

اثر دماهای یخبندان بر سنین مختلف ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کنترل شده

Effect of Freezing Temperatures on Different Seedling Ages of Chickpea Genotypes under Controlled Conditions

داود صادق‌زاده اهری

استادیار، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۴

چکیده

صادق‌زاده اهری، د. ۱۳۹۴. اثر دماهای یخبندان بر سنین مختلف ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کنترل شده. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۱: ۱۷۲-۱۶۱. 10.22092/sppj.2017.110572

به منظور بررسی اثرات دماهای مختلف زیر صفر بر ژنوتیپ‌های پیشرفته نخود دیم، این مطالعه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و در شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) در قالب آزمایش اسپلیت-اسپلیت پلات با سه تکرار و بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. سنین مختلف گیاهچه‌ای (۱، ۳ و ۶ هفته‌ای) در کرت‌های اصلی، دماهای مختلف زیر صفر (صفر، ۵-، ۱۰-، ۱۵- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد) در کرت‌های فرعی و ژنوتیپ‌های نخود (ILC 482، FLIP 00-75، ILC 3279، ILC 533، Sel. 96th، 11439، FLIP 00-84 و رقم سارال) در کرت‌های فرعی-فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تاثیر عامل سن گیاهچه بر نسبت مقاومت به سرما (FRR) از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی بیشترین و کمترین تحمل سرما به ترتیب در سنین ۳ و ۶ هفتگی مشاهده شد. عامل شدت سرما تاثیر معنی‌داری بر تحمل سرمای ژنوتیپ‌ها داشت و با افزایش شدت سرما از صفر به سمت ۲۰- درجه سانتی‌گراد، تحمل سرمای ژنوتیپ‌ها کاهش یافت. تفاوت بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر نسبت تحمل سرما نیز معنی‌دار بود و در مجموع، رقم سارال با نسبت تحمل سرمای معادل ۰/۸۹ در مقایسه با سایر لاین‌های آزمایشی، برتری داشته و از تحمل مطلوب و قابل قبولی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: نخود، مناطق سردسیر دیم، تحمل سرما، سن گیاهچه.

مقدمه

در حال حاضر حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر محسوب می‌شوند. نخود (*Cicer arietinum* L.) اصلی‌ترین گیاه زراعی متعلق به خانواده حبوبات در کشور است که به عنوان یک منبع با ارزش از نظر تامین پروتئین گیاهی از سطح زیر کشت نسبتاً وسیعی در ایران (حدود ۶۰۰ هزار هکتار) برخوردار است (Mehrpahan, 2009 Eradatmand-Asli and Parsa and Bagheri, 2008; Anonymous, 2012).

اقلیم‌های سرد و فراسرد، بیش از ۶۳٪ از سطح کشور را زیر پوشش خود دارند (Khalili *et al.*, 1991) و بیش از ۶۰٪ زراعت دیم ایران در مناطق سردسیر و کوهستانی انجام می‌شود. استان‌های واقع در مناطق سردسیر کشور نظیر کردستان، آذربایجان‌های شرقی و غربی، خراسان (رضوی و شمالی)، مناطقی از کهگیلویه و بویر احمد و لرستان از جمله مناطقی هستند که زراعت نخود دیم در آن‌ها از دیرباز مرسوم بوده است (Sadeghzadeh Ahari and Farayedi, 2013). آمار و گزارش‌های موجود، حاکی از کم بودن عملکرد نخود در این مناطق است (حدود ۵۵۰ 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. در صورتی که نتایج مطالعات در مناطقی با آب و هوای مدیترانه‌ای نشان داده است که

کاشت ارقام متحمل به سرما در پاییز می‌تواند حدود دو برابر محصول نخود را در واحد سطح افزایش دهد (Ozdemir and Karadavut, 2003). از سوی دیگر سوق دادن زمان کاشت نخود دیم به سمت پاییز به دلیل عدم ایجاد تراکم و فشردگی در خاک به وسیله ماشین آلات به هنگام کشت بهاره (به دلیل وجود رطوبت بالای خاک) مورد توجه متخصصان به‌زراعی است.

