مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۹، شماره ۴، سال ۱۳۹۲

واکنش لاین‌های پیشرفته نخود (*Cicer arietinum* L.) به سرمای بدون پوشش برف در کشت پاییزه

Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Advanced Lines to No Snow Cover Cold in Fall Planting

داود صادق‌زاده اهری[۱] و یداله فرایدی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و مربی، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۹

چکیده

صادق زاده اهری، د. و فرایدی، ی. ۱۳۹۲. واکنش لاین‌های پیشرفته نخود (*Cicer arietinum* L.) به سرمای بدون پوشش برف در کشت پاییزه. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۹:** ۷۲۷ - ۷۱۱.

به منظور بررسی تحمل به سرما در سیزده لاین پیشرفته نخود دیم به همراه رقم شاهد جم و تعیین روابط بین صفات زراعی در شرایط کنترل شده و مزرعه، دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه انجام شد. آزمایش اول به صورت کشت پاییزه در شرایط مزرعه با چهار تکرار وآزمایش دوم با سه تکرار در جعبه‌های بتونی به ارتفاع ۱ متر از سطح خاک و با استفاده از پوشش نایلونی به منظور جلوگیری از بارش برف روی بستر انجام شد. پس از رفع سرمای زمستان درصد خسارت لاین های آزمایشی تعیین شد. در شرایط مزرعه از نظر کلیه صفات بین لاین های آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در شرایط جعبه‌های بتونی نیز اختلاف معنی‌دار بین لاین‌های آزمایشی از نظر تحمل به سرمای بدون پوشش برف مشاهده شد. لاین FLIP 00-84C با ۸۷٪ درصد زنده مانی در شرایط مزرعه و۲۳٪ خسارت سرمای بدون پوشش برف (۲۰°C-) به مدت دو روز) تحمل بیشتری نسبت به سایر لاین ها نشان داد. بین میزان خسارت سرما در شرایط کنترل شده و تعداد بوته‌های زنده مانده بعد از سرمای زمستان در شرایط مزرعه همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0.56^{*}$) وجود داشت. بین میزان خسارت سرما در شرایط کنترل شده و میزان خسارت در اولین و دومین سرمای شدید در شرایط مزرعه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت ($r = 0.50^{*}$ و $r = 0.56^{*}$). در مجموع بین نتایج به دست آمده در شرایط کنترل شده و شرایط مزرعه همخوانی وجود داشت و می‌توان روش کشت در بسترهای بتونی را به عنوان روشی مطمئن برای ارزیابی و غربال گری ژرم‌پلاسم نخود در برابر سرما توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: نخود، کشت پائیزه، غربال‌گری، تحمل به سرما.

نویسنده مسئول: dsadeghzade@yahoo.com تلفن: ۰۴۲۱۲۲۲۸۰۷۸

مقدمه

نخود مهم‌ترین گیاه زراعی در بین حبوبات کشور محسوب می‌شود (Parsa and Bagheri, 2008؛ Eradatmand Asli and Mehrpanah, 2009). بر اساس آمار منتشر شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت سالانه نخود در کشور با نوساناتی همراه است و بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ هزارهکتار متغییر بوده که بیش از ۹۰٪ آن به صورت دیم است (Anonymous, 2010).

استان‌های واقع در مناطق سردسیر کشور نظیر کرمانشاه، کردستان، آذربایجان غربی، کرمانشاه، خراسان (رضوی و شمالی)، مناطقی از کهگیلویه و بویر احمد و لرستان از جمله مناطقی هستند که زراعت نخود دیم در آن ها از دیرباز مرسوم بوده است. کانونی و همکاران (Kanouni *et al.*, 2009) ضمن بیان این نکته که در برخی از نواحی استان کردستان کشت پائیزه و یا انتظاری نخود به طورسنتی انجام می‌شود، بر اهمیت انتخاب و معرفی ارقام نخود متحمل به سرما که پرمحصول بوده و مناسب کاشت پائیزه در مناطق سرد و مرتفع باشند، تاکید کردند. نتایج بررسی‌های انجام شده در مناطق معتدل استان کرمانشاه نشان داد که تغییر زمان کشت از بهار به پائیز موجب افزایش ۷۲ درصدی در عملکرد دانه نخود دیم می‌شود (Anonymous, 2002).

متاسفانه آمار و گزارش‌های موجود، حاکی از کم بودن عملکرد نخود در ایران است (حدود ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار). در این مناطق، یکی از دلایل کم بودن عملکرد نخود دیم در دسترس نبودن ارقام مقاوم به سرما و کشت بهاره آن است.

مطالعات انجام شده در موسسه بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) نشان داده است که تغییر زمان کاشت از بهار به پائیز در اقلیم‌های مدیترانه‌ای افزایش چشمگیری در عملکرد را به دنبال دارد. مهم‌ترین دلیل این افزایش، رشد مطلوب گیاه در مراحل رویشی خصوصاً در اوایل فصل رشد بیان شده است و به دنبال آن مراحل تکمیلی دوران رشد و نمو گیاه در حالی انجام می‌شود که رژیم‌های حرارتی و رطوبتی در طی آن نسبت به کشت بهاره مطلوب‌تر هستند (Aghaei and Kanouni, 2004؛ Singh *et al.*, 1997).

مزایای کشت زمستانه نخود دیم موجب شده تا به‌گزینی لاین‌های متحمل به سرما اهمیت خاصی در برنامه‌های به نژادی داشته باشد. در این خصوص تاکنون مطالعات زیادی جهت بررسی امکان به‌گزینی لاین‌های متحمل به سرما در شرایط مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه (*in vitro*) با بهره‌گیری از معیارهای مختلف گزینشی نظیر درصد بقا، ارزیابی خسارت، نشت الکترولیت‌ها و غیره انجام شده است (Meyer and Bardaruddin, 2001؛ Heidarvand *et al.*, 2011؛ Saeed *et al.*, 2010؛

(Bagheri *et al*., 2000 ؛Tutwiler, 1995).

