نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۴ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۸۰-۶۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

ارزیابی تحمل به سرما در کشت پاییزهٔ نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در منطقهٔ کردستان

حیدر نادری[1*]، مجید شکرپور[2]، علی اصغری[2]، همایون کانونی[3] و عزت‌الله اسفندیاری[4]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲-استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی کردستان، سنندج، صندوق پستی: ۷۱۴
۴- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، مراغه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۲۴

چکیده

کشت پاییزهٔ نخود در مقایسه با کشت بهارهٔ آن، عملکرد بیشتری تولید می‌نماید؛ اما حساسیت محصول به سرما مانع از انجام این کار می‌شود. به‌منظور بررسی و شناسایی ارقام پُرمحصول و متحمل به سرما برای کشت پاییزه، ۶۵لاین نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) به‌همراه رقم حساس به سرما ILC533 در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در ایستگاه سارال مرکز تحقیقات کشاورزی سنندج مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحمل به سرما با استفاده از درصد بقاء و درجهٔ تحمل به سرما مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه، عملکرد و درجهٔ تحمل به سرما اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همبستگی عملکرد دانه با درصد بقاء، مثبت و معنی‌دار و با درجهٔ تحمل به سرما، منفی و معنی‌دار بود. تجزیهٔ خوشه‌ای، ارقام مورد مطالعه را در سه گروه حساس و نیمه‌متحمل، متحمل و کاملاًمتحمل متمایز کرد. در این پژوهش، ۱۴لاین با داشتن درجهٔ تحمل سرمای ۳ و کمتر از ۳، درصد بقای ۸۵ تا۹۰درصد و عملکرد دانه بیش از ۱۴۱گرم در مترمربع، به‌عنوان لاین‌های برتر شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تحمل به سرما، درصد بقاء، کشت پاییزه، نخود

مقدمه

نخود در دنیا پس از لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) رتبهٔ سوم و در جنوب آسیا رتبه اول را در بین حبوبات داراست (Gaur *et al.*, 2010). نخود به‌طور عمده در بهار کشت شده و از رطوبت ذخیره‌شده در خاک استفاده می‌کند (Malhotra & Saxena, 2002). نخود یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده بقولات است که سرشار از پروتئین و نشاسته بوده و درجیرهٔ غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Kochaki & Banayan-Aval, 2002). برطرف‌کردن نقص پروتئینی غلات از طریق افزودن پروتئین حبوبات، یکی از بهترین راه‌حل‌های رفع کمبود پروتئین و کالری در کشورهای درحال‌توسعه است. مقدار پروتئین نخود در مقایسه با سایر بقولات، ارزش بیولوژیک بالاتری (۵۲ تا ۷۸درصد) دارد و از پروتئین سایر بقولات مرغوب‌تر است (Samdaliri *et al.*, 2010). ایران پس از کشورهای هند، ترکیه و پاکستان، چهارمین کشور تولیدکنندهٔ نخود در دنیا است (Gaure *et al.*, 2010; Upadhyaya *et al.*, 2007). دامنهٔ عملکرد نخود از ۰/۳۵تُن در هکتار در ایران تا ۱/۶۰تُن در هکتار در مکزیک گزارش شده است (Upadhyaya *et al.*, 2007).

مجموع سطح زیرکشت، تولید و عملکرد نخود در ایران به‌ترتیب ۷۳۵هزارهکتار، ۲۸۸هزارتُن و۳۹۰کیلوگرم در هکتار است (Kanouni *et al.*, 2011). در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمهٔ غربی ایران، نخود به‌دلیل قرارگرفتن در تناوب با گندم و جو دیم، نقش بسیارمهمی در حفظ و بقای کشاورزی این مناطق ایفا می‌کند (Jalilian *et al.*, 2005). در مناطق مدیترانه‌ای، کشت زمستانهٔ نخود نسبت به کشت بهارهٔ آن، ۶۰ تا ۷۰درصد عملکرد بیشتری تولید می‌کند (Singh, 1991). در مناطق مدیترانه‌ای، عملکرد نخود با تغییر تاریخ کاشت از بهار به زمستان افزایش می‌یابد. اما این امر به‌دلیل حساسیت ارقام به دماهای پایین و بیماری‌های قارچی

* **نویسنده مسئول:** سنندج، خیابان بروجردی، خیابان چیمن، شمارهٔ۲۵، کُدپستی: ۶۶۱۹۹۳۸۳۸۱، همراه: ۰۹۳۵۲۷۸۲۵۸۷، haidarnaderi@gmail.com