مطالعات نشان داده است که با پیشرفت رشد نخود از مرحله جوانه زنی به سمت گلدهی تحمل به سرمای آن کاهش می‌یابد. در اغلب گزارش‌ها آمده است که حساسیت نخود به سرما در اواخر مرحله رشد رویشی بیشتر از مرحله گیاهچه‌ای است (Zaferanieh *et al.*, 2009; Aghaei and Kanoni, 2004; Chaeichi and Maleki-Farahani, 2007; Singh *et al.*, 1997).

با وجود این که نخود در بین حبوبات فصل سرد از کمترین درجه تحمل به سرما برخوردار است (Kanouni *et al.*, 2009) ولی نتایج بررسی‌های انجام شده توسط پژوهشگران حاکی از وجود تنوع نسبتاً مناسب در جمعیت نخود از نظر تحمل به سرماست (Singh *et al.*, 1995). در سال‌های اخیر نتایج تحقیقات پژوهشگران بخش تحقیقات حبوبات دیم در مناطق سردسیر دیم (از جمله

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر دماهای مختلف زیر صفر بر برخی ژنوتیپ‌های پیشرفته نخود دیم موجود در آزمایش‌های کشت پاییزه مناطق سردسیر دیم کشور در مراحل مختلف رشد، این مطالعه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و در شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) اجرا شد.

بررسی در قالب آزمایش اسپلیت-اسپلیت پلات با سه تکرار و بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. سنین مختلف گیاهچه‌ای (شامل سنین ۱، ۳ و ۶ هفته‌ای) در کرت‌های اصلی، دماهای مختلف زیر صفر (صفر، -۵، -۱۰، -۱۵ و -۲۰ درجه سانتی‌گراد) در کرت‌های فرعی و ژنوتیپ‌های نخود در کرت‌های فرعی-فرعی قرار داده شدند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل پنج لاین ILC 3279، ILC 482، FLIP 00-75 و FLIP 00-84، Sel. 96th. 11439 به همراه رقم سارال بود و از لاین حساس به سرمای ILC533 (شاهد استاندارد ایکاردا) به عنوان شاهد آزمایشی استفاده شد.

کاشت آزمایش در مهر ماه ۱۳۹۱ انجام شد. در هر تکرار ده بذر سالم از هر ژنوتیپ (پس از ضدعفونی با قارچکش بنومیل به نسبت ۱/۵ در هزار) بر اساس نقشه کاشت در عمق ۵ سانتی‌متری خاک (معمولی مزرعه) در جعبه‌های مخصوص کاشته و بلافاصله اقدام به

ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی دیم مراغه، سارال، ارومیه و قیدار) منجر به شناسایی تعدادی ژنوتیپ متحمل به سرما و مناسب کشت پاییزه در مناطق مذکور شده است که از آن جمله می‌توان به لاین‌های ILC 482، FLIP 00-84، Sel. 96th. 11439 و FLIP 00-75 اشاره کرد (Kanouni *et al.*, 2009؛ Kanouni, 2004)؛ لاین‌های (Sadeghzadeh-Ahari, 2012). ILC 3279 و ILC 482 نیز در بررسی‌های به‌نژادی انجام شده در ممالک مختلف نظیر قبرس، ترکیه و سوریه به عنوان منابع تحمل به تنش سرما شناسایی و برای کشت و کار در مناطق سردسیر معرفی شده‌اند (Singh and Reddy, 1996)؛ (Singh *et al.*, 1997).