در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم مناطق سردسیر کشور (نظیر مراغه، سارال (کردستان)، قیدار و شیروان) به دلیل کمبود بارندگی در شروع فصل زراعی و افت دمای هوا در ماه‌های آبان و آذر، بذر ژنوتیپ‌های آزمایشی فرصت لازم و کافی برای سبز شدن و جوانه زدن را نیافته و قبل از بروز یخبندان‌های زمستانه به مرحله مناسب گیاهچه‌ای نمی‌رسند و به این دلیل در برخی سال‌ها امکان ارزیابی دقیق تحمل یا حساسیت لاین‌های آزمایشی در برابر سرما میسر نمی‌شود (Anonymous, 2002). به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل کند بودن روند معرفی ارقام متحمل یا مقاوم به سرما همین امر یعنی شرایط آب و هوایی متغییر و غیر قابل پیش بینی پاییز و عدم سبز پاییزه مناسب در ژنوتیپ‌های مورد بررسی باشد.

این مطالعه برای اولین بار در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور انجام شد و هدف از اجرای آن بررسی تحمل ارقام و لاین‌های پیشرفته نخود دیم در برابر سرمای زمستانه و تعیین روابط بین صفات زراعی و تحمل به سرما در شرایط کنترل شده و مزرعه به منظور دستیابی به روشی مناسب وآسان برای غربالگری ژرم‌پلاسم نخود بود. هدف دیگر از انجام این پژوهش شناسایی و معرفی لاین‌های متحمل به سرمای زمستانه و واجد صفات مطلوب زراعی با عملکرد دانه بالا در شرایط کشت پاییزه بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در قالب دو آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه انجام شد.

آزمایش در شرایط مزرعه

این بخش از پژوهش با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام و در آن از ۱۳ لاین پیشرفته نخود دیم به همراه یک رقم شاهد (جم) استفاده شد. کلیه لاین‌های آزمایشی از موسسه بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) و در قالب آزمایش‌های بین‌المللی ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما دریافت شده بودند. به منظور بررسی واکنش ارقام و لاین‌های آزمایشی در برابر سرمای زمستان، کاشت آزمایش در پائیز(نیمه دوم مهرماه) انجام شد و برای اطمینان از سبز شدن بذرها یک‌بار آبیاری بلافاصله بعد از کاشت به میزان ۴۰ میلی‌متر انجام شد.

مزرعه آزمایشی در سال قبل زیر کشت گندم دیم بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم با پنجه غازی در پاییز سال قبل (پس از برداشت گندم) و استفاده از دستگاه بذرکار کشت گستر برای ایجاد خطوط و شیارهای کشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. برای تغذیه گیاهان با توجه به نتایج تجزیه خاک مزرعه، از

فرمول کودی N_{20} P_{30} استفاده شد. تمامی کود فسفره (فسفات آمونیوم) قبل از کاشت در پاییز و کود نیتروژن (اوره) در بهار (در زمان دو برگی گیاهان) مصرف شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول ۴ متر و فواصل بین خطوط ۲۵ سانتی‌متر و تراکم کاشت دانه در مترمربع بود.

صفات مختلف زراعی مانند درصد سبز ژنوتیپ‌ها قبل از وقوع سرمای زمستان (PCI)، درصد بوته زنده مانده بعد از سرمای زمستان (PSPF%)، میزان خسارت در اولین و دومین سرمای شدید (CTR1 و CTR2)، تعداد روز از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی گیاهان در کرت (DF)، تعداد روز از کاشت تا ۹۰٪ رسیدگی گیاهان درکرت (DM)، طول دوره پرشدن غلاف‌ها که فاصله زمانی بین DF تا DM است (FP)، ارتفاع بوته (PH)، تعداد غلاف در بوته (P/P)، وزن صد دانه (100 SW)، عملکرد زیست توده (بیوماس) آفتاب خشک (BIO) و نهایتا پس از رسیدن گیاهان و بعد از حذف اثر حاشیه‌ای (حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها) عملکرد دانه تولیدی در هر کرت آزمایشی (SY)، شاخص برداشت (نسبت‌عملکرد دانه به بیوماس: HI) و درجه باردهی (عملکرد دانه + وزن خشک زیست توده + شاخص برداشت: PS) یادداشت‌برداری شدند.

برای یادداشت‌برداری از میزان خسارت به گیاهان آزمایشی بعد از وقوع اولین و دومین سرمای شدید در منطقه (CTR1 و CTR2) از روش مرسوم در ایکاردا استفاده شد. براساس این روش با استفاده از شاخص‌های عددی ۱ تا ۹ (خیلی مقاوم: ۱، مقاوم: ۳، متحمل: ۵، حساس: ۷، خیلی حساس: ۹) از میزان تحمل و حساسیت ژنوتیپ‌ها یادداشت‌برداری شد.

آزمایش در شرایط کنترل شده

این آزمایش به منظور بررسی تحمل به تنش سرمای لخت (بدون پوشش برف) در ارقام و لاین‌های آزمایشی انجام شد. بررسی در جعبه‌های کشت بتونی به طول ۴ متر، عرض ۱/۲ متر و ارتفاع ۱ متر از سطح خاک مزرعه و با امکان پوشاندن سطح بسترکشت با پلاستیک در زمان بارش برف در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجرا شد. جعبه‌های کشت بتونی از خاک معمولی ایستگاه مذکور پر شده بودند.

بررسی با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش از هر تیمار در هر تکرار، ۱۰ عدد بذر کاملا سالم انتخاب و بر اساس نقشه طرح روی یک خط در بستر مذکورکاشته شد. زمان کاشت اوایل آبان ماه ۱۳۸۹ بود و به منظور سبز مناسب پاییزه در سه مرحله (به فاصله ۱۵ روز) آبیاری انجام شد و سپس از درصد سبز تیمارهای آزمایشی یادداشت برداری به عمل آمد. در طول فصل زمستان و در مواقع لازم با استفاده از پوشش‌های نایلونی از بارش برف روی ارقام و لاین‌های آزمایشی جلوگیری شد.