(*Ascochyta blight*) محدود شده است (Kanouni *et al.*, 2011; Millan *et al.*, 2006). اغلب برنامه‌های اصلاحی با تنوع ژنتیکی کم در خزانۀ ژنی نخود و تعدادی از تنش‌های غیرزیستی مانند دمای پایین در هنگام گلدهی و غلاف‌دهی مواجه هستند که باعث ناپایداری عملکرد در بسیاری از مناطق رایج تولیدکنندۀ نخود (اغلب در عرض‌های جغرافیایی ۲۰ و ۴۰درجه) می‌شوند (Clarke & Siddique, 2004). لگوم‌ها، شامل نخودفرنگی، لوبیا، عدس و نخود به‌ویژه در زمان گلدهی، اوایل شکل‌گیری غلاف و مراحل پُرشدن دانه، بسیار حساس به سرما و یخزدگی هستند (Maqbool *et al.*, 2010). یکی از عوامل بازدارندۀ کشت پاییزۀ نخود در مناطق سردسیر کشور، صدمات ناشی از سرما و یخبندان می‌باشد (Farayedi, 2007). از آنجایی‌که مقاومت به سرما در شرایط مزرعه از مرحلۀ جوانه‌زنی تا گلدهی کاهش می‌یابد، تعیین مرحلۀ فنولوژیک در تعیین پاسخ محصول به سرما بسیار مهم است (Wery, 1999). در ایکاردا، ۴۵۰۰رقم نخود برای تحمل به سرما ارزیابی شد و فقط ۱۵رقم به‌عنوان ارقام متحمل شناخته شدند (Singh, 1991). در یک بررسی دیگر، اثرات کشت پاییزه و بهاره بر روی عملکرد، در ۲۱رقم نخود با بررسی اجزای عملکرد در آزمایش‌های مزرعه‌ای در دو سال در جنوب‌شرقی ترکیه انجام شد. دورۀ رویشی طولانی‌تر نخودهای کشت‌شده در پاییز، اثرات مثبتی بر شاخص‌های مربوط به عملکرد مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه داشتند. میانگین کشت پاییزه، ۱۰۲درصد نسبت به کشت بهاره عملکرد بیشتری تولید کرد (Ozdemir & Karadavot, 2003). به‌منظور اثر تنش موقت سرما در مراحل مختلف فنولولوژیک بر ویژگی‌های رویشی و زایشی، پنج اکوتیپ نخود سیاه در مراحل مختلف رشد تحت تنش سرما قرار گرفتند. تنش سرما باعث کاهش ارتفاع و افزایش تعداد شاخه در گیاه گردید. همچنین تنش در مراحل رشد زایشی نخود (ابتدای گلدهی و آغاز غلاف‌بندی) اثرات منفی شدیدتری روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد نسبت به مرحلۀ ابتدایی رشد داشت (Chaichi & Malekifarahani, 2007). با بررسی تحمل به سرما در نخود مشخص شده است که این صفت حداقل توسط پنج‌جفت ژن با اثرات افزایشی و غیرافزایشی کنترل می‌شود و تحمل به سرما بر حساسیت به سرما غالبیت دارد (Malhotra & Singh, 1991). در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) طی ۱۰سال و در سه مکان با استفاده از لاین‌های اصلاحی معمولی بین کشت بهاره و زمستانه، مقایسه‌ای انجام شد. در این بررسی، عملکرد متوسط آزمایش‌های کشت بهاره، ۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار و در مقایسه با میانگین عملکرد آزمایش‌های زمستانه با ۷۰درصد افزایش برابر با ۱۷۰۰کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بسیاری از لاین‌ها در کشت زمستانه بیش از چهارتُن در هکتار بود. لاین‌های برتر این آزمایش برای کشورهای منطقه مدیترانه ارسال و برتری مشابهی در کشت زمستانه بر کشت بهاره به‌دست آمد (Singh & Saxena, 1999). در زمین‌های مرتفع دیم ایران با بررسی ۴۱ژنوتیپ نخود زراعی، ۱۶ژنوتیپ با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از ۳ به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به سرما گزینش و برای ارزیابی‌های بعدی معرفی شدند. همچنین با بررسی شجرۀ این ژنوتیپ‌ها اعلام شد که اغلب ژنوتیپ‌های انتخاب شده به‌عنوان متحمل به سرما مانند FLIP93-260C، FLIP95-255C و SEL95TH1716 هیبریدهای حاصل از دورگ‌گیری گونۀ وحشی *C. reticulatum* (ILC182) با ارقام اصلاح‌شده هستند (Kanouni *et al.*, 2009). از مزایای دیگر کشت زمستانۀ نخود، می‌توان به امکان برداشت مکانیزۀ محصولات به‌دلیل ارتفاع زیاد بوته در کشت زمستانه نسبت به کشت بهاره، میزان پروتئین بالا، گریز از خشکی، فرار از خسارت آفات و پایداری تولید اشاره کرد (Fraiedi, 2007).

در بررسی تحمل به سرما و مقاومت به یخزدگی ۱۵۲ژنوتیپ نخود در مزرعه و در شرایط آب و هوایی مشهد، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از نظر خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک (تعداد روز از کاشت تا سبز شدن، گلدهی و رسیدگی، ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته) مشاهده و اعلام شد که درصد بقاء (تعداد بوته‌های باقی‌مانده) در ۶۲درصد از ارقام مورد بررسی، بیش از ۵۰درصد بود و حدود ۶۰درصد از آنها عملکرد دانه بیش از ۱۵۰ تا ۴۴۲گرم در متر مربع تولید کردند (Najibnia *et al.*, 2005). در یک بررسی در شرایط کشت پاییزه و آبیاری تکمیلی، ۱۰رقم نخود مورد بررسی قرار گرفتند. تفاوت میان ارقام متحمل به سرما از نظر طول دورۀ رویشی، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه) و همچنین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار بود. رقم MCC291 با ۲۳۱گرم در مترمربع بالاترین عملکرد دانه را داشت (Nezami *et al.*, 2010). در آزمایشی دیگر، ۳۲رقم متحمل و یک رقم حساس به سرما در چهار تاریخ، کشت شدند. اثر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت، معنی‌دار بود. کاشت پاییزۀ ارقام نخود سبب بهبود صفات مذکور نسبت به کاشت بهاره آنها شد (Nezami & Bagheri, 2005). در بررسی مقاومت به سرما در عدس، ۳۹لاین طی دو سال زراعی در شرایط آب و هوایی مشهد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین

عملکرد دانه با درصد مقاومت به سرما همبستگی مثبت و معنی‌دار (r= ۰/۲۰) و بین درصد مقاومت به سرما و دورهٔ کاشت تا رسیدگی، همبستگی منفی (r= -۰/۳۷) وجود داشت (Yazdisamadi *et al*., 2003). تحمل به سرمای ۵۳۰نمونه نخود در دو سال زراعی در یک آزمایش مزرعه‌ای در مشهد با هدف شناسایی منابع متحمل به شرایط سخت زمستان در مناطق مرتفع، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۶۴نمونه در هر دو سال از نظر بقاء پس از زمستان، بسیارمتحمل به سرما بودند. همچنین بر اساس شاخص درصد بقاء، ۳۰نمونه انتخاب شدند (Nezami & Bagheri, 2001). با توجه به افزایش چشمگیر عملکرد نخود در کشت پاییزه و حساس‌بودن این محصول به سرما، هدف از این پژوهش، ارزیابی و شناسایی لاین‌ها، جهت تحمل به سرما با بیشترین عملکرد در واحد سطح و استفاده از این لاین‌ها در برنامه‌های اصلاحی درنظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال کردستان اجرا گردید. ایستگاه مذکور در ۷۰کیلومتری شمال سنندج، در طول شرقی ۴۷درجه و ۷دقیقه و ۴۰ثانیه، عرض شرقی ۳۵درجه و ۴۰دقیقه و ۱۲ثانیه و ۲۱۲۰متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. در این منطقه، میانگین بلندمدت بارندگی سالیانه ۴۴۵/۵میلی‌متر است. در این بررسی به‌منظور مطالعهٔ تحمل به سرما و انتخاب ارقام پُرمحصول و مقاوم به سرما، ۶۵لاین نخود همراه با یک شاهد حساس به سرما با نام ILC533 از سری مواد ارسالی از مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) با عنوان خزانهٔ بین‌المللی نخود متحمل به سرما (Chickpea International Cold Tolerance Nursery: CICTN)، بر اساس طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار کشت و مورد ارزیابی قرار گرفت. عملیات تهیه زمین، شامل شخم و دیسک در اوایل شهریورماه انجام گرفت. بذرها قبل از کاشت توسط قارچ‌کش تیوبندازول و حشره‌کش آکتلیک‌اسید ضدعفونی و در نیمهٔ دوم مهرماه با دست کشت شدند. هرکرت آزمایشی شامل یک خط یک‌متری بود و بذرها با فاصلهٔ ۱۰سانتی‌متر روی هر خط به‌صورت دستی در عمق ۴ تا ۵سانتی‌متری خاک کاشته شدند. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت، ۳۰سانتی‌متر بود. پس از کشت و قبل از شرایط سخت زمستان، تعداد بذرهای سبزشده ثبت گردید. به‌منظور ارزیابی تحمل به سرما در لاین‌ها، مطابق با روش مقیاس‌بندی عددی ۱ تا ۹، بر اساس مشاهدهٔ خسارت به برگ‌ها و شاخه‌ها در بوته و درصد بوته‌های نابودشده در مزرعه به شرح زیر نمره‌دهی شد:

۱- کاملاً متحمل: بدون علایم خسارت سرمازدگی و همهٔ بوته‌ها سالم.

۳- متحمل: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۱۱تا۲۰درصد، از بین‌نرفتن هیچ‌کدام از بوته‌ها.

۵- حد واسط: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۴۱ تا ۶۰درصد، از بین رفتن حدود پنج‌درصد از بوته‌ها.

۷- حساس: پژمرده‌شدن و خشکیدگی ناشی از سرمازدگی ۸۱ تا ۹۹درصد، از بین رفتن حدود ۲۶ تا۵۰درصد از بوته‌ها.

۹- از بین رفتن ۱۰۰درصد بوته‌ها.

لازم به ذکر است که اعداد ۲، ۴، ۶ و ۸ نیز حد واسط اعداد بالا می‌باشند (Malhotra & Saxena, 1993).

برای صفت درصد بقاء از روش مقیاس‌بندی بر اساس درصد بوته‌های باقی‌مانده پس از یخبندان زمستانه و بهاره استفاده شد. بر این اساس، تحمل به سرما در ارقام با ارزیابی قدرت زنده‌مانی بوته‌ها پس از گذراندن سرمای زمستانه و بهاره با شمارش تعداد بوته‌های سالم (پس از جوانه‌زنی و قبل از وقوع سرمای زمستانه) و از بین رفته (پس از سپری‌شدن یخبندان بهاره) بررسی شد. از تفاضل بوته‌های جوانه‌زده و بوته‌های از بین رفته بر اثر سرما، میزان تحمل سرما بر اساس تعداد بوته‌های باقی‌مانده به‌صورت زیر تعیین شد:

خیلی مقاوم به سرما: ۹۶ تا ۱۰۰درصد بوته‌ها، باقی مانده؛ مقاوم به سرما: ۹۱ تا ۹۵درصد بوته‌ها باقی مانده؛ متحمل به سرما: ۷۱ تا۹۰درصد بوته‌ها باقی مانده؛ حساس به سرما: ۵۰ تا ۷۰درصد بوته‌ها باقی مانده؛ و کاملاً حساس به سرما: ۱۰۰درصد بوته‌ها از بین رفته باشند (Erskine *et al*., 1981).

در طول دوران رشد و نموّ، علاوه بر مراقبت‌های معمول زراعی نظیر وجین علف‌های‌هرز، از برخی صفات زراعی نظیر تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، عملکرد و وزن ۱۰۰دانه، یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS v.19 و مقایسات میانگین با استفاده ازروش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

مجموع میزان بارندگی در سال ۸۹-۱۳۸۸، ۴۱۴میلی‌متر و بیشترین میزان آن در آبان‌ماه (۱۲۴/۲میلی‌متر) بود. این امر، مطلوب‌بودن میزان بارندگی برای سبزشدن بذرها را نشان می‌دهد. همچنین، کمترین میزان دما در ماه‌های آبان، آذر،

دی، بهمن ، اسفند و فروردین، به‌ترتیب با ۴-، ۷/۴-، ۵-، ۱۶-، ۷/۸- و ۴/۶- درجه سانتی‌گراد بود. لازم به ذکر است که لاین‌های مورد مطالعه در دمای ۱۶-درجه سانتی‌گراد اغلب در پوشش برف قرار داشتند. همچنین، بیشترین تعداد روزهای یخبندان در ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین به‌ترتیب با ۱۰، ۳۰، ۲۴، ۲۷، ۱۰ و ۸ روز مشاهده شد (جدول۱).

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین لاین‌ها از نظر صفات درصد بقاء، درجۀ تحمل سرما، تعداد روز تا غلاف‌دهی، ارتفاع بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد، اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول۲). در یک بررسی روی۴۰لاین نخود و یک لاین حساس، بین لاین‌ها از نظر صفات عملکرد دانه، تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن۱۰۰دانه و درجۀ تحمل سرما اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (Kanouni *et al.*, 2009).

