نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۸
۱۲۱-۱۳۶
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2020.16281.2212

# ارزیابی تحمل به یخزدگی ژنوتیپ‌های نخود دسی (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

**جعفر نباتی[1*]، احمد نظامی[2]، الهه برومند رضازاده[3]، سید جلال آذری[4]، محمد محمدی[5]**

[1]استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[2]استاد گروه زراعت و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[3]دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[4]دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[5]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۳۰

## چکیده

**سابقه و هدف**: پایین بودن و بی‌ثباتی عملکرد، یکی از مهم‌ترین مسائل موجود در رابطه با کشت نخود است. کشت نخود در اکثر مناطق ایران، به‌طور عمده در بهار صورت می‌پذیرد. درنتیجه، گیاه در طول فصل رشد به‌خصوص در مراحل پایانی رشد، با تنش‌های غیر زیستی مانند گرما و خشکی مواجه می‌شود. جهت افزایش عملکرد نخود می‌توان از روش‌هایی مانند کشت پاییزه استفاده نمود، اما مشکلی که در این رابطه وجود دارد، پایین بودن تحمل در ارقام موجود نسبت به یخزدگی است؛ بنابراین، با توجه به برتری‌های کشت پاییزه نخود، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به یخزدگی با عملکرد مناسب، یک ضرورت به شمار می‌رود.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و در دهه اول آبان ماه کشت شدند. در طول فصل رشد، حداقل درجه حرارت ۱۳- درجه سانتی‌گراد بود. به‌منظور تعیین درصد بقا، ۳۰ روز پس از سبز شدن و هفته آخر اسفندماه، تعداد گیاهان هر ژنوتیپ شمارش و درصد بقا محاسبه شد. در انتهای فصل رشد، ارتفاع نهایی بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه در متر مربع، وزن زیست‌توده در بوته، عملکرد زیستی در متر مربع و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج، تفاوت میان ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار بود. درحالی‌که تنها یک ژنوتیپ (MCC908) در اثر سرما به‌طور کامل از بین رفت، دامنه درصد بقا در میان دیگر ژنوتیپ‌ها از هشت تا ۱۰۰ درصد متفاوت بود. در بین ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی مورد بررسی، ۱۱ ژنوتیپ متحمل (بقای ۱۰۰-۷۶ درصد) و پنج ژنوتیپ نسبتاً متحمل (بقای ۷۵- ۵۱ درصد) بودند. در این میان ژنوتیپ‌های MCC890، MCC349 و MCC873 به‌ترتیب با ۹۸/۱، ۹۵/۷ و ۹۵/۲ درصد، بیشترین بقا را دارا بودند. به‌طورکلی، نه ژنوتیپ شامل MCC373، MCC884، MCC869، MCC916، MCC349،

*نویسنده مسئول: jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

MCC386، MCC870، MCC291 و MCC876، عملکرد بالای ۱۵۴ گرم در متر مربع (معادل با ۱۵۴۰ کیلوگرم در هکتار) تولید کردند و تمامی آن‌ها به غیر از ژنوتیپ MCC916، بقای بالاتر از ۶۶/۷ درصد داشتند. صفات درصد بقا (r=۰/۷۶**)، تعداد شاخه فرعی (r=۰/۲۳*)، تعداد غلاف در بوته (r=۰/۵۲**)، وزن صد دانه (r=۰/۳۸**)، عملکرد زیستی (r=۰/۹۵**) و شاخص برداشت (r=۰/۵۸**) همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن دانه در بوته داشتند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، به نظر می‌رسد امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در نخود دسی جهت کشت در مناطق سرد وجود دارد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای می‌توان از ژنوتیپ‌های نخود دسی در دو گروه (MCC890, MCC207, MCC49, MCC10) و (MCC349, MCC291, MCC386, MCC884, MCC918,MCC868, MCC373, MCC916) در پروژه‌های اصلاحی جهت تحمل به سرمای زمستان بهره برد.

***واژه‌های کلیدی:*** درصد بقا، زیست‌توده، عملکرد دانه، کشت پاییزه.

## مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) جایگاه سوم را در بین بقولات دانه‌ای از نظر میزان تولید در جهان به خود اختصاص داده است (۲۳). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، تولید حبوبات در ایران بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۴ از ۲۹۰ هزار تن به ۶۳۹ هزار تن افزایش یافته و این میزان تولید در سال ۱۳۹۵ به ۶۹۰ هزار تن رسیده است (۴). با وجود این، برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که حجم واردات برخی از اقلام حبوبات به کشور هر ساله افزایش پیدا نموده؛ به‌طوری‌که در حال حاضر، ایران یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان حبوبات در دنیا است (۴). لپه که به‌طور عمده از نخودهای تیپ دسی تولید می‌شود، به‌عنوان یکی از پرفروش‌ترین حبوبات بازار ایران است. در ایران برای تهیه لپه از نخودهای ایرانی، اتیوپی و استرالیایی استفاده گردیده که نخودهای ایرانی از کیفیت بالاتری برخوردار هستند.