پس از رفع سرمای زمستان در منطقه و مساعد شدن شرایط جوّی برای رشد و نمو گیاهان آزمایشی از میزان خسارت آن ها بر حسب درصد زنده مانی بوته‌ها (PCI %) یادداشت‌برداری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. در مورد داده‌هایی که برحسب درصد بودند (PSPF % و PCI %) از روش تبدیل زاویه‌ای استفاده شد. با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از جعبه‌های کشت بتونی، در مورد واکنش لاین‌ها به سرما قضاوت شد. ضرایب همبستگی بین صفات یادداشت‌برداری شده در مزرعه و جعبه‌های بتونی نیز محاسبه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی که در جعبه های بتونی نیز مورد استفاده قرار گرفت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil at experimental location

درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	پتاس	فسفر	درصد ماده آلی	درصد آهک		اسیدیته
Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K ($mgkg^{-1}$)	P ($mgkg^{-1}$)	Organic mater (%)	Lime (%)	Ec (dsm^{-1})	pH
32	47	21	700	17	0.8	5.5	0.85	7.5

میزان کل بارندگی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ برابر با ۳۵۱ میلی متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۰/۱ درصد کاهش داشت. این امر بیانگر آن است که از نظر میزان بارندگی‌های سالانه تقریبا سال معمولی در منطقه حاکم بود.توجه به آمار بارندگی پاییز سال ۱۳۸۹ (جدول ۲) نشان می‌دهد که پاییز در منطقه مراغه با حدود ۱۷ میلی‌متر بارندگی از خشکی نسبی برخوردار بوده و میزان بارش‌ها برای سبز کردن و استقرار گیاهان آزمایشی نامناسب بود. این امر در اغلب سال‌ها رخ داده و بدین ترتیب امکان ارزیابی مطلوب تحمل ژرم‌پلاسم در برابر سرما برای محققان در چنین شرایطی فراهم نمی‌شود و به این دلیل در این گونه بررسی‌ها، استفاده از یک بار آبیاری به هنگام کاشت توصیه می‌شود. در این مطالعه نیز از این امر (آبیاری بعد از کاشت به منظور سبز پاییزه ژنوتیپ‌ها) استفاده شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات در شرایط مزرعه نشان دادکه از نظر کلیه صفات مورد مطالعه بین ژنوتیپ‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت (جدول ۳). این

جدول۲- آمار هواشناسی فصل زراعی ۹۰-۱۳۸۹ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

Table 2. Meteorological data of Maragheh Dryland Agricultural Research Station in 2010-2011 cropping season

Month	ماه	بارندگی P (mm)	دمای مطلق Abs. temp. (°C)		متوسط دما M. temp. (°C)		میانگین دما A. temp. (°C)	تعداد روزهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد DBZ
			Min.	Max..	Min.	Max.		
Oct.	مهر-آبان	8.7	1.0	27.0	6.5	18.3	12.4	0
Nov.	آبان-آذر	0.0	-6.5	17.8	-2.3	10.7	4.2	22
Dec.	آذر-دی	10.4	-12.0	17.0	-4.1	6.4	1.1	27
Jan.	دی- بهمن	29.2	-20.0	4.0	-9.3	-3.2	-6.2	29
Feb.	بهمن- اسفند	36.4	-18.5	8.0	-5.9	0.1	-2.9	24
Mar.	اسفند-فروردین	79.6	-11.5	18.0	-3.2	6.4	1.6	24
Apr.	فروردین- اردیبهشت	129.4	-4.5	21.0	3.7	12.5	8.1	4
May.	اردیبهشت- خرداد	54.7	2.5	30.4	8.2	18.0	13.0	0
Jun.	خرداد- تیر	3.0	7.0	32.0	12.3	25.3	18.8	0
Total	کل	351.4	-	-	-	-	-	130

P: Precipitation; Abs. temp.: Absolute temperature; M. temp.: Mean temperature; A. temp.: Average temperature;
DBZ: Number of days below zero degree.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات زراعی مختلف ژنو تیپ‌های نخود در شرایط مزرعه

Table 3. Analysis of variance for different agronomic characteristics of chickpea genotypes in field condition

			میانگین مربعات MS												
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد زنده مانده PSPF %	تحمل سرما۱ CTR1	تحمل سرما۲ CTR2	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدن DM	دوره پر شدن غلاف FP	ارتفاع بوته PH	تعداد غلاف در بوته P/P	درجه باردهی PS	وزن صد دانه 100 SW	بیوماس خشک Biomass	شاخص برداشت HI	عملکرد دانه SY
Replication	تکرار	3	1716.02**	5.33**	4.35**	1.21 ^{ns}	6.93**	4.8*	26.3**	147.7**	19.9 ^{ns}	2.56 ^{ns}	0.60*	13.7 ^{ns}	0.16*
Genotype	ژنوتیپ	13	762.70**	2.60**	2.06**	11.80**	10.75**	1.9 ^{ns}	32.1**	53.6*	172.3**	51.33**	0.33*	166.3**	0.12**
Error	خطا	39	184.03	0.92	0.63	1.27	1.28	1.3	2.6	23.1	38.0	2.24	0.15	35.8	0.05
CV (%)	درصد ضریب تغییرات	--	25.20	21.70	12.60	1.00	1.00	3.1	6.0	22.6	13.5	4.40	18.40	14.1	23.40

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

PSPF %: Percentage of survived plants after winter under field condition; CTR1: Cold tolerance index after first sever cold in winter; CTR2: Cold tolerance index after second sever cold in winter; DF: Number of days after planting to flowering 50% of plants; DM: Number of days after planting to maturity more than 90% of plants in plots; FP: Seed filling period; PH: Plant height; P/P: Number of pods per plant; PS: Productivity score; 100SW: 100 Seeds weight; HI: Harvest index; SY: Seed yield.