بیشترین میزان عملکرد مربوط به لاین FLIP03-7C با ۲۰۵گرم در مترمربع و کمترین میزان عملکرد بدون درنظرگرفتن رقم حساس ILC533 مربوط به لاین FLIP05-37C با عملکرد ۳۸/۳گرم در مترمربع، و متوسط عملکرد همۀ لاین‌ها حدود ۱۱۱گرم در مترمربع بود (جدول ۳). میانگین درصد بقاء در بین لاین‌ها نشان داد که یک لاین، مقاوم (FLIP05-171C)،۴۱لاین متحمل و ۲۳ لاین (به‌همراه رقم ILC533) حساس به سرما بودند.

بر اساس درجۀ تحمل به سرما،۱۰لاین با کسب نمرۀ ۱، کاملاً متحمل، ۴۶لاین با کسب نمرۀ ۲، ۳ و ۴، متحمل و ۹لاین به‌همراه رقم حساس ILC533 با کسب نمرۀ ۵ و ۶، لاین‌های حد واسط و حساس به سرما شناخته شدند.

جدول۱- اطلاعات هواشناسی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال کردستان

Table 1. Meteorological data of cropping season 2009-10 for Saral Experimental Station in Kurdestan

ماه Month	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	دمای حداقل مطلق (درجه سانتی‌گراد) Absolute minimum temperature (ºC)	دمای حداکثر مطلق (درجه سانتی‌گراد) Absolute maximum temperature (ºC)	متوسط دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature mean (ºC)	تعداد روزهای یخبندان (روز) Frosty days	رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity (%)	تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)
مهر October	8	0	25	11.3	0	34	123.4
آبان November	124.2	-4	20.2	6.39	10	64	0
آذر December	16.2	-7.4	8	-0.2	30	80	-
دی January	8.6	-5	11.2	2.99	24	68	-
بهمن February	42.8	-16	14	-0.16	27	74	-
اسفند March	52.5	-4.8	21.8	5.36	18	57	-
فروردین April	90	-7.8	18	6.95	8	60	51.2
اردیبهشت May	42.1	0	24	10.4	0	53	146.7
خرداد June	9	-0.2	28.2	15.35	1	43	211.8
تیر July	6.2	3.8	36	20.29	0	37.77	243.3
مرداد August	0	4.8	32.8	19.46	0	41	286.1
شهریور September	14.4	1.8	32	16.33	0	32	232.6

جدول۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در لاین‌های نخود مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance for measured attributes in some chickpea lines

S. O. V	d. f	میانگین مربعات Mean of squares							
		VP (%)	CTR	DF (day)	DP (day)	DM (day)	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
تکرار Rep.	1	8.50^{ns}	1.03^{ns}	3.269^{ns}	2.126^{ns}	10.28^{ns}	15.38^{**}	17.55^{ns}	4650.27^{ns}
لاین Entry	65	340.723^{+}	3.59^{**}	5.134^{ns}	11.9^{**}	8.52^{ns}	46.626^{**}	5.50^{**}	321592.42^{**}
خطای آزمایشی Error	65	245.6	1.54	5.545	2.4	12.88	1.78	11.55	170842.8

+، *، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱۰درصد، ۵درصد، ۱درصد و غیرمعنی‌دار.

+, *, ** and ns: Significant at 10%, 5%, 1% and non significant levels, respectively.

اختصارات: S.O.V: منابع تغییرات؛ df: درجه آزادی؛ VP: درصد بقاء؛ CTR: درجهٔ تحمل به سرما؛ DF: تعداد روز تا گلدهی؛ DP: تعداد روز تا غلاف‌دهی؛ DM: تعداد روز تا رسیدگی؛ PHT: ارتفاع بوته؛ 100SW: وزن ۱۰۰دانه؛ Yld: عملکرد دانه

Abbreviation: SOV: Sources of variation; df: degree of freedom; VP: Viability Percentage; CTR: Cold Tolerance Rate; DF: Days to flowering, DP: Days to podding; DM: Days to maturity; PHT: Plant height; 100SW: 100 Seed weight, Yld: Yield

جدول ۳- میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در لاین‌های نخود مورد مطالعه

Table 3. Means of chickpea lines for measured attributes

شماره No.	لاین Entry	CTR	DP	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
1	FLIP 00-39C	2	240	14	31.5	151.7
2	FLIP 01-40C	3	239	20	31	108.3
3	FLIP 02-61C	3	241	11.5	25	117.5
4	FLIP 02-69C	2	240	22.5	28	131.6
5	FLIP 02-81C	3	239	21.5	27	85.0
6	FLIP 03-1C	2	234	25	22	180.0
7	FLIP 03-2C	3	237	11	20.75	120.0
8	FLIP 03-3C	4	239	22.5	28.5	75.0
9	FLIP 03-5C	3	239	19.5	31	103.3
10	FLIP 03-6C	3	234	27	32.5	141.7
11	FLIP 03-7C	2	239	24.5	36.5	205.0
12	FLIP 03-8C	3	241	20.5	27	143.3
13	FLIP 03-9C	3	241	27.5	19.5	153.3
14	FLIP 03-11C	1	234	20.5	23	181.6
15	FLIP 03-12C	4	239	23.5	22.5	108.3
16	FLIP 03-13C	2	234	21.5	30.5	169.9
17	FLIP 03-14C	2	241	22	35	191.6
18	FLIP 03-80C	4	234	22.5	28.5	81.7
19	FLIP 03-89C	2	237	20.5	29	143.3
20	FLIP 03-133C	2	241	18	35	181.7
21	FLIP 99-26C	3	241	25	29.5	151.7
22	ILC 8262	4	239	36	23	155.8
23	ILC 8617	2	239	20	25.5	131.6
24	FLIP 97-118C	3	237.5	22	30.5	63.3
25	FLIP 99-45C	4	235.5	18	33	111.7
26	FLIP 01-7C	1	235.5	27	29	121.6
27	FLIP 02-51C	5	239	15	26	58.3
28	FLIP 02-52C	4	239	14	16	50.0
29	FLIP 02-55C	2	237	23	25.75	91.7
30	FLIP 02-59C	2	237.5	24	25.5	86.7
31	FLIP 02-80C	3	236.5	18	24.5	95.0
32	FLIP 02-83	6	239	11	26.5	45.0
33	FLIP 02-84	6	236.5	28	19	81.7
34	FLIP 02-85	6	238	25	25.5	78.3
35	FLIP 03-16C	5	238	24	25	86.7
36	FLIP 03-68C	5	235.5	27	31.25	123.3
37	FLIP 03-78C	3	241	27	30.25	78.3
38	FLIP97-120C	3	236	22.5	32.5	100.0