کشت نخود در اکثر مناطق ایران، به‌طور عمده در بهار انجام می‌شود. درنتیجه، گیاه در طول فصل رشد به‌خصوص در مراحل پایانی، با تنش‌های غیر زیستی مانند گرما و خشکی مواجه می‌شود (۲۹)؛ به همین دلیل، بی‌ثباتی عملکرد نخود یکی از مهم‌ترین مسائل موجود در رابطه با کشت این گیاه است. در چنین شرایطی به نظر می‌رسد که تغییر زمان کشت نخود از بهار به پاییز و زمستان در افزایش و بهبود عملکرد آن تأثیر مهمی خواهد داشت (۲۴). بررسی اطلاعات موجود نشان می‌دهد که با کشت پاییزه نخود می‌توان عملکرد این گیاه را افزایش داد (۱۹). در کشت پاییزه گیاهان متحمل به سرما، علاوه بر استفاده بهینه از منابع آب و افزایش طول فصل رشد گیاه، خطر کاهش عملکرد ناشی از گرمای اواخر بهار و اوایل تابستان نیز به حداقل می‌رسد (۲). با این وجود، یکی از مشکلات مهم در کشت پاییزه نخود در مناطق معتدل و سرد، پایین بودن تحمل به یخبندان در اکثر ارقام این گیاه است. تحمل یخبندان زمستان توسط گیاه به توانایی تحمل تنش‌هایی نظیر یخزدگی، آب‌کشیدگی، پوشش برف، غرقاب، خفه شدن و بیماری‌های مختلف وابسته است و لذا این تحمل، صفت پیچیده ای است که مستلزم وقوع فرآیند های متعدد شیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در گیاه است (۹). به‌منظور بررسی تحمل به سرمای گیاهان در کاشت پاییزه، پژوهش‌گران گیاهان را تحت شرایط مزرعه کشت کرده و در بهار درصد بقای زمستانه آن‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهند (۷).

بررسی‌های اولیه در نواحی مدیترانه‌ای نشان می‌دهد که در صورت استفاده از ارقام نخود متحمل به سرما و برق‌زدگی، کشت زمستانه نسبت به بهاره برتری دارد (۲۴). کشت پاییزه نخود در نواحی مدیترانه‌ای، به دنبال افزایش دوره رشد رویشی و قرار گرفتن دوره رشد زایشی گیاه در شرایط مناسب‌رطوبتی و حرارتی منجر به بهبود راندمان مصرف آب، تثبیت نیتروژن و ارتفاع گیاه شده و برداشت مکانیزه آن را امکان‌پذیر و عملکرد را باثبات‌تر می‌کند (۲۳). در همین راستا محققان، تعداد زیادی نمونه نخود متحمل به سرما را برای کاشت پاییزه در نواحی مدیترانه‌ای شناسایی و معرفی کرده‌اند (۲۷). اوزدمیر و کاراداوت (۲۰۰۳)، با مقایسه کشت پاییزه و بهاره ۲۱ ژنوتیپ نخود در ترکیه طی دو سال، مشاهده کردند که میانگین عملکرد در کشت پاییزه دو برابر کشت بهاره بود (۱۹). همچنین، مطالعه دیگری نشان داد که ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما از نظر درصد بقا (۵۲ تا ۹۷ درصد) تنوع زیادی داشتند (۱۵).

بررسی مجموعه‌ای از لاین‌های متحمل، نیمه متحمل و حساس به سرما در ایکاردا نشان داد که تحمل به سرما با هیچ‌یک از صفات فنوتیپی شامل سطح برگ، اندازه بذر، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه و عادت رشدی (خوابیده، نیمه خوابیده و نیمه ایستاده) همبستگی معنی داری ندارد. احتمالاً این فقدان همبستگی با تحمل به سرما، به اصلاح‌کنندگان گیاهان این اجازه را می‌دهد تا ارقام متحمل به سرمای نخود را با هر خصوصیت دلخواه ازنظر زمان رسیدگی، ارتفاع گیاه و وزن بذر تولید کنند (۲۶). مطالعات متعددی در سال‌های اخیر روی تحمل به سرما و یخ‌زدگی نخود صورت گرفته است (۸، ۱۲ و ۱۳). منابع بذری شامل بذرهای زراعی و همچنین، بذر نخودهای وحشی دامنه متفاوتی ازنظر تحمل به سرما از خود نشان دادند که حاکی از وجود ژن‌های متحمل به سرما در نخود است (۸، ۱۲ و ۱۳).