امر دلالت بر وجود تنوع مطلوب در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر صفات و خصوصیات زراعی داشت.

نتایج مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش در شرایط مزرعه نشان داد که لاین شماره۹ (FLIP 00-84C) با ۸۷٪ درصد زنده‌مانی (PSPF %) در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از تحمل مناسب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود و در رتبه اول قرار گرفت و پس از آن، لاین شماره ۱۰ (FLIP 01-9C) با ۶۷٪ زنده‌مانی در رتبه دوم قرار داشت (جدول ۴). کمترین میزان زنده‌مانی پس از سرمای زمستان در این بررسی مربوط به لاین‌های شماره ۲ و ۷ و به‌ترتیب برابر ۳۲٪ و ۳۷٪ بود که در گروه‌بندی بر مبنای آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪، رتبه‌های سیزدهم و چهاردهم را در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی به‌خود اختصاص دادند و حساس‌ترین لاین‌های این بررسی بودند. رقم تجاری جم (ژنوتیپ شماره ۱۴) با متوسط ۵۵٪ زنده‌مانی، رتبه هفتم را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشت (جدول ۴).

در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ مجموع تعداد روزهای زیر صفر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه ۱۳۰ روز بود، فصل بهار نیز ۱۲ روز دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد وجود داشت. کمترین دما در زمستان ۲۰- درجه سانتی‌گراد بود(۲۸ و ۲۹ دی ماه ۱۳۸۹) و پس از آن در بهمن ماه نیز دمای ۱۸/۵- درجه سانتی‌گراد وجود داشت (جدول ۲). با توجه به اطلاعات مذکور، به نظر می‌رسد که حداقل دمای مطلق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ برای ارزیابی تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های آزمایشی خصوصا در جعبه‌های کشت بتونی (سرمای بدون پوشش برفی) مناسب بوده است.

وجود تنوع ژنتیکی در میزان درصد زنده‌مانی ژنوتیپ‌های مختلف نخود در مطالعات مختلف ارزیابی تحمل به سرما در شرایط مزرعه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Kanouni *et al*., 2009؛ Heydarvand *et al*., 2011).

نتایج بررسی‌های انجام شده توسط زعفرانیه و همکاران (Zaferanieh *et al*., 2009) روی ۸۱ ژنوتیپ نخود در کشت پاییزه و آبیاری تکمیلی در شرایط آب و هوایی مشهد ضمن تایید تفاوت ژنوتیپی از نظر درصد زنده‌مانی نشان داد که میزان زنده‌مانی ژنوتیپ‌ها از صفر تا ۹۶٪ متغییر است که تا حدودی با نتایج این پژوهش مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. اختلاف ژنتیکی مواد آزمایشی (ژنوتیپ‌ها) و شرایط آب و هوایی محل انجام آزمایش (حداقل افت دمای زمستان در بررسی نامبردگان ۱۰- درجه سانتی‌گراد زیر صفر بود در حالی که در این بررسی تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد افت داشت) از جمله دلایل مغایرت درصد زنده‌مانی ژنوتیپ‌های آزمایشی در این بررسی و نتایج گزارش شدهٔ مذکور است.

جدول۴- مقایسه میانگین صفات زراعی مختلف ژنوتیپ‌های نخود در شرایط مزرعه

Table 4. Mean comparison for different agronomic characteristics of chickpea genotypes in field condition

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	درصد خسارت در شرایط کنترل شده PCI %	درصد زنده مانده در مزرعه PSPF %	تحمل سرما۱ CTR1	تحمل سرما۲ CTR2	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدن DM	دوره پر شدن غلاف FP	ارتفاع بوته PH	تعداد غلاف در بوته P/P	درجه باردهی PS	وزن صد دانه 100 SW (g)	بیوماس خشک Biomass (tha^{-1})	شاخص برداشت HI	عملکرد دانه SY (tha^{-1})
1	FLIP 01- 40C	100c	47cd	6a	7a	181bc	217bc	36a	29de	19bc	45bc	37b	1.89bc	42.0bc	0.812ab
2	SEL99TH150454	100c	32e	6a	7a	181bc	219ab	38a	33ab	16e	27d	42a	2.04ab	24.3d	0.519e
3	FLIP 97-85C	100c	50bc	5ab	7a	181bc	217cd	36a	27ef	23ab	48ab	34cd	2.19ab	44.5ab	0.981ab
4	FLIP 00-39C	100c	58bc	4bc	6bc	181bc	218ab	37a	31bc	22bc	46ab	37b	2.56a	42.5ab	1.110a
5	FLIP 97-230C	100c	50bc	5ab	7a	183a	217bc	34ab	31bc	17de	38c	39b	2.25ab	35.2c	0.794bc
6	FLIP 99-26C	100c	60bc	4bc	6bc	181bc	218ab	36a	32bc	19bc	44bc	33cd	2.26ab	41.0bc	0.919ab
7	FLIP 02-84C	100c	37de	5ab	7a	179cd	216de	37a	29de	29a	47ab	31e	1.74cd	44.5ab	0.775cd
8	FLIP 02-51C	70bc	38de	6a	7a	179cd	216de	37a	26fg	24ab	48ab	32de	1.48d	46.0ab	0.681de
9	FLIP 00-84C	23a	87a	3d	5d	176f	213f	37a	25g	17cd	46ab	28f	2.50a	42.3ab	1.040ab
10	FLIP 01-9C	100c	67ab	4cd	6bc	179e	215e	36a	27ef	19bc	50ab	34cd	2.36ab	47.0ab	1.110a
11	FLIP 01-18C	43ab	62bc	4cd	6bc	178e	215e	37a	30cd	23ab	54a	31e	2.20ab	50.7a	1.090ab
12	FLIP 98-15C	100c	51bc	5ab	7a	183a	219a	37a	34a	21bc	44bc	34cd	2.15ab	41.1bc	0.881ab
13	FLIP 99-45C	100c	60bc	5ab	6bc	179cd	216de	36a	28de	25ab	50ab	31e	2.09ab	46.8ab	0.988ab
14	JAM (Check)	100c	55bc	4bc	6bc	179de	216de	37a	26ef	23ab	51ab	34cd	2.03ab	47.6ab	0.963ab

میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Means with same letters in each column are not significantly different at 5% probability level.