ادامه جدول ۳:

39	FLIP04-2C	1.67	234.67	15.3	31.67	115.5
40	FLIP04-33C	2	236	19	29	106.6
41	FLIP04-34C	3	234	18	33	40.0
42	FLIP04-35C	3	235	19	30	68.3
43	FLIP04-36C	5	236	31	30.5	69.5
44	FLIP04-37C	1	234	25	26.25	90.0
45	FLIP04-38C	1	236	26	29	85.0
46	FLIP05-13C	2	236	17	33	145.0
47	FLIP05-36C	1	240	31	32.25	150.0
48	FLIP05-37C	2	239	23.5	25	38.3
49	FLIP05-38C	5	235	24	33.5	51.7
50	FLIP05-39C	6	241	23	35	119.0
51	FLIP05-45C	2	235	19	37.5	81.7
52	FLIP05-49C	1	241	24.5	30.75	98.3
53	FLIP05-77C	2	234	20.5	36.5	108.3
54	FLIP05-81C	4	236	22	33.75	73.3
55	FLIP05-84C	3	240	31	28	128.3
56	FLIP05-89C	2	237.5	23	31.5	141.7
57	FLIP05-91C	1	235	27	30	101.7
58	FLIP05-94C	2	235	23	30.5	116.7
59	FLIP05-95C	1	240	27	34	135.0
60	FLIP05-101C	3	236	20	29	46.7
61	FLIP05-127C	2	241	19	32	126.6
62	FLIP05-137C	1	237.5	22	27	163.3
63	FLIP05-141C	1	234	27	28.5	116.6
64	FLIP05-146C	2	234	21	35.5	146.6
65	FLIP05-171C	2	235	25	36.5	151.6
66	ILC533	6	240.5	20.75	10.615	36.9
LSD	(5%)	2.48	3.08	2.66	6.78	82.542
Mean		2.84	237.44	22.2	28.81	111.16

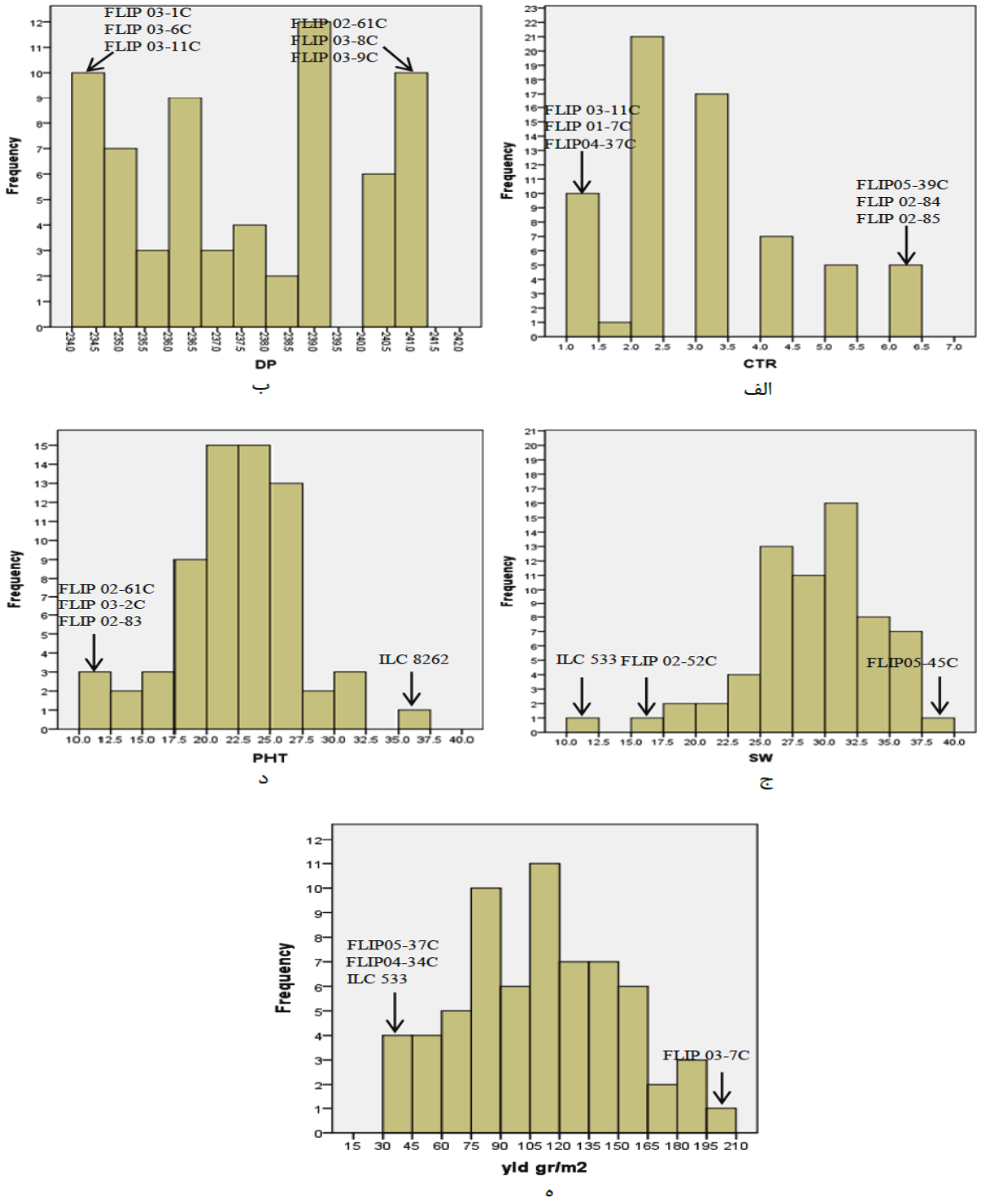
See table 2 for abbreviations

برای اختصارات به جدول ۲ مراجعه نمایید.