بیشتر تحقیقات در رابطه با گزینش تحمل به سرما تاکنون روی نخود تیپ کابلی انجام‌شده است. بنابراین، با توجه به اهمیت دست‌یابی به ژنوتیپ های نخود تیپ دسی متحمل به سرما جهت کشت زمستانه، مطالعه حاضر با هدف به‌گزینی برای تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود دسی جهت کشت پاییزه در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار طولانی مدت هواشناسی، بارندگی سالانه مشهد ۲۸۶ میلی متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به ترتیب ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سانتی گراد است. اقلیم مشهد بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک است.

در این مطالعه ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در کشت پاییزه و شرایط آبیاری تکمیلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورداستفاده از کلکسیون نخود مشهد (بانک بذر پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد) تهیه شدند. در ابتدا بذرها به مدت شش ساعت با استفاده از آب نوش بذر دایان محصول شرکت دانش بنیان خوشه پروران زیست فناور پرایم و قبل از کاشت، بذرها با استفاده از قارچ‌کش کاربندازیم (WP 60%®) با غلظت دو در هزار ضدعفونی شدند.

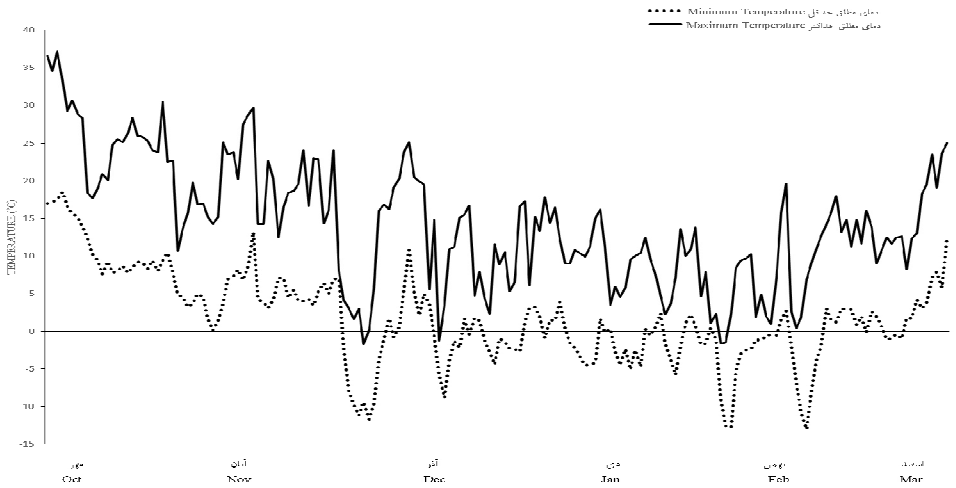
عملیات خاک‌ورزی زمین شامل خاک‌ورزی پاییزه با گاوآهن برگردان‌دار و تسطیح و نرم کردن خاک

توسط سیکلوتیلر صورت پذیرفت. کاشت در دهه اول آبان ماه در ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف پنج سانتی‌متر و فاصله بین ژنوتیپ‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر (با در نظر گرفتن یک پشته نکاشت بین ژنوتیپ‌ها به منظور جلوگیری از اختلاط بین آن‌ها) به‌صورت دستی در عمق دو سانتی‌متری خاک با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع انجام شد. آبیاری در سه مرحله، بلافاصله پس از کاشت، ۱۴ روز پس از اولین آبیاری و در زمان گل‌دهی به روش نشتی انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز در سه نوبت به‌صورت دستی در اواسط اسفند ماه، اواسط فروردین ماه و اردیبهشت ماه انجام شد. مبارزه با کرم پیله‌خوار نخود (*Heliothis viriplaca* Hufn) در مرحله گلدهی با استفاده از ایندوکساکارب (آوانت ®Ec 15%) با میزان مصرف ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و یک هفته بعد از آن با کاربارایل (سوین ®Wp 85%) با میزان مصرف سه کیلوگرم در هکتار انجام شد.

به منظور تعیین درصد بقا، ۳۰ روز پس از سبز شدن و هفته آخر اسفند ماه، تعداد گیاهان هر ژنوتیپ شمارش و درصد بقا با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد. آمار هواشناسی مربوط به دوره رشد از ایستگاه هواشناسی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد دریافت و حداقل دما در طی این دوره ثبت گردید (شکل ۱).

