلاف پُر در بوته Filled pod numbers per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds number per pod	درصد بقاء Survival percent (%)
Karaj12-60-31	126.3	422.2	29.5	25.3	56.2	1.6	42.4
ILC482	80.5	261.2	28.3	27.9	35.6	1.3	34.4
ILC3279	135.9	512.3	25.7	24.5	42.8	1.4	52.8
FLIP84-48C	249.5	718.9	34.3	31.9	31.4	1.8	71.2
مقادیر $LSD_{(0.05)}$							
ژنوتیپ‌ها با یکدیگر Among genotypes	161.5	364.4	21.8	18.0	73.3	1.9	50.1
ژنوتیپ‌ها با شاهدها Genotypes & controls	131.8	297.5	17.8	14.7	59.8	1.6	40.9

در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۱، شاخص برداشت از ۱۹ تا ۶۵درصد متغیر بود، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۵). در این میان، ژنوتیپ‌های MCC802 و MCC736، به‌ترتیب با ۶۵ و ۵۳درصد بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC753، MCC798 و MCC740، به‌ترتیب با ۱۹، ۲۴ و ۲۵درصد، کمترین میزان شاخص برداشت را در این گروه عملکردی نشان دادند. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با ۳۴درصد) وجود داشت.

در آزمایش Nezami *et al*, (2010)، ۹ژنوتیپ نخود متحمل به سرما در کشت پاییزه مورد بررسی قرار گرفتند که بر اساس نتایج، شاخص برداشت نمونه‌ها، از ۲۹ تا ۵۳درصد متغیر بود که به بروز تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) منجر شد. در آزمایش ایشان، ژنوتیپ‌های MCC373 با ۵۳درصد و MCC436 با ۲۹درصد، به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند. همچنین در بررسی این محققان، همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان صفت شاخص برداشت با ارتفاع بوته (r= 0.54**)، درصد بقاء (r= 0.75**) و عملکرد دانه (r= 0.86**) مشاهده شد. آن‌ها بر این اعتقادند که افزایش عملکرد دانه، در اثر افزایش طول دوره رشد در میان نمونه‌های مورد آزمایش، افزایش شاخص برداشت را نیز به دنبال داشته است.

میزان صفت وزن۱۰۰دانه در میان ارقام موردبررسی در گروه عملکردی۱، از ۱۵ تا ۴۷گرم متغیر بود، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵). در این میان، ژنوتیپ MCC810 با ۴۷ و MCC767 و MCC760 هر کدام با ۴۶گرم بیشترین و ژنوتیپ MCC743 با ۱۵ و MCC736 و MCC708 هر کدام با ۲۰گرم، کمترین وزن۱۰۰دانه را دارا بودند. تفاوت میان ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با وزن۱۰۰دانه ۳۲گرم) نیز معنی‌دار بود. در بررسی Naderi *et al*, (2013) دامنه تغییرات وزن۱۰۰دانه لاین‌ها بدون درنظرگرفتن رقم شاهد، از ۱۵ تا ۴۰گرم بود و اغلب لاین‌ها در دامنه متوسط ۲۵ تا ۳۲/۵گرم قرار داشتند. در آزمایش Nezami *et al*, (2010) نیز وزن۱۰۰دانه در میان نمونه‌های مورد آزمایش، از ۱۹ تا ۳۶گرم متغیر بود و از این نظر بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵). در بررسی نامبردگان، ژنوتیپ‌های MCC83 و MCC207 به‌ترتیب با ۳۶ و ۱۹گرم، بیشترین و کمترین وزن۱۰۰دانه را به‌خود اختصاص دادند. Kanouni *et al*, (2009) در آزمایش خود بر روی۴۰لاین نخود و یک لاین حساس، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن۱۰۰دانه میان آن‌ها گزارش کردند.