محققان دیگر نیز بر اساس درجۀ تحمل به سرما، ارقام و لاین‌ها را دسته‌بندی کرده‌اند (Kanouni *et al.*, 2009; Fraiedi, 2007; Yazdisamadi *et al.*, 2004). از نظر صفت ارتفاع بوته، بیشترین ارتفاع، مربوط به لاین ILC8262 با ۳۶سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته مربوط به لاین‌های FLIP03-2C و FLIP02-83 با ۱۱سانتی‌متر بود.

نمودار فراوانی درجۀ تحمل به سرما نشان داد که لاین‌ها، دارای دامنه تغییرات ۱ تا ۶/۵ بودند. بیشترین درجۀ تحمل (درجۀ تحمل به سرمای ۱) در لاین‌هایی مانند FLIP03-11C، FLIP01-7C و FLIP04-37C و کمترین درجۀ تحمل (درجۀ تحمل به سرمای ۶) در لاین‌هایی مانند FLIP05-39C، FLIP02-84 و FLIP02-85 وجود داشت. همچنین، بیشترین فراوانی با ۲۱لاین در دامنۀ ۲ تا ۲/۵ قرار داشت. تعداد روز تا غلاف‌دهی در لاین‌ها در دامنۀ ۲۳۴ تا ۲۴۱روز متغیر بود. کمترین تعداد روز تا غلاف‌دهی در لاین‌هایی مانند FLIP03-1C، FLIP03-6C و FLIP03-11C و بیشترین تعداد روز در لاین‌هایی مانند FLIP02-61C، FLIP03-8C و FLIP03-9C وجود داشت. بیشترین فراوانی با ۱۲لاین در تعداد روز ۲۳۹ قرار داشت. نمودار فراوانی عملکرد نشان داد که بین لاین‌ها از ۳۰ تا ۲۱۰گرم بر مترمربع تنوع وجود داشت. کمترین میزان عملکرد درلاین‌های FLIP05-37C، FLIP04-34C و رقم حساس ILC533 مشاهده شد که در دامنۀ ۳۰ تا ۴۵گرم در مترمربع و بیشترین عملکرد در لاینFLIP03-7C با ۲۱۰گرم در مترمربع بود. ارتفاع بوته نیز از تنوع زیادی برخوردار بود؛ به‌طوری‌که، ارتفاع لاین‌ها از ۱۰ تا ۳۷/۵سانتی‌متر متغیر بودند. کمترین ارتفاع بوته با ۱۰سانتی‌متر در سه لاین FLIP02-61C، FLIP03-2C و FLIP02-83 و بیشترین ارتفاع بوته با ۳۷/۵سانتی‌متر در لاین ILC8262 وجود داشت. ارتفاع اکثر لاین‌ها در دامنه متوسط ۱۷/۵ تا ۲۷/۵سانتی‌متر قرار داشت. دامنۀ تغییرات وزن۱۰۰دانه لاین‌ها بدون در نظرگرفتن رقم شاهد، از ۱۵ تا۴۰گرم بود. اغلب لاین‌ها در دامنه متوسط ۲۵ تا ۳۲/۵گرم قرار داشتند (شکل ۱).

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی ساده بین صفات، حاکی از وجود یک رابطۀ قوی و معنی‌دار (**۰/۸۰۵-) بین درجۀ تحمل به سرما و درصد بقاء بود. همچنین عملکرد با درصد بقاء و درجۀ تحمل به سرما به‌ترتیب دارای رابطه مثبت (**۰/۴۸۱) و منفی (**۰/۴۷۷-) معنی‌دار بود (جدول ۴). در یک بررسی روی۱۰رقم نخود بین عملکرد و درصد بقاء، همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین عملکرد و وزن۱۰۰دانه، همبستگی منفی و معنی‌دار گزارش شد (Farayedi, 2007).



شکل ۱- تغییرات صفات مورد بررسی در لاین‌های نخود

Fig. 1. Variations in studied characteristics of chickpea lines

الف) CTR: درجهٔ تحمل به سرما؛ ب) DP: تعداد روز تا غلاف‌دهی؛ ج) SW: وزن ۱۰۰دانه (گرم)؛ د) PHT: ارتفاع بوته (سانتی‌متر)؛ ه) yld: عملکرد (گرم در متر مربع)

CTR: Cold Tolerance Rate; DP: Days to Podding (day); SW: 100 Seed Weight (g); PHT: Plant Height (cm); yld: Yield (g/m^2)

در بررسی دیگری روی ۴۱لاین نخود، همبستگی عملکرد با وزن ۱۰۰دانه و درجۀ تحمل به سرما، منفی و معنی‌دار گزارش شد (Kanouni *et al.*, 2009). Malhotra (1991) & Singh نیز ارقام متحمل به سرما را جزو ارقام دانه‌ریز و متوسط دسته‌بندی کرده‌اند.

تجزیه خوشه‌ای لاین‌ها به‌روش وارد (Ward)، با استفاده از میانگین استانداردشدۀ صفات و معیار فاصله اقلیدسی، لاین‌ها را در سه گروه مجزا قرار داد (شکل ۲). گروه اول شامل ۲۷لاین ازجمله لاین‌های FLIP01-40C، FLIP03-5C و FLIP02-69C بود که اغلب با داشتن درجۀ تحمل به سرمای۳ و درصد بقای ۷۰ تا ۸۵درصد به‌عنوان گروه متحمل در نظرگرفته شدند. در گروه دوم، ۱۹لاین از جمله لاین‌های FLIP05-89C، FLIP05-94C و FLIP05-171C قرار گرفتند که اغلب با داشتن درجۀ تحمل به سرمای ۱و درصد بقای بالاتر از ۸۵درصد به گروه کاملاً متحمل موسوم گردید و گروه سوم، ۱۹لاین از جمله لاین‌های FLIP05-38C، FLIP05-81C و FLIP99-45C به‌همراه رقم شاهد را دربرگرفت. این گروه شامل لاین‌هایی بود که درجۀ تحمل به سرمای ۴ تا ۶ و درصد بقای کمتر از ۷۵درصد داشتند و به‌عنوان لاین‌های حساس و نیمه‌متحمل شناخته شدند.

جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در لاین‌های مختلف نخود

Table 4. Correlation coefficients among the studied traits in chickpea lines

Characters	VP	CTR	DF	DP	DM	PHT	100SW
CTR	-0.805**						
DF	-0.005	-0.01					
DP	-0.106	0.168	0.199				
DM	-0.213	0.241	0.133	-0.037			
PHT	-0.024	-0.059	0.061	-0.031	-0.085		
100SW	0.313*	0.312*	0.12	-0.189	-0.097	0.04	
SY	0.481**	-0.477**	-0.141	0.102	-0.012	0.171	0.258**

* and ** significant at 5% and 1% levels, respectively

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

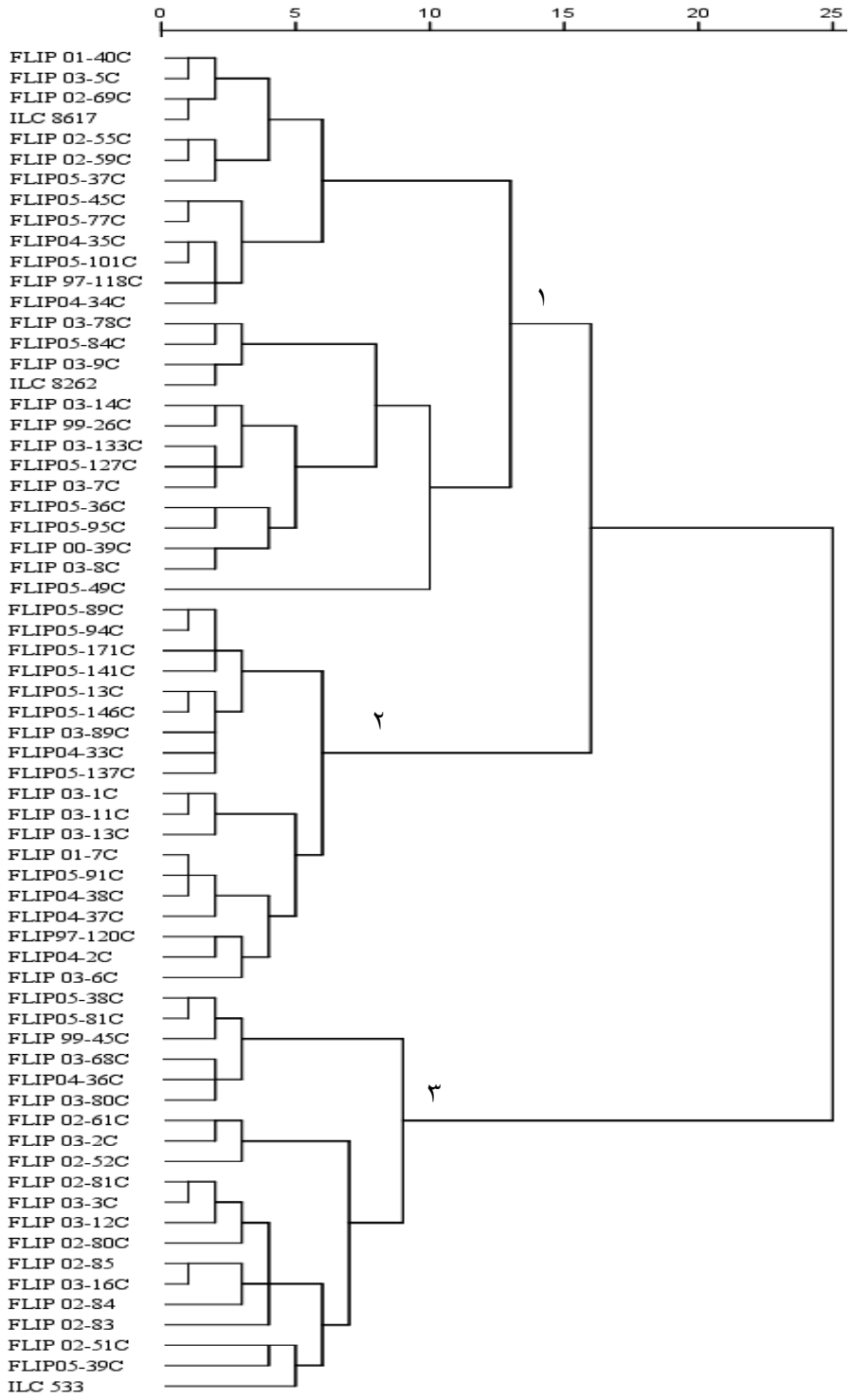
See table 2 for abbreviations.

برای اختصارات به جدول ۲ مراجعه نمایید.

به‌طورکلی، با در نظرگرفتن کلیه نتایج حاصل، ۱۴لاین شامل FLIP00-39C، FLIP02-81C، FLIP03-7C، FLIP03-8C، FLIP03-11C، FLIP03-13C، FLIP03-133C، FLIP99-26C، FLIP05-13C، FLIP05-36C، FLIP05-89C، FLIP05-137C، FLIP05-146C و FLIP05-171C با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از ۳، درصد بقای ۸۰ تا ۹۵درصد و عملکرد دانه بیش از ۱۴۱گرم در مترمربع به عنوان لاین‌های متحمل به سرما و برتر در این مطالعه شناسایی شدند. از این لاین‌ها می‌توان به‌عنوان والدین تلاقی‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری و یا در تشکیل جمعیت‌های دارای تنوع ژنتیکی برای تحمل به سرما بهره جست. Farayedi (2007) در مطالعه تحمل به سرما در ارقام مختلف نخود، سه رقم با درجۀ تحمل به سرمای ۳ و کمتر از۳، درصد بقای بیشتر از ۸۳درصد و عملکرد بیشتر از ۱۱۹۰کیلوگرم در هکتار را به‌عنوان ارقام برتر معرفی نمود. اصلاح و معرفی ارقام نخود متحمل به سرما دارای مزایای متعددی است. از جمله آنها، استفاده مناسب از بارندگی‌های سالیانه، رطوبت مناسب خاک، فرار از خسارت آفات و بیماری‌ها (که معمولاً بیولوژی آنها با کشت بهاره نخود سازگار است)، ارتفاع بیشتر و برداشت مکانیزه آسان‌تر است که باعث افزایش قابل‌توجه عملکرد در نخود می‌شود.