معادله ۱ ۱۰۰× (تعداد بوته پس از سبز شدن/ تعداد بوته پس از سرما) = درصد بقا

جهت تعیین تحمل به سرمای ژنوتیپ‌ها بر اساس درصد بقا به چهار دامنه بقا (۲۵-۰، ۵۰-۲۶، ۷۵-۵۱ و ۱۰۰-۷۶ درصد) تقسیم‌بندی شد (۲۵).




**شکل ۱- حداقل و حداکثر دمای روزانه مشهد طی فصل رشد نخود در سال ۹۶-۱۳۹۵.**

Figure 1- Daily minimum and maximum temperature of Mashhad during chickpea growing season in 2016-2017.

در پایان فصل رشد، تعداد سه بوته به‌طور تصادفی برداشت و خصوصیات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و تعداد شاخه فرعی و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه، اندازه‌گیری شد. سایر بوته‌های باقی‌مانده جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده برداشت شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab v16 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. برای برآورد

همبستگی و تجزیه کلاستر از نرم‌افزار JMP4 و روش Ward استفاده شد.

## نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هـــــواشناسی در سـال ۱۳۹۵، گیاهـان در طـی دوران رشـد رویشـی ۷۱ روز در معرض دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار داشتند و حداقل درجه حرارت ۱۳- درجه سانتی‌گراد بود که در تاریخ دوم اسفندماه ۱۳۹۵ به وقوع پیوست (شکل ۱).

**جدول ۱- درصد بقا، ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی پس از زمستان در شرایط مزرعه.**

Table 1. Survival percentage, morphological characteristic, yield and yield components of 29 chickpea deci genotypes after winter in field condition.