دامنهٔ صفت تعداد غلافِ پُر در بوته در گروه عملکردی۱، از ۱۶ تا ۱۱۰غلاف در بوته متغیر بود، به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی از حیث این صفت معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). در این گروه عملکردی، ژنوتیپ‌های MCC753، MCC785 و MCC760 به‌ترتیب با ۱۱۰، ۱۰۵و ۱۰۴غلاف، ضمن این‌که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته را در این گروه عملکردی دارا بودند، تنها نمونه‌هایی بودند که تعداد

غلاف در بوته در آن‌ها، بیش از ۱۰۰غلاف بود. از طرفی در میان ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۱، نمونه‌های MCC776 و MCC724 به‌ترتیب با ۱۶ و ۱۹غلاف، ضمن این‌که کمترین تعداد غلاف در بوته را در این گروه عملکردی دارا بودند، تنها نمونه‌هایی بودند که تعداد غلاف در بوته در آن‌ها، کمتر از ۲۰غلاف بود. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (کرج۳۱-۶۰-۱۲ با ۵۶غلاف) وجود نداشت. در بررسی Nezami *et al*, (2010)، تعداد غلاف در بوته در نمونه‌های مورد ارزیابی، از ۲۳ تا ۹۴غلاف متغیر بود و از این نظر، تفاوت معنی‌داری در بین نمونه‌ها وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵). در آزمایش ایشان، ژنوتیپ‌های MCC436 با ۹۴غلاف و MCC439 با ۲۳غلاف، به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند و از این لحاظ با دیگر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. به اعتقاد این محققان، طول دورهٔ رشد بر تعداد غلاف، مؤثر می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش طول دورهٔ رشد، مرحلهٔ غلاف‌دهی تا پُرشدن دانه، طولانی‌تر شده و در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد (Nezami *et al*., 2010). نامبردگان همچنین اظهار داشتند، افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی در بوته‌ها با افزایش تعداد و طول شاخه‌ها، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته گردیده است.

میزان درصد بقاء در میان ارقام مورد بررسی در گروه عملکردی۱، از ۳۱ تا ۹۸درصد متغیر بود، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی وجود داشت ($p\leq$۰/۰۵). در این گروه عملکردی، ژنوتیپ‌های MCC736، MCC776 و MCC728 به‌ترتیب با ۹۸، ۹۵ و ۹۱درصد، ضمن این‌که بیشترین درصد بقاء را در این گروه عملکردی دارا بودند، تنها نمونه‌هایی بودند که درصد بقاء در آن‌ها، بیش از ۹۰درصد بود. همچنین در میان ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۱، نمونه MCC767 با ۳۱ و MCC760 و MCC785 هر کدام با ۳۵درصد، کمترین درصد بقاء را دارا بودند. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با ۷۱درصد) مشاهده نشد.