با توجه به عملکرد پایین نخود در ایران در کشت بهاره، برنامه‌های اصلاحی نخود بایستی در جهت معرفی لاین‌های متحمل به سرما باشد.

مطالعۀ حاضر حاکی از وجود تنوع مناسب از نظر تحمل به سرما در بین جمعیت مورد بررسی بود. هر چند برای ارایه نتایج مطمئن‌تر و کاربردی نیاز به بررسی پارامترهای فیزیولوژیک مانند فعالیت آنزیم‌های جمع‌آوری‌کنندۀ اکسیژن فعال و یا کارآیی فتوسنتز می‌باشد تا مکانیسم تحمل به سرمای لاین‌ها بهتر و دقیق‌تر ارزیابی گردد. همچنین تکرار آزمایش در سال‌ها یا مکان‌های مختلف به‌منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها و برآورد صحیح پارامترهای تنوع ژنتیکی توصیه می‌گردد.



شکل۲- تجزیه خوشه‌ای لاین‌های نخود مورد بررسی به روش Ward با استفاده از میانگین استانداردشده صفات و معیار فاصله اقلیدسی

Fig. 2. Hierarchical cluster analysis of chickpea lines based on Ward's method using standardized means of traits and Euclidean distance measures

منابع

1. Chaichi, M.R., and Malekifarahani, S. 2007. The effect of cold stress on black chickpea growth and yield in different phonologic stages. Scientific Journal of Agriculture 3: 13-24. (In Persian).
2. Clarke, H.J., and Siddique, K.H.M. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. Field Crop Research 90: 323-334.
3. Erskine, W., Meyveci, K., and Izgin, N. 1981. Screening a world lentil collection for cold tolerance. Lens Newsletter 8: 5-9.
4. 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).
5. Gaure, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga, R.G.V., Sharma, H.C., Pande, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea seed production manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
6. Jalilian, J., Modarese Sanavi, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars under dry land condition. Journal Agriculture Science and Nature Resources 12. (In Persian with English Summary).
7. 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.
8. 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.
9. Kochaki, A., and Banayaneaval, M. 2002. Pulse Crops. Mashhad Academic Jahad Publishers.
10. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1993. Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legume. John Wiley and Sons, Chichester, U. p. 428-438.
11. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea Carvan. Available at web site http://www.icarda.org/publications/carvan/ /carvan17/Focus//Strategies.htm. (verified 17 December 2002).
12. Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1991. Gene action for cold tolerance in chickpea. Theoretical and Applied Genetics 82: 598-601.
13. Maqbool, A., Shafiq, Sh., and Lake, L. 2010. Radiant frost tolerance in pulse crops. Euphytica 172: 1-12.
14. Millan, T., Clark, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
15. Najibnia, S., Porsa, H., Nazemi, A., and Bagheri, A. 2005. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant germplasms on field conditions in autumn culture in Mashhad. First Iranian Pulse Crops Symposium, November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 495-498. (Persian with English Summary).
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2001. Evaluation of Mashhad chickpea collection for cold tolerance in field conditions (Abstract). In: http://SID.ir. (In Persian).
17. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170. (Persian with English Summary).
18. Nezami, A., Sedaghatkhahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2010. Evaluation of autumn sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes of cold tolerant under supplemental irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian).
19. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperature region. Turk. J. Agric. For. 27: 345-352.
20. Samdaliri, M., Saiedsharifi, R., and Esmaielpor, B. 2010. Pulse Crops. Islamic Azad University the Unit of Challos Publishers.
21. Singh, K.B. 1991. Winter chickpea: problems and potential in the Mediterranean region. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 25-34.
22. Singh, K.B., and Saxena. M.C. 1999. Chickpeas. Macmillan Education Ltd., London, Bisingtone.

23. Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Gowda, C.L.L., and Singh, S. 2007. Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. Field Crop Research 100: 320-326.
24. Wery, J. 1999. Adaption to frost and drought stress in chickpea and implication in plant breeding. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 77-85.
25. Yazdisamadi, B., Majnonhossaini, N., and Paighambari, S.A. 2004. Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.). Seed and Plant 20: 23-37. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phenological traits in Kurdistan region

Naderi[1]*, H., Shokrpoor[2], M., Asghari[2], A., Kanooni[3], H. & Esfandiari[4], A.

1- MSc. Student of Plant Breeding, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
2- Contributions from Agronomy & Plant Breeding Department, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
3- Contribution from Agricultural Research Center & Natural Sciences of Kurdistan, Sanandaj
4- Contribution from Agronomy & Plant Breeding Department, Maragheh University, Maragheh

Received: 8 May 2012
Accepted: 14 November 2012

Abstract

Winter sown chickpeas produce more yields in comparison with spring type. This function is hampered by the sensitivity of the crop to low temperature. In order to study and identify high yielding and cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines, 65 entries along with one susceptible check variety namely ILC533 were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with two replications during 2010-11 cropping season at Saral Agricultural Research Station of Kurdistan province, west of Iran. Cold tolerance was investigated via viability percentage and cold tolerance rate parameters. Analysis of variance revealed that there were significant differences among the lines for plant height, 100 seed weight, seed yield and cold tolerance rate. Significant negative and positive correlations were found among yield and cold tolerance rate and viability percentage, respectively. The cluster analysis, categorized the lines into three distinct groups. According to this study, 14 lines having 3 and less than 3 of cold tolerance rate, 80-95 viability percentage and more than 141g/m^2 seed yield recognized as superior lines for cold tolerance.

Key words: Chickpea, Cold tolerance, Viability percentage, Winter sowing

* **Corresponding Author:** haidarnaderi@gmail.com, Mobile: 09352782587