PSPF %: Percentage of survived plants after winter under field condition; CTR1: Cold tolerance index after first sever cold in winter; CTR2: Cold tolerance index after second sever cold in winter; DF: Number of days after planting to flowering 50% of plants; DM: Number of days after planting to maturity more than 90% of plants in plots; FP: Seed filling period; PH: Plant height; P/P: Number of pods per plant; PS: Productivity score; 100SW: 100 Seeds weight; HI: Harvest index; SY: Seed yield.

بررسی میانگین دو صفت تحمل به سرما پس از اولین و دومین سرمای شدید در منطقه (CTR1 وCTR2 به‌ترتیب برابر ۱۲- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد) در ژنوتیپ‌های آزمایشی دراین پژوهش نشان دادکه لاین خیلی مقاوم (دارای شاخص ۱) در بین آن‌ها وجود نداشت و دلیل این امر شاید استفاده از شاخص‌های مرسوم در ایکاردا برای ارزیابی میزان مقاومت یا حساسیت به سرما در لاین‌ها باشد. چون در تنظیم و تدوین این شاخص‌ها بیشترین حد تحمل برای ارقام و لاین‌های خیلی مقاوم، ۱۰- درجه‌سانتی‌گراد تعیین شده در حالی که شرایط محیطی در این مطالعه حاکی از وجود سرماهای بسیار شدیدتر از آن (۲۰- درجه سانتی‌گراد) بود (جدول ۲). با بررسی نتایج مندرج در جدول ۴ معلوم شد که لاین شماره ۹ در هر دو مرحله از یادداشت برداری در مورد دو صفت CTR1 و CTR2 کمترین شاخص را به خود اختصاص داده، بنابراین می‌توان آن را به عنوان لاین متحمل تا نیمه حساس به سرما تعیین کرد (جدول ۴). براساس میانگین‌های حاصل از دو صفت CTR1 و CTR2 می‌توان اظهار داشت که دو لاین شماره ۱ (FLIP 01-40C) و ۲ (SEL99TH150454) در هر دو مرحله از یادداشت‌برداری دارای بیشترین شاخص‌های مورد نظر بوده و در نتیجه، به عنوان حساس‌ترین لاین‌های این بررسی تعیین شدند (جدول ۴). بر این مبنا شاهد آزمایش (رقم جم) را نیز می‌توان جزو ارقام حساس به تنش سرما محسوب کرد. حساسیت رقم جم به سرما در مطالعات سایر پژوهشگران نیز ثابت شده است (Heidarvand *et al.*, 2011؛ Saeed *et al.*, 2010).

مقایسه میانگین صفت تاریخ گلدهی ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که حداقل و حداکثر تعداد روز از کاشت تاگلدهی از ۱۷۶ تا ۱۸۳ روز متغییر بود که به ترتیب متعلق به لاین شماره ۹ (زودگل‌ترین لاین) و لاین شماره ۵ (دیرگل‌ترین لاین) بود. رقم شاهد (جم) به همراه لاین‌های شماره ۷، ۸ و ۱۳ و با ۱۷۹ روز فاصله زمانی از کاشت تا گلدهی جزو ژنوتیپ‌های میان‌رس در این بررسی بودند (جدول ۴). نتایج مربوط به مقایسه میانگین صفت تعداد روز از کاشت تا رسیدن دانه در این بررسی نشان داد که حداقل مقدار این صفت (۲۱۳ روز) متعلق به لاین شماره ۹ بوده (زودرس‌ترین ژنوتیپ) و حداکثر صفت مذکور (۲۱۹ روز) نیز متعلق به لاین‌های شماره ۲ و ۱۲ (دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها) بود. لاین شماره ۹ نسبت به رقم شاهد(جم) از ۳ روز زودرسی برخوردار بود.

جدول‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهند که هرچند بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر طول دوره پرشدن دانه (FP) اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت ولی حداقل و حداکثر این صفت بین ۳۴ تا ۳۸ روز متغییر بود و در این میان ژنوتیپ شماره ۵ با ۳۴ روز دارای کمترین طول دوره زمانی پرشدن دانه بوده و ژنوتیپ‌های

شماره ۱، ۳، ۶، ۱۰ و ۱۳ با ۳۶ روز در مرتبه بعدی قرار داشتند. ژنوتیپ شماره ۲ با ۳۸ روز حداکثر طول دوره پرشدن دانه را داشت. ژنوتیپ شماره ۹ ضمن داشتن صفت زود گلدهی و زودرسی از طول دوره پرشدن دانه مطلوبی نیز (۳۷ روز) برخوردار بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس صفات در شرایط مزرعه حاکی از وجود اختلاف بسیار معنی‌دار آماری ($p \leq 0.01$) در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر ارتفاع بوته بود (جدول ۳). مقایسات میانگین ارتفاع بوته ارقام و لاین‌های آزمایشی نشان داد که ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها از حداقل ۲۵ سانتی‌متر (لاین شماره ۹) تا حداکثر ۳۴ سانتی‌متر (لاین شماره ۱۲) متغییر بود. از نظر صفت متوسط تعداد غلاف در بوته (P/P) نیز تفاوت بین ارقام و لاین‌های آزمایشی معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به ترتیب تعلق به لاین شماره ۱۳ (با متوسط ۲۵ غلاف در بوته) و لاین شماره ۲ (با ۱۶ غلاف در بوته) داشت (جدول ۴). از نظر صفت درجه باردهی (PS) نیز بین لاین‌های آزمایشی اختلافات معنی‌دار آماری وجود داشت(جدول ۳) و لاین‌های شماره۱۱ و ۲ با درجه باردهی ۵۴ و ۲۷ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر صفت وزن صد دانه (جدول ۳) نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب متعلق به لاین‌های شماره ۲ با وزن صد دانه ۴۲ گرم و لاین شماره ۹ با وزن صد دانه ۲۸ گرم بود (جدول ۴). با بررسی این صفت در ژنوتیپ‌های آزمایشی می‌توان بیان داشت که کلیه لاین‌های آزمایش از دسته لاین‌های با دانه متوسط تا دانه درشت بودند (جدول ۴).