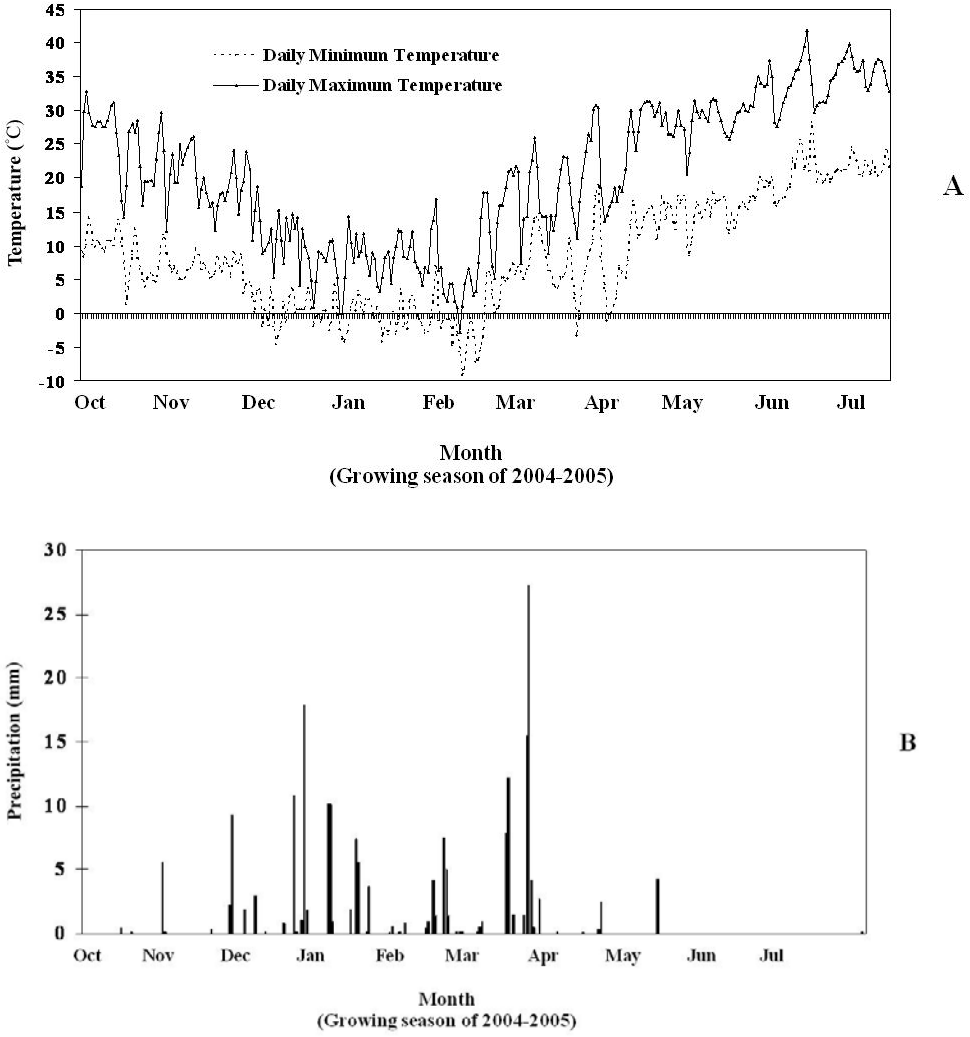
بر اساس داده‌های هواشناسی[1]، گیاهان در فاصلهٔ کاشت تا سبزشدن، در معرض دماهای زیرصفر قرار نگرفتند و پایین‌ترین میزان درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طی این دوره، ۱/۲ درجهٔ سانتی‌گراد بود که در ۱۸مهرماه۱۳۸۳ به‌وقوع پیوست (شکل ۲-الف). گیاهان در مرحله رشد رویشی (سبزشدن تا گلدهی) در معرض دماهای یخزدگی (۹/۲درجهٔ سانتی‌گراد در۲۴بهمن‌ماه) قرار گرفتند. همچنین سرمای دیررس بهاره (پنج‌درجهٔ سانتی‌گراد در هفتم فروردین‌ماه) همزمان با اواخر دوره رشد رویشی و قبل از آغاز گلدهی، به‌وقوع پیوست (شکل ۲-الف). مجموع تعداد شب‌های دارای یخبندان و نیز روزهای با پوشش برف طی این دوره (رشد رویشی) به‌ترتیب ۶۰ و ۱۷روز بود (شکل ۲-ب). مجموع میزان بارندگی در طی دورهٔ کاشت تا برداشت، ۲۰۲میلی‌متر بود که در میان آن، تعداد بارش‌های بیش از۱۰میلی‌متر، هفت مورد بود که در ماه‌های آذر، دی و اسفند به‌وقوع پیوست.

در انتها، تعداد ۲۰ژنوتیپ برتر با بیشترین میزان عملکرد دانه از هر کدام از دو سال آزمایش (۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳)، انتخاب و همراه با سایر صفات اندازه‌گیری‌شده مربوط به آن‌ها، معرفی شدند (جدول۵ و ۶). با توجه به کشت ژنوتیپ‌ها در هر دو سال به‌صورت دیم و نیز با توجه به نقش اساسی میزان بارندگی در حصول عملکرد در این شرایط، می‌توان بالاتربودن نسبی عملکردهای حاصله در سال زراعی دوم را نسبت به سال زراعی سوم آزمایش، به بالاتربودن میزان بارندگی در سال دوم (۲۷۱میلی‌متر) نسبت به سال سوم (۲۰۲میلی‌متر) و توزیع مناسب‌تر آن در ماه‌های فصل بهار که مصادف با رشد رویشی ژنوتیپ‌ها می‌باشد، همچنین وقوع دماهای بالاتر و محدودکننده رشد زایشی در انتهای فصل رشد در سال زراعی سوم نسبت به سال زراعی دوم، نسبت داد (شکل‌های ۱ و ۲).

به‌نظر می‌رسد وجود تنها یک ژنوتیپ مشترک در دو سال (MCC798) در بین ۲۰نمونهٔ برتر، نشان از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به شرایط آب و هوایی مختلف باشد.