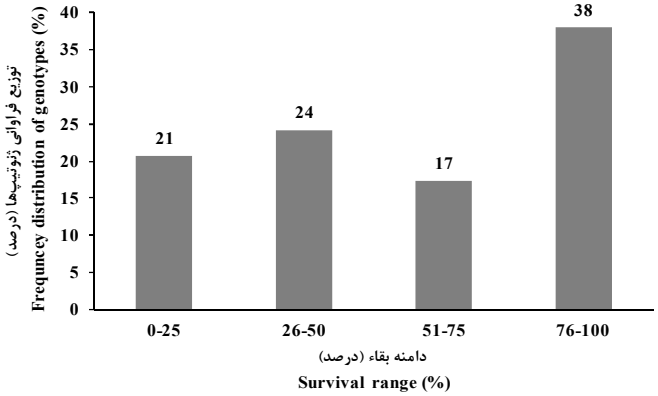
| ژنوتیپ Genotype | بقاء (درصد) Survival | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height | تعداد شاخه اصلی No. of Main branches | تعداد شاخه فرعی No. of secondry branches | تعداد غلاف در بوته Pod No. | وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight | وزن خشک بوته (گرم در بوته) Biomass | وزن دانه در بوته (گرم در بوته) Seed weight | زیست‌توده (گرم در متر مربع) Biological yield | عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield | شاخص برداشت (درصد) Harvest Index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MCC | (%) | (cm) | (plant$^{-1}$) | (plant$^{-1}$) | (plant$^{-1}$) | (g) | (g.plant$^{-1}$) | (g.plant$^{-1}$) | (g.m$^{-2}$) | (g.m$^{-2}$) | (%) |
| 890 | 98.1 | 58.7 | 4.00 | 6.67 | 94.7 | 22.7 | 28.9 | 12.2 | 236.2 | 99.9 | 42.3 |
| 349 | 95.7 | 33.7 | 2.67 | 16.0 | 215 | 21.3 | 44.2 | 22.9 | 352.7 | 182.7 | 51.8 |
| 873 | 95.2 | 26.3 | 3.00 | 17.0 | 85.0 | 20.3 | 33.0 | 18.8 | 262.0 | 148.8 | 56.8 |
| 869 | 93.9 | 23.0 | 3.00 | 23.0 | 175 | 22.3 | 43.9 | 24.5 | 343.0 | 191.8 | 55.9 |
| 870 | 93.3 | 23.0 | 2.00 | 16.7 | 142 | 24.7 | 41.1 | 23.2 | 319.0 | 180.5 | 56.5 |
| 876 | 92.6 | 23.3 | 3.33 | 19.0 | 179 | 17.0 | 38.4 | 20.0 | 296.0 | 154.3 | 52.1 |
| 291 | 89.1 | 33.7 | 4.00 | 24.0 | 246 | 20.0 | 46.8 | 23.0 | 347.0 | 171.3 | 49.3 |
| 207 | 88.2 | 33.0 | 7.67 | 15.0 | 147 | 21.0 | 50.0 | 12.6 | 367.5 | 98.0 | 26.7 |
| 891 | 88.2 | 20.7 | 1.67 | 13.3 | 127 | 12.7 | 26.7 | 13.7 | 196.0 | 102.9 | 52.5 |
| 884 | 87.5 | 28.3 | 2.00 | 22.0 | 233 | 13.0 | 54.3 | 27.9 | 395.8 | 203.1 | 51.3 |
| 49 | 84.3 | 42.3 | 7.67 | 12.0 | 134 | 24.3 | 44.0 | 20.0 | 309.5 | 140.7 | 45.5 |
| 10 | 75.0 | 44.7 | 5.67 | 11.0 | 108 | 25.3 | 40.0 | 16.7 | 250.0 | 104.2 | 41.7 |
| 83 | 68.8 | 28.3 | 3.67 | 23.3 | 144 | 21.3 | 51.6 | 24.4 | 295.0 | 139.2 | 47.2 |
| 918 | 68.7 | 47.7 | 2.00 | 27.0 | 174 | 20.3 | 80.0 | 44.4 | 297.3 | 114.3 | 43.8 |
| 386 | 68.2 | 37.7 | 2.67 | 23.7 | 245 | 26.3 | 58.2 | 32.1 | 329.6 | 181.9 | 55.2 |
| 373 | 66.7 | 19.3 | 3.00 | 21.7 | 253 | 23.3 | 78.0 | 48.0 | 433.6 | 266.8 | 61.5 |
| 867 | 50.0 | 31.0 | 3.00 | 14.7 | 155 | 25.0 | 53.3 | 25.0 | 222.2 | 104.2 | 46.9 |
| 916 | 45.5 | 21.0 | 2.33 | 13.3 | 172 | 15.0 | 90.0 | 50.0 | 341.3 | 189.6 | 55.6 |
| 868 | 38.1 | 38.3 | 3.33 | 24.7 | 301 | 19.3 | 71.5 | 37.6 | 226.2 | 119.1 | 52.6 |
| 852 | 33.3 | 39.3 | 2.00 | 18.0 | 37.0 | 23.0 | 21.0 | 2.52 | 55.5 | 6.70 | 12.0 |
| 99 | 30.4 | 37.0 | 4.33 | 33.0 | 198 | 11.3 | 50.0 | 18.6 | 126.7 | 47.0 | 37.1 |
| 930 | 30.3 | 24.0 | 2.67 | 12.3 | 113 | 19.0 | 35.7 | 18.6 | 90.2 | 46.9 | 52.0 |
| 436 | 28.6 | 30.3 | 2.00 | 15.0 | 54.0 | 16.3 | 20.0 | 5.20 | 47.7 | 12.4 | 26.0 |
| 872 | 20.0 | 20.0 | 2.67 | 22.0 | 168 | 18.7 | 45.1 | 25.5 | 75.0 | 45.8 | 61.1 |
| 448 | 18.8 | 19.0 | 2.67 | 14.0 | 68.3 | 18.0 | 18.1 | 8.8 | 27.4 | 13.7 | 50.0 |
| 911 | 13.3 | 17.7 | 3.00 | 15.7 | 166 | 23.7 | 75.0 | 45.0 | 83.1 | 49.9 | 60.0 |
| 509 | 12.5 | 26.7 | 2.67 | 15.0 | 99.0 | 15.7 | 40.0 | 15.0 | 41.7 | 15.6 | 37.5 |
| 914 | 8.0 | 27.0 | 2.00 | 20.0 | 136 | 15.7 | 60.0 | 30.0 | 40.0 | 20.0 | 50.0 |
| 908 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| P value | 0.001** | 0.001** | 0.002** | 0.001** | 0.001** | 0.001** | 0.001** | 0.001** | 0.001** | 0.001** | 0.001** |
| $LSD_{0.05}$ | 2.79 | 8.59 | 2.93 | 10.0 | 113 | 1.02 | 31.4 | 16.0 | 10.7 | 5.9 | 1.17 |
| CV% | 3 | 18 | 57 | 35 | 46 | 3 | 42 | 43 | 3 | 3 | 2 |

MCC: کلکسیون نخود مشهد (بانک بذر نخود پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد)، LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد. *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

*Mashhad Chickpea Collection, LSD: Least Significant Difference in $p \leq 0.05$ probability level, *: significant at probability level of 5%, **: significant at probability level of 1%, CV: Coefficient of variation.

بررسی درصد بقا پس از زمستان حاکی از تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.01$) بین ژنوتیپ‌های نخود دسی بود و درصد بقا از صفر تا ۹۸ درصد متغیر بود (جدول ۱). در این میان ژنوتیپ‌های MCC890، MCC349 و MCC873 به ترتیب با ۹۸/۱، ۹۵/۷ و ۹۵/۲ درصد بیشترین درصد بقا را دارا بودند و در مقابل ژنوتیپ MCC908 کاملاً از بین رفت (جدول ۱).