جدول ۳ نشان می‌دهد که بین لاین‌های مورد بررسی در این مطالعه از نظر وزن زیست توده آفتاب خشک اختلافات معنی‌دار آماری ($p \leq 0.05$) وجود داشت و بیشترین و کمترین مقدار وزن زیست توده به‌ترتیب متعلق به لاین شماره ۴ (۲/۵۶۰ تن در هکتار) و لاین شماره ۸ (۱/۴۸۰ تن در هکتار) بود. لاین شماره ۹ با وزن زیست توده آفتاب خشک ۲/۵۰۰ تن در هکتار در رتبه دوم قرار داشت هرچند که اختلاف آن با لاین شماره ۴ از نظر آماری معنی‌دار نبود و در یک کلاس قرار گرفتند (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص برداشت نیز حاکی از وجود اختلاف‌های معنی‌دار آماری در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ شماره ۲ با شاخص برداشت ۲۴/۳ کمترین شاخص برداشت را در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی به‌خود اختصاص داد و بیشترین شاخص برداشت (۵۰/۷) نیز متعلق به لاین شماره ۱۱ بود (جدول ۴).

نتایج بررسی نشان داد که اختلاف بین ارقام

و لاین‌های آزمایشی از نظر عملکرد دانه در واحد سطح از نظر آماری معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۳) و ژنوتیپ شماره ۲ با متوسط عملکرد دانه ۰/۵۱۹ و ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۰ با عملکرد دانه ۱/۱۱۰ تن در هکتار، کمترین و بیشترین عملکرد دانه را در بین ارقام و لاین‌های آزمایشی داشتند. لاین‌های شماره ۱۱ و ۹ نیز با متوسط عملکرد دانه بیش از ۱ تن در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفته و از لاین‌های پر محصول موجود در این بررسی بودند (جدول ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط جعبه‌های بتونی نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر تحمل به سرمای بدون پوشش برف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین های میزان تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که لاین شماره ۹ با ۲۳٪ خسارت سرمای بدون پوشش برف در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از تحمل بالایی در برابر سرمای سخت زمستانه در منطقه (تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد) برخوردار بود (جدول ۴). پس از آن لاین‌های شماره ۱۱ و ۸ به ترتیب با ۴۳٪ و ۷۰٪ خسارت سرما قرار داشتند و مابقی لاین‌ها به کلی از بین رفتند (جدول ۴). تحمل نسبتاً مطلوب لاین شماره ۹ در آزمایش مزرعه‌ای نیز به اثبات رسید (اختصاص کمترین شاخص در مورد دو صفت CTR1 و CTR2 و بیشترین میزان درصد زنده‌مانی). رقم شاهد جم در این بررسی حساسیت بسیار بالایی نسبت به سرما نشان داد و میزان خسارت سرمای بدون پوشش برف در آن ۱۰۰٪ برآورد شد (جدول ۴) که با نتایج گزارش شده توسط سایر پژوهشگران مطابقت داشته و آن‌را تایید می‌کند (Farayedi, 2005؛ Kanouni *et al*., 2009؛ Heidarvand *et al*., 2011).

ضرایب همبستگی ساده صفات و خصوصیات مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که بین میزان خسارت سرمای ارزیابی شده در شرایط کنترل شده (PCI %) و تعداد بوته زنده مانده بعد از سرمای زمستان (PSP %) همبستگی منفی و معنی‌دار آماری ($p \leq 0.05$) وجود داشت و ضریب آن برابر ۰/۵۶- برآورد شد (جدول ۶). به عبارتی هرچه میزان خسارت وارده در اثر سرمای بدون پوشش برف به ژنوتیپ‌ها کمتر باشد تعداد بوته‌های زنده مانده آن‌ها در کشت پاییزه بیشتر خواهد بود. این امر همچنین موید این نکته است که با بررسی در شرایط کنترل شده مورد استفاده در این پژوهش و در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به بررسی در شرایط مزرعه (حداکثر در مدت ۶ ماه از آبان تا فروردین) می‌توان اقدام به غربال‌گری ژرم‌پلاسم نخود در برابر سرماهای سخت کرد. داده‌های جدول ۶ همچنین نشان می‌دهد که بین میزان خسارت سرمای ارزیابی شده در شرایط کنترل شده (PCI %) و ارزیابی میزان خسارت در اولین و دومین سرمای

جدول ۵- تجزیه واریانس درصد خسارت سرمای لاین‌ها (PCI %) در شرایط کنترل شده
Table 5. Analysis of variance of percentage of cold injury to plants (PCI %) in controlled condition

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Replication	تکرار	2	0.011
Genotype	ژنوتیپ	13	0.166**
Error	خطا	26	0.051
CV%	درصد ضریب تغییرات	11.95	--

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.
**: Significantly different at 1% probability level.

شدید(CTR1 و CTR2) در شرایط مزرعه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌دار آماری ($p \leq 0.05$) وجود داشت که ضرایب آن‌ها به ترتیب برابر ۰/۵۰ و ۰/۵۶ برآورد شد. این نتایج نشان می‌دهند که بین نتایج اخذ شده از شرایط کنترل شده و شرایط مزرعه همخوانی وجود داشته و بنابراین می‌توان استفاده از روش کشت در بسترهای بتونی را به عنوان روشی جدید و قابل اعتماد برای ارزیابی و غربال‌گری ژرم‌پلاسم نخود در برابر سرما توصیه کرد.