با توجه به این که ژنوتیپ‌های مذکور منحصرًا در شرایط طبیعی (مزرعه) و در کشت پاییزه مورد گزینش قرار گرفته بودند و به دلیل شرایط متغییر آب و هوایی از قبیل تغییر در شروع بارندگی‌های اول فصل، تغییر در تعداد روزهای یخبندان در مناطق و طی سال‌های مختلف و نیز گاه‌ها وجود یا عدم وجود پوشش برفی در منطقه، قاطعی در تعیین حد تحمل به سرما در لاین‌های اصلاحی وجود نداشته است. این بررسی به منظور تکمیل اطلاعات مربوط به ژنوتیپ‌های مذکور و شناسایی مناسب‌ترین آن‌ها برای کشت در مناطق سردسیر دیم کشور انجام شد.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس صفت نسبت مقاومت به سرما (FRR) در جدول ۱ آمده است و نشان می‌دهد که اثر سن گیاهچه بر میزان تحمل سرمای ژنوتیپ‌های نخود از نظر آماری معنی‌دار نبود. با وجود معنی‌دار نبودن اثر سن گیاهچه بر نسبت مقاومت به سرما، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نسبت مقاومت به سرما در سن سه هفتگی ($FRR = 0.79$) و کمترین مقدار آن در گیاهانی با سن شش هفته ($FRR = 0.67$) بود (شکل ۱).

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که مرحله فنولوژیکی در تعیین واکنش به سرما در نخود از اهمیت خاصی برخوردار است و با افزایش رشد رویشی، میزان تحمل به سرما در نخود کاهش می‌یابد (Ozdemir and Karadavut, 2003; Chaeichi and Maleki-Farahani, 2007; Wery, 1990; Otoole *et al.*, 2001). نتایج برخی پژوهش‌های دیگر حاکی از عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین مرحله رشد رویشی و تحمل به سرما در نخود است (Saccardo and Calgagno, 1990). نتایج این تحقیق نیز تا حدودی با نتایج مذکور مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند.

نتایج نشان داد که اثر میزان برودت‌های مختلف بر میزان تحمل سرمای ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با

آبیاری آن‌ها شد. به منظور شبیه‌سازی شرایط طبیعی رشد و نمو پاییزه، جعبه‌های کاشت در شرایط بیرون از گلخانه (هوای آزاد) نگهداری و هر هفته یک‌بار به آبیاری شدند.

پس از رسیدن گیاهان آزمایشی به مرحله مورد نظر رشدی (۱، ۳ و ۶ هفتگی) تعداد بذر سبز شده ژنوتیپ‌های آزمایشی یادداشت‌برداری و جعبه‌های کاشت به شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) منتقل شدند. دمای اتاق سرد تا رسیدن به برودت لازم با روند ۲ درجه سانتی‌گراد در هر ساعت کاهش داده شد و پس از رسیدن به دمای مورد نظر، جعبه‌های کشت به مدت یک ساعت در دمای مذکور نگهداری شدند. پس از گذراندن دوره سرمایی مورد نظر، جعبه‌های کشت به مدت ۳ روز در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و سپس به مدت دو هفته در شرایط دمایی 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در نهایت تعداد بوته‌های باقیمانده و مصون از سرما در هر تیمار یادداشت‌برداری شد.

در این بررسی با یادداشت‌برداری از تعداد بذر سبز شده قبل از تیمار سرما (P_1) و تعداد گیاه باقیمانده پس از تیمار سرما (P_2) و با استفاده از تقسیم کردن بر P_1 نسبت مقاومت به سرما (Frost Resistance Ratio = FRR) برای ژنوتیپ‌های نخود محاسبه شد (Wery, 1990). بعد از بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

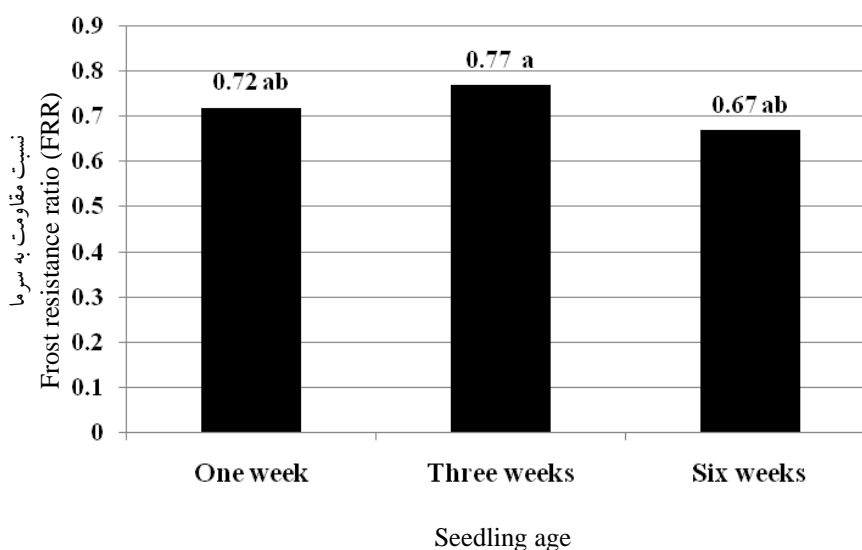
جدول ۱- تجزیه واریانس نسبت مقاومت به سرما (FRR) در ژنوتیپ‌های نخود در شرایط اتاقک سرد