بر اساس درصد بقای زمستانه بین ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی مورد بررسی، ۱۱ ژنوتیپ متحمل (بقای ۱۰۰-۷۶ درصد) و پنج ژنوتیپ نسبتاً متحمل (بقای ۷۵ تا ۵۱ درصد) بودند (شکل ۲). از کل ژنوتیپ های کشت شده، ۷۹ درصد بقایی بیش از ۵۰ درصد داشتند، به عبارتی، بیشتر ژنوتیپ‌های نخود دسی مورد مطالعه توانسته بودند در دمای ۱۳- درجه سانتی گراد رخ‌داده تحمل مناسبی داشته باشند. تنها شش ژنوتیپ (۲۱ درصد) دارای درصد بقای کمتر از ۲۵ درصد بودند (شکل ۲). در آزمایشی که به‌منظور ارزیابی تحمل به سرمای ۱۶۹ ژنوتیپ نخود صورت گرفت بیان شد که از کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی پنج درصد ژنوتیپ‌ها ۱۰۰ درصد بقا، ۳۰ درصد ژنوتیپ‌ها بیشتر از ۷۵ درصد و ۱۰ درصد آن‌ها کمتر از ۲۵ درصد بقا داشتند. در مطالعه‌ی مذکور ۶۸ درصد ژنوتیپ‌ها بقای بیش از ۵۱ درصد داشتند و ۹ ژنوتیپ نیز کاملاً از بین رفتند (۱۵).



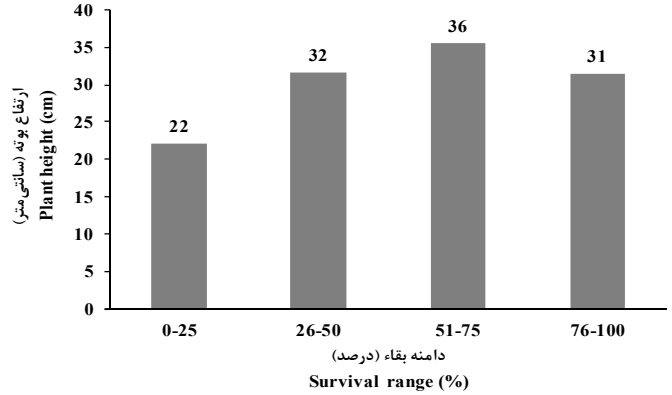

**شکل ۲- فراوانی ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقاء پس از زمستان.**

Figure 2- Frequency of chickpea deci genotypes in different survival range after winter.

در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ارتفاع بوته بین ۱۷/۷ تا ۵۸/۷ سانتی‌متر متغیر بود (جدول ۱) و بیشترین ارتفاع بوته (۵۸/۷ سانتی متر) را ژنوتیپ MCC890 داشت (جدول ۱). به‌طورکلی با افزایش درصد بقا، ارتفاع بوته نیز افزایش یافت به‌نحوی‌که ژنوتیپ‌هایی با بیش از ۵۰ درصد بقا، میانگین ارتفاعی حدود ۳۳ سانتی‌متر دارا بودند (شکل ۳). از کل ژنوتیپ های مورداستفاده بیش از ۴۴/۸ درصد آن‌ها (۱۳ ژنوتیپ) ارتفاعی بیش از ۳۰ سانتی متر داشتند (جدول ۱). بررسی همبستگی بین صفات نیز نشان داد که ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/37^{**}$) با درصد بقا داشت (جدول ۲).

به‌طور معمول، در کشت پاییزه طول دوره رشد گیاه افزایش پیدا می‌کند؛ از طرف دیگر، استقرار گیاه در فصل پاییز موجب گسترش سیستم ریشه‌ای خواهد شد. در ابتدای فصل بهار با مناسب دما، فراهمی رطوبت و عدم تنش‌های دمایی سرعت رشد گیاه افزایش چشم‌گیری خواهد داشت که نهایتاً بر ارتفاع بوته نیز مؤثر خواهد بود (۳). با توجه به اینکه عامل اصلی محدودکننده در برداشت مکانیزه

نخود ارتفاع بوته می باشد، با کشت پاییزه به شرط متحمل بودن به سرما امکان برداشت مکانیزه نخود افزایش خواهد یافت. نجیب نیا و همکاران(۲۰۰۸) در آزمایشی که روی ۱۵۶ ژنوتیپ نخود صورت دادند، بیشترین ارتفاع بوته را در ژنوتیپ MCC740 با ۵۶ سانتی‌متر گزارش دادند. نامبردگان تمامی ژنوتیپ‌ها از را نظر ارتفاع بوته به سه گروه، کمتر از ۳۰، بین ۴۵-۳۱ و بیش از ۴۶ سانتی‌متر تقسیم‌بندی کردند که بیش از ۸۶ درصد ژنوتیپ‌ها ارتفاعی بیش از ۳۰ سانتی‌متر داشتند (۱۸).