پژوهشگران در اغلب مطالعات مربوط به ارزیابی تحمل به سرما در نخود به محدودیت‌های بررسی در شرایط مزرعه به دلیل غیرقابل کنترل بودن آن تاکید کرده‌اند (Heidarvand *et al*., 2011؛ Chaichi and Maleki Farahani, 2007؛ Saeed *et al*., 2010). در امر ارزیابی و گزینش ژرم‌پلاسم گیاهی به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل در برابر تنش‌های غیر زنده محیطی نظیر سرما، گرما، خشکی و شوری اعتقاد اغلب پژوهشگران بر این است که روش غربال‌گری مناسب و مقبول روشی است که ضمن سادگی، سرعت و دقت از توانایی غربال‌گری تعداد زیادی ژنوتیپ برخوردار بوده و از سوی دیگر با شرایط طبیعی (مزرعه) نیز مطابقت داشته باشد (Habibpour *et al*., 2012؛ Saeed *et al*., 2010؛ Saxena *et al*., 1994؛ Toker *et al*., 2007؛ Stoddard *et al*., 2006).

با توجه به موارد بالا می‌توان اظهار داشت که روش مورد استفاده در این پژوهش ضمن داشتن مزایای مذکور به دلیل عدم نیاز به مواد شیمیایی و ابزارهای خاص (همانند آنچه که در روش‌های بیوشیمیایی مثل اندازه‌گیری میزان و فعالیت انواع آنزیم‌ها کاربرد دارند) و یا استفاده از فریزر و وسایل سرمادهی مصنوعی که موجب افزایش هزینه‌های بررسی می‌شود، از نظر اقتصادی نیز نیاز به هزینه‌های کمتری دارد.

نتایج این بررسی نشان داد که بین میزان

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی مختلف ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه

Table 6. Coefficient correlations between different agronomic characteristics of chickpea genotypes in fall sowing

صفات	عملکرد دانه	بیوماس خشک	وزن صد دانه	درجه باردهی	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	دوره پر شدن غلاف	روز تا رسیدن	روز تا گلدهی	تحمل سرما	تحمل سرما	درصد زنده مانده در مزرعه	درصد خسارت در شرایط کنترل شده
Traits	SY	Biomass	100 SW	PS	P/P	PH	FP	DM	DF	CTR2	CTR1	PSPF %	PCI %
PCI%	-	0.50*	0.56*	0.72**	0.71**	-0.20ns	0.40 ns	0.12 ns	-0.27 ns	0.59*	-0.10 ns	-0.26 ns	-0.25 ns
PSPF%		-0.87**	-0.90**	-0.51*	-0.63**	-0.22 ns	-0.37 ns	-0.27 ns	0.45 ns	-0.55*	0.70**	0.41 ns	0.80**
CTR1		-	0.87**	0.48 ns	0.52*	0.10 ns	0.26 ns	0.09 ns	-0.44 ns	0.51*	-0.74**	-0.40 ns	-0.80**
CTR2			-	0.68**	0.61*	-0.05 ns	0.39 ns	0.16 ns	-0.41 ns	0.54*	-0.63**	-0.37 ns	-0.70**
DF				-	0.87**	-0.22 ns	0.73**	-0.23 ns	-0.50*	0.72**	0.05 ns	-0.49 ns	-0.34 ns
DM					-	0.21 ns	0.81**	-0.14 ns	-0.59*	0.72**	-0.00 ns	-0.58*	-0.46 ns
FP						-	0.21 ns	-0.00 ns	-0.24 ns	0.04 ns	-0.17 ns	-0.23 ns	-0.32 ns
PH							-	-0.25 ns	-0.57*	0.56*	0.22 ns	-0.57*	-0.31 ns
P/P								-	0.60*	-0.49 ns	-0.49 ns	0.63*	0.13 ns
PS									-	-0.75**	-0.02 ns	1.00**	0.73**
100SW										-	0.01 ns	-0.75**	-0.50*
Biomass											-	-0.07 ns	0.62*
HI												-	0.69**
SY													-

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

PSPF %: Percentage of survived plants after winter under field condition; CTR1: Cold tolerance index after first sever cold in winter; CTR2: Cold tolerance index after second sever cold in winter; DF: Number of days after planting to flowering 50% of plants; DM: Number of days after planting to maturity more than 90% of plants in plots; FP: Seed filling period; PH: Plant height; P/P: Number of pods per plant; PS: Productivity score; 100SW: 100 Seeds weight; HI: Harvest index; SY: Seed yield.

خسارت سرمای ارزیابی شده در شرایط کنترل شده (PCI %) از یک سو و صفات تعداد روز از کاشت تا ۵۰٪ گل‌دهی (DF)، تعداد روز از کاشت تا ۹۰٪ رسیدگی (DM) و وزن صد دانه (100 SW) از سوی دیگر، ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت که ضرایب آن‌ها به ترتیب ۰/۷۲، ۰/۷۱ و ۰/۵۹ بودند (جدول ۶). این امر حاکی از آن است که لاین‌هایی با زمان ظهور گل و رسیدگی دیرتر از تحمل کمتری در برابر سرمای زمستانه برخوردارند و نیز لاین‌هایی با دانه‌های کوچک تر (وزن صد دانه کمتر) نسبت به لاین‌هایی با دانه‌های درشت‌تر تحمل به سرمای بیشتری دارند (جدول ۶). این نتایج با یافته‌های سایر محققان (Kanouni *et al*., 2009؛ Zaferanieh *et al*., 2009؛ Farayedi, 2011) مطابقت دارد. سینگ (Singh, 1990) در مطالعات خود ارتباطی بین تحمل به سرما و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در نخود نیافت. حیدروند و همکاران (Heidarvand *et al*., 2011) نیز گزارش کردند که بین تحمل به سرما در نخود و صفاتی نظیر تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و وزن صد دانه همبستگی معنی‌داری وجود ندارد که با نتایج حاصل از این پژوهش مغایرت دارد.