Singh *et al*, (1997) ضمن یک تحقیق ۱۰ساله بر روی کشت زمستانه و بهاره نخود در سه منطقه جداگانه متوجه شدند در سال‌هایی‌که بارندگی از میزان متوسط طولانی‌مدت آن منطقه کمتر بود، در اثر تنش خشکی حاصله، عملکرد دانه نیز به‌شدت کاهش یافت. آن‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری بین بارندگی فصلی و عملکرد بذر در هر دو کشت زمستانه و بهاره به‌دست آوردند. در بررسی Kanouni (2005) بر روی ۴۰لاین نخود، عملکرد دانه در کشت پاییزه، از ۸۰۰ تا ۳۰۰۰کیلوگرم در هکتار متفاوت بود، حال آن‌که بهترین عملکرد گزارش‌شده در منطقه برای کاشت بهارهٔ نخود، ۸۰۰ تا ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار بوده است. این محقق، استفاده از رطوبت کافی در طول دوره کاشت پاییزه را دلیل عملکرد بالا در آزمایش خود عنوان نموده است.

1- http://www.irimo.ir/farsi



شکل ۲- درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه (الف) و میزان بارندگی روزانه (ب) طی سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ در کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در مشهد

Fig. 2. Daily minimum and maximum air temperature (A) and daily precipitation (B) through growing season of 2004-2005 in fall sowing of chickpea genotypes at Mashhad

نتیجه‌گیری

با توجه به میانگین عملکرد نخود در ایران (حدود ۴۱۰کیلوگرم در هکتار)[1]، ثبت عملکردهایی در این آزمایش از ۳۸۰۰ تا ۶۲۲۰کیلوگرم در هکتار در سال زراعی دوم و از ۲۷۴۰ تا ۴۴۲۰کیلوگرم در هکتار در سال زراعی سوم که از حدود ۴۰ژنوتیپ مختلف حاصل شد، نتایج بسیار امیدوارکننده‌ای را در رابطه با امکان دستیابی به رقم‌هایی با عملکرد بسیار بالا در صورت کشت پاییزه در شرایط آب و هوایی مشهد نوید می‌دهد. با این حال، با درنظرگرفتن این نکته که دما در سال‌های مورد بررسی به پایین‌تر از ۱۳/۲- درجه‌سانتی‌گراد در سال زراعی دوم و ۹/۲-درجه‌سانتی‌گراد در سال زراعی سوم نرسید، پیشنهاد می‌شود برای اطمینان از تحمل به سرمای این ژنوتیپ‌ها، در سال‌های آتی، بررسی‌های بیشتری در رابطه با ابعاد مختلف فنولوژیک، مورفولوژیک و

1- http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor

فیزیولوژیک این نمونه‌ها تحت تأثیر سرماهای سخت‌تر انجام گیرد. به این‌منظور، تکرار این‌گونه بررسی‌ها با نمونه‌های بیش‌تر (ارزیابی نمونه‌های نخود موجود و نیز اضافه‌کردن نمونه‌های جدید متحمل به سرما) در مناطق با ارتفاع بیش‌تر و سردتر از مشهد، همچنین انجام آزمایشات تکراردار بر روی ژنوتیپ‌های انتخاب‌شده و ارزیابی دقیق‌تر این ارقام از جهت تحمل به سرما و نیز بررسی سایر صفات مناسب آگرونومیک آن‌ها جهت کشت در سایر مناطق، ضروری به‌نظر می‌رسد.

جدول ۵- مشخصات مربوط به ۲۰ژنوتیپ برتر با بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در آزمایش کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ در مشهد

Table 5. Characteristics of 20 superior cold tolerant chickpea genotypes with the highest yields resulted from the second trial of fall sowing of 152 chickpea genotypes (Mashhad, 2003-2004)

ردیف no.	نام ژنوتیپ Genotype Name	تیپ بذر Seed Type	منشأ Origin	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	درصد بقاء Survival percent (%)
1	MCC791	Kabuli	Flip97-132C	622	2153	36.7	31.7	57	81
2	MCC783	Kabuli	Flip97-120C	570	482	65.0	31.8	60	87
3	MCC732	Kabuli	Flip97-179C	533	657	65.0	25.5	42	57
4	MCC741	Kabuli	Sel93TH24467	500	1031	59.7	24.1	42	60
5	MCC53	Kabuli	217921	499	1353	57.5	37.3	65	53
6	MCC771	Kabuli	Flip97-94C	477	1092	26.2	33.4	58	67
7	MCC785	Kabuli	Flip97-123C	460	1291	45.2	32.7	50	48
8	MCC798	Kabuli	Flip97-163C	456	1337	41.8	31.9	48	57
9	MCC788	Kabuli	Flip97-129C	444	1471	51.0	38.3	61	53
10	MCC786	Kabuli	Flip97-124C	424	1977	42.7	39.5	57	81
11	MCC775	Kabuli	Flip97-102C	422	1569	47.7	44.3	48	73
12	MCC780	Kabuli	Flip97-116C	412	856	31.6	32.2	48	83
13	MCC819	Desi	IRAN	399	858	29.7	25.2	43	39
14	MCC797	Kabuli	Flip97-158C	389	254	65.0	29.7	45	29
15	MCC463	Kabuli	ILC482-205	388	645	65.0	23.1	50	45
16	MCC779	Kabuli	Flip97-114C	387	1281	50.6	39.5	72	61
17	MCC769	Kabuli	Flip97-87C	386	806	31.5	34.4	53	75
18	MCC793	Kabuli	Flip97-134C	385	904	25.4	29.4	53	51
19	MCC764	Kabuli	Flip97-78C	384	684	63.4	34.9	47	57
20	MCC733	Kabuli	Flip97-182C	380	632	46.2	29.2	42	59