شکل ۳- متوسط ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقا پس از زمستان در شرایط مزرعه.

Figure 3- Average plant height of deci chickpea genotypes in different survival range after winter under field conditions.

میانگین تعداد شاخه اصلی در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱/۶۷ تا ۷/۶۷ عدد در بوته متغیر بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین تعداد شاخه اصلی از ژنوتیپ های MCC49 و MCC207 به دست آمد (جدول ۱). با افزایش درصد بقا تعداد شاخه های اصلی در بوته افزایش پیدا کرد. البته در دامنه بقای بین ۱۰۰-۷۶ درصد و ۷۵-۵۱ درصد، تنها هشت درصد (معادل ۰/۴ شاخه اصلی در بوته) تفاوت مشاهده شد (شکل ۴ الف). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ MCC918 با تعداد ۲۷ شاخه‌ی فرعی، بیشترین مقدار را دارا بود (جدول ۱). در مورد تعداد شاخه فرعی نیز با افزایش درصد بقا تا دامنه ۷۵-۵۱ تعداد شاخه فرعی افزایش یافت (شکل ۴، الف).

**جدول ۲- ضرایب همبستگی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۲۹ ژنوتیپ نخود دسی پس از زمستان در شرایط مزرعه.**

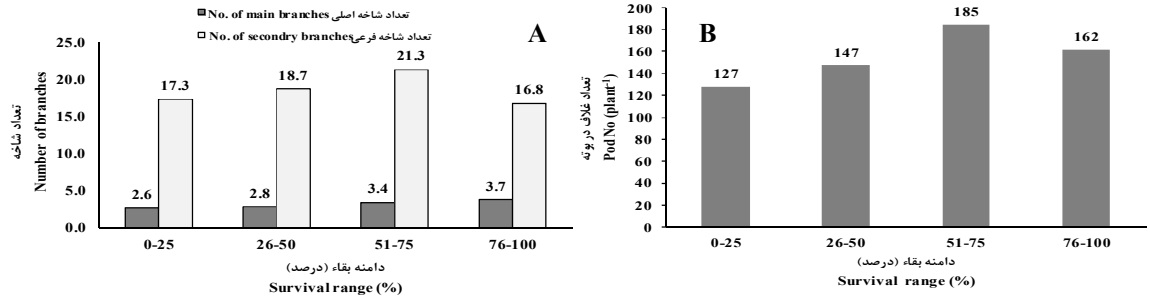
Table 2- Correlation matrix of morphological characteristic, yield and yield components of 29 deci chickpea genotypes after winter stress in field conditions.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | بقاء Survival | 1 | | | | | | | | | | |
| 2. | ارتفاع بوته Plant height | 0.37 | 1 | | | | | | | | | |
| 3. | تعداد شاخه No. of Main branches | 0.28 | 0.35 | 1 | | | | | | | | |
| 4. | تعداد No. of secondry branches | 0.08 | 0.20 | 0.07 | 1 | | | | | | | |
| 5. | تعداد غلاف در بوته Pod No. | 0.25 | 0.16 | 0.19 | 0.71 | 1 | | | | | | |
| 6. | وزن صد دانه 100-seed weight | 0.42 | 0.48 | 0.34 | 0.15 | 0.21 | 1 | | | | | |
| 7. | زیست‌توده Biomass | 0.05 | 0.13 | 0.20 | 0.62 | 0.82 | 0.26 | 1 | | | | |
| 8. | وزن دانه Seed weight | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.55 | 0.79 | 0.25 | 0.96 | 1 | | | |
| 9. | زیست‌توده Biological yield | 0.84 | 0.25 | 0.27 | 0.22 | 0.49 | 0.42 | 0.38 | 0.40 | 1 | | |
| 10 | عملکرد Seed yield | 0.76 | 0.09 | 0.12 | 0.23 | 0.52 | 0.38 | 0.39 | 0.47 | 0.95 | 1 | |
| 11 | شاخص برداشت Harvest Index | 0.33 | - | 0.04 | 0.31 | 0.49 | 0.45 | 0.45 | 0.57 | 0.44 | 0.58 | 1 |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and ** : non-significant and significant in the probability levels of 5%, and 1%, respectively.