بررسی نتایج حاصل از برآورد ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و درصد بقای بوته‌ها پس از سرمای زمستان (PSPF %) حاکی از وجود همبستگی قوی و مثبت ($r = ۰/۸۰$) بود که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (جدول ۶). این امر نشان می‌دهد که در کشت پاییزه هر اندازه لاین‌ها از تحمل به سرمای بیشتری برخوردار باشند، عملکرد بیشتری نیز در واحد سطح تولید خواهند کرد. این نتایج با یافته‌های زعفرانیه و همکاران (Zaferanieh *et al*., 2009)، کانونی و همکاران (Kanouni *et al*., 2009) و سعید و همکاران (Saeed *et al*., 2010) مطابقت دارد.

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که بین زمان گلدهی و رسیدگی بوته‌ها نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد ($r = ۰/۸۷$) به بیان دیگر، بوته‌هایی که دیرتر به مرحله گلدهی می‌رسند، به تبعیت از آن، دیرتر دوره زندگی خود را به پایان می‌رسانند. بین مدت زمان لازم تا گلدهی و رسیدگی بوته‌ها از سویی و ارتفاع بوته از سوی دیگر، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. این امر نشان می‌دهد هر اندازه بوته‌ها دیرتر وارد مرحله زایشی شده و از طول دوره رویشی بیشتری برخوردار شوند، از ارتفاع بوته بیشتری نیز برخوردار خواهند بود. این یافته‌ها با نتایج گزارش شده توسط محققان دیگر (Kanouni *et al*., 2009؛ Farayedi, 2011؛ Saeed, 2007) مطابقت دارد و آن‌ها را تایید می‌کند.

References

Aghaei, M., and Kanouni, H. 2004. Chickpea. Tagh-e-Bostan Publications, Kermanshah, Iran. 138 pp. (in Persian).

Anonymous 2002. Annual Report of Food Legume Improvement Under Dryland Conditions. Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran. 100pp. (in Persian).

Anonymous 2010. Statistical Information of Agricultural Crops Production in Iran. Department of Statistics, Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, Vol. 1, Tehran, Iran (in Persian).

Bagheri, A., Nezami, A., and Sultani, M. 2000. Breeding for Stress Tolerance in Cool Season Food Legumes. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publications, Tehran, Iran. 445 pp. (in Persian).

Chaichi, M. R., and Maleki Farahani, S. 2007. Effect of chilling stress in different phonological stages on growth and yield of desi chickpea. Journal of Agricultural Science 30(2):13-24 (in Persian).

Eradatmand Asli, D., and Mehrpanah, H. 2009. Pulse Crops Production and Nitrogen Fixation. Islamic Azad University of Saveh Publication, Saveh, Iran. 289 pp. (in Persian).

Farayedi, Y. 2005. Study on agronomic characteristics and cold tolerance of chickpea lines selection in autumn planting. Proceedings of the 1st. Iranian Pulse Crops Symposium, Karaj, Iran. page 56 (in Persian).

Farayedi, Y. 2011. Study on agronomic characteristics and cold tolerance of chickpea lines in autumn planting. Proceedings of the 4th. Iranian Pulse Crops Symposium, Karaj, Iran. page 100. (in Persian).

Habibpour, F., Zeinali, H., Maali, R., and Nazari, M. R. 2012. Genotypic variability and physio-biochemical characteristics of Iranian black chickpea to cold stress. Romanian Agricultural Research 29: 121-130.

Heidarvand, L., Maali Amiri, R., Naghavi, M. R., Farayedi, Y., Sadeghzadeh, B., and Alizadeh, K. 2011. Physiological and morphological characteristics of chickpea accessions under low temperature stress. Russian Journal of Plant Physiology 58(1): 157-163.

Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R. S. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 5 (2): 250-254.

Meyer, D. W., and Bardaruddin, M. 2001. Frost tolerance of ten seedling legume species at four growth stages. Crop Science 41: 1838-1842.

Parsa, M., and Bagheri, A. R. 2008. Pulses. Mashhad Jihad-e-Daneshghahi Publications, Mashhad, Iran. 524 pp. (in Persian).

Saeed, A., Darvishzadeh, R., Hovsepyan, H., and Astryan, A. 2010. Tolerance to freezing stress in Cicer accessions under controlled and field conditions. African Journal of Biotechnology 9(18): 2618-2626.

Saxena, N. P., Saxena, M. C., Ruckenbauer, P., Rana, R. S., El-Fouly, M. M., and Shabana, R. 1994. Screening techniques and sources of tolerance to salinity and mineral nutrient imbalances in cool season food legumes. Euphytica 73: 85-93.

Singh, K. B. 1990. Winter chickpea: potential in the Mediterranean region. Options Mediterraneennes 9: 25-34.

Singh, K. B., Malhotra, R. S., Saxena, M. C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.

Stoddard, F. L., Balko, C., Erskine, W., Khan, H. R., Link, W., and Sarker, A. 2006. Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool season food legumes. Euphytica 147: 167-186.

Toker, C., Liuch, C., Tejera, N. A., Serraj, R., and Siddique, K. H. M. 2007. Abiotic stresses. pp. 474-496. In: Yadav, S. S., Redden, B., Chen, W., and Sharma, B. (eds.). Chickpea Breeding and Management. CAB International, Wellingford, UK.

Tutwiler, R. N. 1995. The Great Chickpea Challenge: Introducing Winter Sowing in Mediterranean Region. ICARDA. Aleppo, Syria. 30 pp.

Zaferanieh, M., Nezami, A., Parsa, M., Porsa, H., and Bagheri, A. 2009. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms under complementary irrigation in Mashhad condition. II: yield and yield components. Iranian Journal of Agricultural Research 7(2): 483- 492 (in Persian).