Table 1. Analysis of variance of frost resistance ratio (FRR) in chickpea genotypes in cold room conditions

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Replication	تکرار	2	0.025 ^{ns}
Seedling age (SA)	سن گیاهچه	2	0.277 ^{ns}
Error	خطا	4	0.082
Temperature (T)	دما	4	3.865 ^{**}
T × SA	اثر متقابل سن گیاهچه × دما	8	0.625 ^{**}
Error	خطا	24	0.107
Genotype (G)	ژنوتیپ	6	1.120 ^{**}
G × SA	اثر متقابل سن گیاهچه × ژنوتیپ	12	0.179 ^{**}
T × G	اثر متقابل دما × ژنوتیپ	24	0.144 ^{**}
SA × T × G	اثر متقابل سن گیاهچه × دما × ژنوتیپ	48	0.041 ^{ns}
Error	خطا	180	0.037
CV (%)	درصد ضریب تغییرات	--	26.9

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

ns and **: Not significant and significantly different at 1% probability level, Respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرما (FRR) در گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های نخود با سنین مختلف

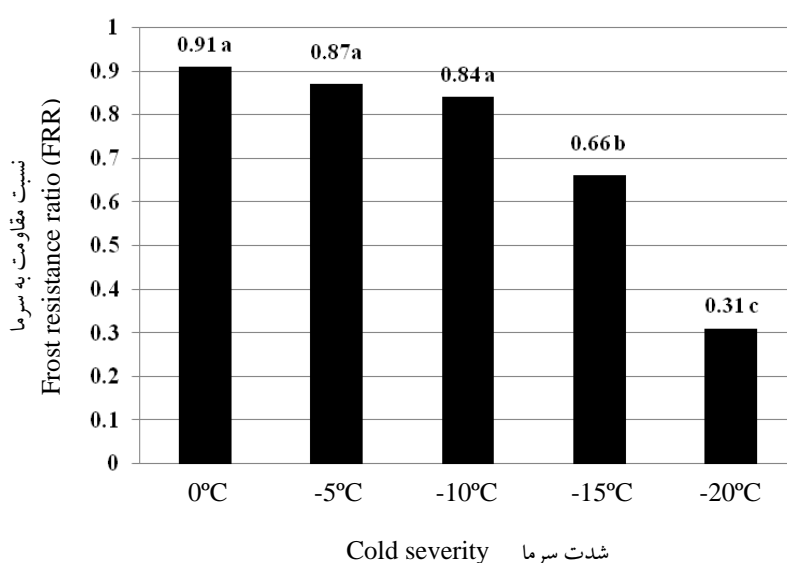
Fig. 1. Mean comparison of frost resistance ratio (FRR) in seedling of chickpea genotypes with different ages

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (Duncan's multiple range test).

سانتی‌گراد تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد از نظر نسبت مقاومت به سرما بین ژنوتیپ‌ها اختلاف‌های آماری معنی‌داری وجود نداشت به طوری که، نسبت مقاومت به سرما در سه دمای یاد شده به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۰/۸۷ و ۰/۸۴ بود که هرچند از روندی نزولی برخوردار بود ولی از نظر آماری اختلافی با یک‌دیگر نداشتند (شکل ۲).