جدول ۶- مشخصات مربوط به ۲۰ژنوتیپ برتر با بیشترین میزان عملکرد دانه در آزمایش کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در سال زراعی۸۴-۱۳۸۳ در مشهد

Table 6. Characteristics of 20 superior cold tolerant chickpea genotypes with the highest yields resulted from the third trial of fall sowing of 152 chickpea genotypes (Mashhad, 2004-2005)

ردیف no.	نام ژنوتیپ Genotype Name	تیپ بذر Seed Type	منشأ Origin	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seeds weight (g)	تعداد غلاف پُر در بوته Filled pod numbers per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds number per pod	درصد بقاء Survival percent (%)
1	MCC802	Kabuli	Flip97-187C	442	651	65	37	48	1.4	79
2	MCC798	Kabuli	Flip97-163C	356	1254	25	35	38	1.4	70
3	MCC753	Kabuli	Sel96TH11439	350	1634	19	27	110	1.4	75
4	MCC770	Kabuli	Flip97-91C	346	747	43	34	89	1.3	88
5	MCC809	Kabuli	Flip97-211C	342	788	41	43	31	1.0	75
6	MCC761	Kabuli	Flip97-62C	328	824	37	30	49	1.5	50
7	MCC814	Kabuli	Flip97-220C	326	735	42	33	34	1.7	79
8	MCC728	Kabuli	Flip97-166C	318	684	47	27	58	1.6	91
9	MCC743	Kabuli	Sel93TH24477	303	728	49	15	59	1.0	75
10	MCC736	Kabuli	Flip97-230C	295	632	53	20	32	1.2	103
11	MCC815	Kabuli	Flip97-221C	289	793	36	41	46	1.1	63
12	MCC730	Kabuli	Flip97-172C	285	689	41	36	59	1.1	67
13	MCC760	Kabuli	Flip97-43C	285	695	40	46	105	1.1	35
14	MCC776	Kabuli	Flip97-111C	283	1092	34	43	16	1.2	95
15	MCC795	Kabuli	Flip97-139C	281	731	38	41	54	1.3	59
16	MCC767	Kabuli	Flip97-82C	277	754	36	46	90	1.2	31
17	MCC806	Kabuli	Flip97-196C	277	752	36	41	61	1.0	71
18	MCC758	Kabuli	Flip97-28C	276	753	35	40	32	1.6	54
19	MCC774	Kabuli	Flip97-101C	276	683	39	40	43	1.4	82
20	MCC723	Kabuli	Flip96-90C	274	700	37	29	30	1.3	75

منابع

1. Bagheri, A. 1998. Pulse breeding for tolerating biotic and abiotic stresses. In: Proc. of the 5th Iranian Crop Production and Breeding Congress, 31Aug-4Sep, 1998. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, p. 12-13. (In Persian).
2. Calcagno, F., and Gallo, G. 1993. Physiological and morphological basis of abiotic stress resistance in chickpea. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. John Wiley and Sons, Chichester, UK. P. 293-309.
3. Fraiedi, Y. 2007. Study of agronomic characteristic and cold hardiness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn rainfed sowing conditions. Seed and Plant 23: 489-503. (In Persian).

4. Hadjichristodoulou, A. 1990. Winter sowing: a major breakthrough in chickpea production in Cyprus. In: Chickpea in the Nineties, Proc. of the Second International Workshop on Chickpea Improvement, 4-8Dec. 1989, ICRISAT. Patancheru, India: ICRISAT, p. 297-298.
5. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor (verified 14 February 2015).
6. http://www.irimo.ir/farsi/
7. Islam, R. 1981. Responses of winter and spring planted chickpea to inoculation with *Rhizobium* in Syria. ICN 4: 24-25.
8. Kanooni, H. 2005. Evaluation of chickpea genotypes for cold tolerance in fall sowing. Seed & Plant Journal 20: 89-99. (In Persian with English Summary).
9. Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R.S. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science 5: 250-254.
10. Kanouni, H., Taleei, A., and Okhovat, M. 2011. Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics 5: 1-22.
11. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as a winter-sown crop in northern Syria: moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science Cambridge 100: 667 -680.
12. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1984. Physiological and moisture-use studies on growth and development of winter-sown chickpeas. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, the Netherlands, p. 141-157.
13. Khanna-Chopra, R., and Sinha, S.K. 1987. Chickpea: physiological aspects of growth and yield. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. C.A.B. International, UK, p. 163-189.
14. Millan, T., Clark, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K., Gaur, P.M., Kumar, J., Gill, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
15. Naderi, H., Shokrpoor, M., Asghari, A., Kanooni, H., and Esfandiari, A. 2013. Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phonological traits in Kurdistan region. Iranian Journal of Pulses Research 4(1): 69-80. (In Persian with English Summary).
16. Nezami, A. 2003. Evaluation of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) for cold tolerance in fall sowing on highland regions. PhD. Dissertation. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
17. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005a. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: 1- Phenology and morphology. Iranian Journal of Field Crops Research 3(1): 143-155. (In Persian with English Summary).
18. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005b. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: 2- yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3(1): 156-170. (In Persian with English Summary).
19. Nezami, A., and Bagheri, A. 2001. Screening of Mashhad chickpea (*Cicer arietinum* L.) collection for cold tolerance under field conditions. Journal of Agricultural Science and Technology 15(2): 156-162. (In Persian with English Summary).
20. Nezami, A., and Bagheri, A. 2006. Preliminary evaluation of phenology, yield components and yield of fall chickpea genotypes in the Mashhad conditions. Agricultural Sciences & Technology Journal 20(3): 71-80. (In Persian with English Summary).
21. Nezami, A., Sedaghat-Khahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluating of the fall sowing cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at supplementary irrigation in Mashhad conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 415-423. (In Persian with English Summary).
22. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperature region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 27: 345-352.
23. Peterson, R.G. 1986. Augmented Preliminarily Design (Translated to Farsi by Ghaffari, A.). Organization of Agricultural Research & Natural Resources, Seed and Plant Improvement Institute. pp. 25.
24. Porsa, H., Bagheri, A., Nezami, A., Mohammadabadi, A.A., and Langari, M. 2002. Investigation on fall-winter sowing possibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions in Northern Khorassan. Journal of Agricultural Science & Technology 16(1): 143-152. (In Persian with English Summary).

25. Sedaghat-Khahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Bagheri, A. and Porsa, H. 2012. Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions. Iranian Journal of Pulses Research 3(1): 41-52. (In Persian with English Summary).
26. Silim, S.N., Hebblethwait, P.D., and Heath, M.C. 1985. Comparison of the effects of autumn and spring sowing date on growth and yield of combining peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge 104: 35-46.
27. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1996. Winter Chickpea in Mediterranean Type Environments. ICARDA, Aleppo, Syria.
28. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halia, M.H., Knights, E.J., and Werma, M. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.
29. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejia, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 7, No. 1, 2016, p. 37-53

Agronomic assessment of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall sowing at Mashhad conditions

Porsa[1*], H., Nezami[2], A., Bagheri[2], A. & Najibnia[3], S.

1. Contribution (Researcher) from Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Contributions (Professor) from College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Ph.D. in Agroecology, Education Ministry, District7, Mashhad, Iran

Received: 9 March 2015
Accepted: 17 June 2015

Introduction

Studies on the fall-winter sowing of chickpea were commenced in 1974-75 at Mediterranean regions. For example, Singh *et al,* (1997) studied some chickpea cold and ascochyta blight tolerant genotypes in fall-winter sowing for 10 years (1983-1993) on three regions in Syria and Lebanon under rain-fed conditions. The mean of seed yield for 10 years in the fall-winter sowing was 1686 $kg.ha^{-1}$ that showed 70% of increase comparing to seed yield in spring sowing with 994 $kg.ha^{-1}$. Biological yield in fall-winter sowing had the same increase record comparing with spring sowing, too. They declared that the extended vegetative period in fall-winter sowing than spring sowing was the cause of this result. Also, studies on fall sowing of chickpea in Iran have shown that significant enhancement of seed yield compared to spring sowing has arisen from exploiting of sufficient water and extending of a growth period in fall sowing. Regarding to the results of previous studies on fall-winter sowing of chickpea that demonstrated possibility of this type of sowing in cold areas, this experiment was performed in order to evaluate yield and yield components of 152 other chickpea genotypes in fall sowing.