افزایش میزان شدت سرما، از تحمل ژنوتیپ‌ها کاسته می‌شود به طوری که بیشترین مقدار نسبت مقاومت به سرما در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و برابر ۰/۹۱ و کمترین مقدار آن در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد و برابر ۰/۳۱ بود، که از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ۲). نتایج همچنین نشان داد که بین سطوح مختلف شدت سرما از صفر درجه

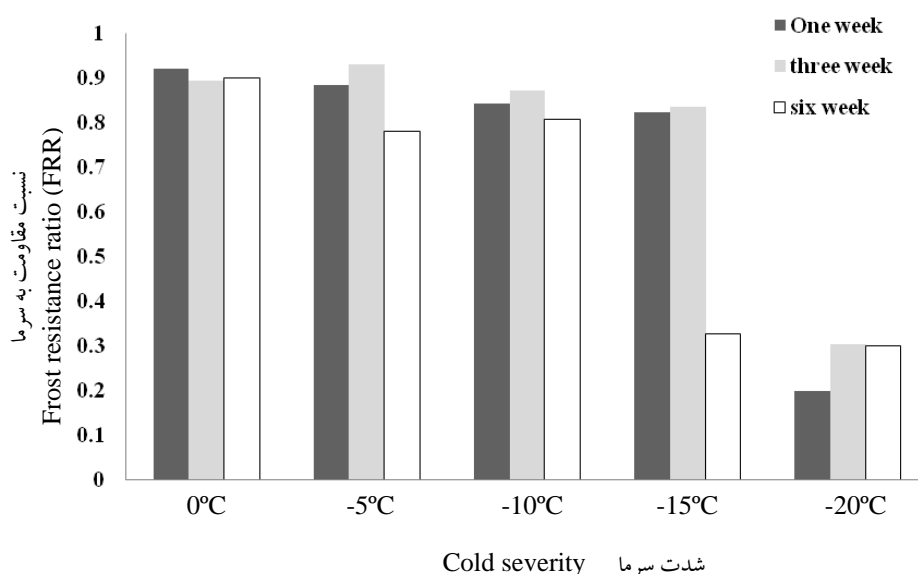


شکل ۲- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرما (FRR) در ژنوتیپ‌های نخود در دماهای یخبندان
 Fig. 2. Mean comparison of frost resistance ratio of chickpea genotypes at different freezing temperatures

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن).
 Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (Duncan's multiple range test).

بروز دادند. نتایج مقایسه میانگین‌های نسبت مقاومت به سرما (FRR) در شکل ۳ آمده است و نشان می‌دهد که در دماهای صفر تا ۱۰- درجه سانتی‌گراد بین سنین مختلف گیاهان آزمایشی از نظر تحمل سرما تفاوت‌های معنی‌دار آماری وجود نداشت. همچنین نتایج

نتایج این بررسی نشان داد که اثر متقابل دوجانبه سن گیاه × شدت سرما سبب بروز تفاوت معنی‌داری در میزان مقاومت به سرما شد (جدول ۱). یعنی ژنوتیپ‌های آزمایشی نخود در سنین مختلف گیاهچه‌ای تحت تاثیر دماهای متفاوت یخبندان، واکنش‌های مختلفی از خود



شکل ۳- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرما (FRR) در ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر اثر متقابل سن گیاه × شدت سرما

Fig. 3. Mean comparison of frost resistance ratio (FRR) in chickpea genotypes as affected by seedling age × cold severity interaction

۶ هفتگی به ترتیب با نسبت مقاومت به سرمای ۰/۱۰۵، ۰/۳۰۴ و ۰/۳۰۰ از کمترین مقدار این صفت برخوردار بودند.

با توجه به نتایج مذکور می‌توان بیان داشت که سن شش هفتگی بهترین مرحله رشدی برای ارزیابی تحمل سرما در ژنوتیپ‌های نخود در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد بوده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نیز برای این منظور هر سه مرحله رشدی گیاه (سنین ۱، ۳ و ۶ هفتگی) مناسب هستند. بررسی‌های بیشتری در این زمینه برای یافتن سن مناسب گیاه و دمای مطلوب گزینشی لازم است در آینده انجام شود.

جدول ۱ نشان می‌دهد که تفاوت بین ژنوتیپ‌های آزمایشی از نظر تحمل سرما معنی‌دار (سطح احتمال ۱٪) بود. این امر حاکی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین گیاهانی با سن یک هفته و گیاهانی با سن سه هفته در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد از نظر تحمل به سرما اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

نتایج نشان داد که تفاوت محرز و معنی‌دار آماری بین سنین مختلف گیاهان، از سن شش هفتگی و در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد بروز کرده به طوری که در مقایسه میانگین‌ها، این تیمار تفاوت آماری معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت (شکل ۳). همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد که کمترین مقدار تحمل سرما در گیاهان آزمایشی در سنین مختلف رشدی (۱، ۳ و ۶ هفتگی) در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد وجود داشت. به طوری که گیاهان با سن ۱، ۳ و

شماره ۲ (سارال)، ۶ و ۷ به ترتیب با تحمل سرمای ۰/۸۹، ۰/۸۶ و ۰/۸۵ از تحمل بیشتری نسبت به سایرین برخوردار بودند. رقم شاهد حساس به سرما (ILC 533) با تحمل سرمای ۰/۴۷ ضمن داشتن تفاوت معنی‌دار آماری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت و از تحمل کمتری نسبت به آن‌ها برخوردار بود (جدول ۲).

از وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بوده و با گزارشات و یافته‌های سایر پژوهشگران در نخود (Kanouni *et al.*, 2009؛ Heidarvand *et al.*, 2011؛ Singh *et al.*, 1995) مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های

جدول ۲- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرما (FRR) در ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کنترل شده (طاقک سرما)

Table 2. Mean comparison of frost resistance ratio (FRR) in chickpea genotypes under controlled condition (cold room)

شماره ژنوتیپ Genotype NO.	ژنوتیپ Genotype	نسبت مقاومت به سرما Frost resistance ratio
1	ILC 3279	0.61c*
2	SARAL	0.89a
3	FLIP 00-75	0.63bc
4	ILC 533 (شاهد حساس به سرما)	0.47d
5	ILC 482	0.70b
6	FLIP 00-84	0.86a
7	Sel 96 ^m .11439	0.85a

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی با حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۵٪).
Means with same letters in each column are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range test.

گیاهچه × ژنوتیپ، همچنین دما × ژنوتیپ بر تحمل سرما در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. در جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین‌ها این اثر (دما × ژنوتیپ) آمده است و نشان می‌دهد که با افزایش میزان برودت سرما از مقاومت ژنوتیپ‌های آزمایش کاسته شده و ژنوتیپ شماره ۶ (FLIP00-84) در دمای صفر درجه سانتی‌گراد با داشتن نسبت مقاومت به سرمای ۰/۹۷، بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد، هرچند در گروه بندی به عمل آمده به روش دانکن (سطح احتمال ۱٪) تفاوت

در توسعه زراعت پاییزه نخود در مناطق سردسیر، وجود ارقام متحمل به سرما از نیازهای اولیه و ضروری است (Singh and Reddy, 1996؛ Singh *et al.*, 1995). لذا به نظر می‌رسد استفاده از ژنوتیپ‌های متحمل در این پژوهش (رقم سارال و ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۷) می‌تواند تا حدودی نیاز مذکور را برطرف سازد که در خصوص دو ژنوتیپ شماره ۶ و ۷ نیاز به بررسی‌های بیشتر است.

جدول ۱ نشان داد که اثر متقابل سن

آماري معنی داری بین آن و سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود نداشت (جدول ۳). همین امر تا حدودی در دمای ۵- درجه سانتی گراد نیز اتفاق افتاد با این تفاوت که در این دما، شاهد حساس به سرما (ILC533) با دارا بودن نسبت مقاومت به سرمای ۰/۶۴ نسبت به سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی از کمترین تحمل برخوردار بوده و تفاوت معنی داری نیز با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. این موضوع نشان می‌دهد که ژنوتیپ مذکور به عنوان لاین مناسب برای ارزیابی‌های تحمل به سرما در شرایط کنترل شده کارآیی مطلوبی داشته و استفاده از آن در این گونه بررسی‌ها سبب تشخیص مناسب تفاوت‌های بین ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم خواهد شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرما (FRR) در ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر در شرایط کنترل شده (اطا کک سرما)