Materials and Methods

This study was carried out in three years of 2002-2003, 2003-2004 and 2004-2005 at the Experimental Field of College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, north-eastern Khorassan state of Iran. This study was performed in rainfed conditions with only two times irrigation at planting stage and 20 days after that. In the first year (2002-2003), 46 chickpea genotypes (30 cold tolerant accessions resulted from previous studies at Mashhad and some genotypes from ICARDA and Canada) were planted based on Randomized Complete Block Design with three replications. During this year, cold injury caused complete loss so, in the next two years by adding of 106 other accessions, totally, 152 chickpea genotypes with 4 checks were evaluated based on the Augmented Preliminarily Design. The seeds of genotypes were attained from Mashhad Chickpea Collection (MCC), Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. The seeds of each genotype in all trials were sown in plots containing one row with a length of 2.5 meter. The distance between seeds on the row was 0.1 meter and rows were placed 0.5 meter apart. In the second and third trials, genotypes were categorized according to their seed yield amounts to several groups and some statistical indices such as mean, standard deviation and range were calculated on their measured quantitative traits (such as seed yield, biological yield, and yield components). Based on data analysis, existing of significant differences among genotypes and controls were studied between them. Finally, superior genotypes were selected and introduced for continuing of investigations at future.

Results and Discussion

In the first year, the hard, cold and freezing temperatures occurred after emerging of seedlings, repeatedly and then all plants were lost. There were 69 days with freezing

* **Corresponding Author:** porsa@um.ac.ir, Tel.: +98 051 38804819, Mobile Phone: 09155090616

temperatures through the period of planting to late winter. The lowest temperature through this period was -12.8°C that occurred in November and December. Based the on results, in the next two years, there were significant differences ($P \leq 0.05$) among genotypes with each other and with checks in yield, yield components and plant height. In the second year (2003-2004), the range of seed yield among the first yield group (39.5% of all genotypes) was from 251 to 622 $g.m^{-2}$, while in the third year (2004-2005) this range among the first yield group (20% of all genotypes) was from 254 to 442 $g.m^{-2}$. In the second and third years, the highest survival percent, meaning among all five groups was observed in the first groups. Totally, 20 chickpea genotypes with the most yields for each year were selected and introduced for the next studies.

Conclusion

Regarding to rainfed conditions, the higher seed yields in the second year comparing to the third year can be related to greater precipitations in this trial (271 mm) compared to the third (202 mm), as well as better distribution of rainfall in the second year coinciding with the vegetative growth period. Occurrence of higher temperatures at the end of the growing season in the third year also could be a limiting factor for reproductive growth of chickpeas. It seems that the existing of only one genotype (MCC798), communally in two years among 20 superior genotypes, revealed this fact that these genotypes respond to various environmental circumstances, differently. Regarding to mean of seed yield of chickpea in Iran (410 $kg.ha^{-1}$), achieving of seed yield records of 3800 to 6220 $kg.ha^{-1}$ at the second trial and 2740 to 4420 $kg.ha^{-1}$ at the third trial in this study that were obtained from next to 40 chickpea genotypes, reveals a promising potential for a fall sowing of chickpea in Mashhad. However, concerning about this fact that the temperature in the two years of this study did not drop less than -13.2°C on the second trial and -9.2°C on the third, it is suggested to investigate of phenological and morpho-phisiological aspects of these genotypes more, especially in colder areas in order to be sure of their cold tolerance, sustainably. Finally, 20 chickpea genotypes with the most yields for each year (totally 39 genotypes) were selected and introduced for the next studies. Considering the importance of field investigations, these results can be completely efficient for continuing research and development programs on the subject of chickpea cold tolerance in the present and the future.

Key words: Augmented preliminarily design, Plant height, Rainfed, Yield and yield components