Table 3. Mean comparison of frost resistance ratio (FRR) in chickpea genotypes as affected by sub zero temperature × genotype interaction in controlled condition (cold room)

Genotype	ژنوتیپ	دما (Temperature(°c)				
		0°c	-5°c	-10°c	-15°c	-20°c
ILC 3279		0.86*ab	0.79ab	0.84ab	0.50fg	0.06j
SARAL	سارال	0.94ab	0.97a	0.92ab	0.89ab	0.74ab
FLIP 00-75		0.94ab	0.82ab	0.86ab	0.51fg	0.04j
ILC 533	(شاهد حساس به سرما)	0.89ab	0.64cd	0.46gh	0.36hi	0.00j
ILC 482		0.89ab	0.88ab	0.90ab	0.66bc	0.17ij
FLIP 00-84		0.97a	0.98a	0.97a	0.86ab	0.53ef
Sel 96 ⁱⁿ .11439		0.86ab	0.98a	0.96a	0.87ab	0.60de

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری معنی داری ندارند (سطح احتمال ۱٪).

Means with same letters in each column are not significantly different at the 1% probability level using Duncan's multiple range test.

جدول ۳ نشان داد که در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد، بیشترین نسبت مقاومت به سرما، در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی متعلق به رقم سارال (ژنوتیپ شماره ۲) و برابر با ۰/۷۴ بود که در مقایسه میانگین‌ها بین ژنوتیپ‌های آزمایشی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد از بیشترین مقدار این صفت برخوردار بوده و تفاوت آماری معنی داری نیز با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی داشت. مطابق انتظار، شاهد حساس به سرما (ILC533) در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد از کمترین نسبت مقاومت به سرما (صفر) برخوردار بوده و در مقایسات میانگین‌ها به همراه ژنوتیپ‌های شماره ۱ (ILC3279) و ۳ (FLIP00-75) در یک گروه دسته‌بندی شدند.

در برخی گزارش‌ها آمده است که تکنولوژی کشت پاییزه نخود نیازمند منابع ژنتیکی (رقم) با تحمل به سرمای ۱۰- درجه

در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد، بیشترین نسبت مقاومت به سرما، در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی متعلق به رقم سارال (ژنوتیپ شماره ۲) و برابر با ۰/۷۴ بود که در مقایسه میانگین‌ها بین ژنوتیپ‌های آزمایشی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد از بیشترین مقدار این صفت برخوردار بوده و تفاوت آماری معنی داری نیز با سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی داشت. مطابق انتظار، شاهد حساس به سرما

دماهای مذکور (کمتر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد) از تحمل قابل قبولی برخوردار بوده و به راحتی قابلیت کشت و کار در این شرایط را داراست. همچنین با توجه به شناسایی دو ژنوتیپ دیگر به عنوان لاین‌های متحمل به سرما (شماره‌های ۶ و ۷) در این پژوهش، استفاده از آن‌ها به عنوان لاین‌های امیدبخش در برنامه‌های به‌نژادی نخود دیم در مناطق سردسیر مخصوصاً در برنامه‌های دورگ‌گیری نخود به منظور انتقال ژن یا ژن‌های مقاومت به سرما به ارقام موجود و محلی پیشنهاد می‌شود.

سانتی‌گراد به مدت ۶۰ روز است (Baker, 1994؛ Kanouni *et al.*, 2009). ولی به نظر اغلب پژوهشگران و نگارنده برای موفقیت در توسعه کشت و کار پاییزه نخود در مناطق سردسیر و مرتفع دیم (نظیر مناطق موجود در ایران) نیاز به ژنوتیپ‌هایی با درجه بالای تحمل به سرما است (Saeed *et al.*, 2010؛ Toker and Cagiran, 2003؛ Gan *et al.*, 2006). با توجه به این نکته که در قسمت‌های وسیعی از مناطق سردسیری کشور در برخی سال‌ها سرمای زمستانه، به پایین‌تر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد نیز افت می‌کند، به نظر می‌رسد رقم سارال (ژنوتیپ شماره ۲) در

References

- Aghaei, M., and Kanoni, H. 2004.** Chickpea. Tagh-e-Bostan Publications, Kermanshah, Iran. 138pp. (in Persian).
- Anonymous 2012.** Statistical Information of Agricultural Crops Production in Iran. Department of Statistics, Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, Vol .1, Tehran, Iran (in Persian).
- Baker, R. J. 1994.** Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legumes. *Euphytica* 73: 67-72.
- Chaeichi, M. R., and Maleki-Farahani, S. 2007.** Effect of chilling stress in different phenological stages on growth and yield of desi type chickpea. *Scientific Journal of Agriculture* 30(2): 13-24 (in Persian).
- Eradatmand-Asli, D., and Mehrpanah, H. 2009.** Pulse Crops Production and Nitrogen Fixation. Publications of Islamic Azad University of Saveh, Saveh, Iran. 289pp. (in Persian).
- Gan, Y. T., Siddique, K. H. M., MacLeod, W. J., and Jayakumar, P. 2006.** Management options for minimizing the damage by ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research* 97: 121-134.

- Heidarvand, L., Maali Amiri, R., Naghavi, M. R., Farayedi, Y., Sadeghzadeh, B., and Alizadeh, Kh. 2011.** Physiological and morphological characteristics of chickpea accessions under low temperature stress. *Russian Journal of Plant Physiology* 58 (1): 157-163.
- Kanouni, H. 2004.** Study of cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in fall sown nurseries. *Seed and Plant* 20(1): 89-99 (in Persian).
- Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R. S. 2009.** Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. *American-Eurasian Journal of Agriculture. & Environmental Science* 5(2): 250-254.
- Khalili, A., Hojam, S., and Irannejhad, P. 1991.** Extensive Project of Country Water. Vol.4. Recognition of Iranian Climatology, Weather Divisions. Ministry of Power Publications, Tehran, Iran. 274 pp. (in Persian).
- Otoole, N., Stoddard, F. L., and Obrien, L. 2001.** Screening of chickpea for adaptation to autumn sowing. *Journal of Agronomy and Crop Science* 186: 193- 207.
- Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003.** Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. *Turk Journal of Agriculture and Forestry* 27: 345-352.
- Parsa, M., and Bagheri, A. R. 2008.** Pulses. Mashhad Jihad-e- Daneshghahi Publications, Mashhad, Iran. 524pp. (in Persian).
- Saccardo, F., and Calcagno, F. 1990.** Consideration of chickpea plant idiootype for spring and winter sowing. CIHEAM- Option Mediterranean www.Ciheam.Org.
- Sadeghzadeh-Ahari, D. 2012.** Improving Research Results of Dryland Pulses. Dryland Agricultural Research Institute Publication. No. 44106, Maagheh, Iran. 220 pp. (in Persian).
- Sadeghzadeh Ahari, D., and Farayedi, Y. 2013.** Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) advanced lines to no snow cover cold in fall planting. *Seed and Plant Improvement Journal* 29-1: 711-727 (in Persian).
- Saeed, A., Darvishzadeh, R., Hovsepyan, H., and Asatryan, A. 2010.** Tolerance to freezing stress in cicer accessions under controlled and field conditions. *African Journal of Biotechnology* 9(18): 2618-2626.
- Singh, K. B., Malhotra R. S., and Saxena M. C. 1995.** Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild *Cicer* species. *Crop Science* 35: 1491-1497.

- 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.
- Singh, K. B., and Reddy, M. V. 1996.** Improving chickpea yield by incorporating resistance to ascochyta blight. *Theoretical and Applied Genetics* 92: 509-515.
- Toker, C., and Cagiran, M. I. 2003.** Selection criterion in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil & Plant Science* 53: 42-45.
- Wery, J. 1990.** Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. pp. 77-85. In: Saxena, M. C., Cubero, J. I., and Wery, J. (eds.). *Present Status and Future Prospects of Chickpea Crop Production and Improvement in the Mediterranean Countries. Options Mediterranean's Series Seminars. No. 9, CHEAM, France.*
- 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 Field Crops Research* 2(7): 483-492 (in Persian).