تعداد شاخه در بوته در گیاهان منشعبی مانند نخود نقش مهمی در تعیین عملکرد نهایی دارد (۱۶). تعداد شاخه در بوته در گیاه نخود تحت تأثیر تاریخ قرار دارد به طوری که با تأخیر در کاشت از پاییز به بهار تعداد آن کاهش پیدا می‌کند (۲۰). گیاهان رشد نامحدود مانند نخود به‌طور معمول در شرایط مطلوب رطوبتی امکان توسعه اندام هوایی بیشتری دارند و به تبع آن تعداد شاخه بیشتری نیز تولید می‌کنند (۱۶). در کشت پاییزه به علت فراهمی رطوبت امکان توسعه شاخه‌های فرعی بیشتر ایجاد می‌گردد (۱۶) علاوه بر این ژنوتیپ‌هایی که دارای درصد بقای بیشتری هستند به دلیل خسارت کمتر در اثر سرما قابلیت توسعه بیشتری خواهند داشت. در مطالعه حاضر بوته‌هایی که درصد بقای پایینی داشتند از تعداد شاخه اصلی و فرعی کمتری برخوردار بودند، به‌طوری‌که تعداد شاخه اصلی همبستگی مثبتی با درصد بقا (r=۰/۲۸**) و ارتفاع بوته (r=۰/۳۵**) داشت.




**شکل ٤- متوسط تعداد شاخه اصلی و فرعی در بوته (الف) و تعداد غلاف در بوته (ب) در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقا تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Figure 4- Average number of main and secondary branches per plant (A) and number of pod per plant (B) in deci chickpea genotypes in different survival ranges after winter stress in field conditions.

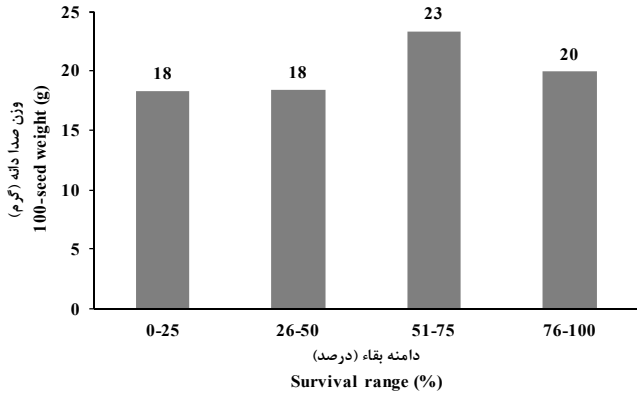
از نظر تعداد غلاف در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی تفاوت معنی‌داری (P≤0.01) مشاهده شد (جدول ۱). در این بین، ژنوتیپ‌های MCC868، MCC373 و MCC291 به ترتیب با ۳۰۱، ۲۵۳ و ۲۴۶ غلاف در بوته، بیشترین و ژنوتیپ MCC852 با ۳۷ غلاف، کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند. در این آزمایش تعداد غلاف در بوته در ۲۱ ژنوتیپ بیش از ۱۰۰ عدد در بوته و در هشت ژنوتیپ کمتر از ۱۰۰ عدد در بوته بود (جدول ۱). در بین دامنه‌های درصد بقا، در دامنه بقای ۷۵- ۵۱ درصد، بیشترین تعداد غلاف با متوسط ۱۸۵ عدد در بوته مشاهده شد که نسبت به دامنه‌های بقای ۵۰-۲۶ و ۱۰۰-۷۶ به ترتیب ۲۵/۹ و ۱۴/۱ درصد بیشتر بود (شکل ۴، ب).

از اجزای مؤثر در عملکرد نخود، تعداد غلاف در بوته است که تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله تاریخ کاشت قرار می‌گیرد (۱۴). تعداد غلاف در بوته حاصل رشد بیشتر اندام هوایی و افزایش تعداد شاخه است. همچنین، دمای مناسب در زمان گرده‌افشانی از دیگر عوامل مؤثر بر افزایش این جزء عملکرد می‌باشد. افزایش دمای محیط همراه با کاهش رطوبت نسبی موجب کاهش درصد باروری گل‌ها و عقیم شدن آن‌ها می‌گردد. در کشت پاییزه نخود به دلیل رشد بهتر نسبت به کشت بهاره، گلدهی زودتر انجام می‌گیرد که با توجه به شرایط مطلوب‌تر محیطی ازنظر رطوبت و دما درصد باروری افزایش می‌یابد. در این مطالعه مشاهده شد که بین تعداد غلاف در بوته با درصد بقا (r=۰/۲۵*) و تعداد شاخه فرعی

(r=۰/۷۱**)، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). افزایش تعداد دانه در بوته تا ۶۰ درصد در کشت پاییزه نخود در مقایسه با کشت بهاره (۲۲) و همچنین، افزایش تعداد دانه در بوته در کشت انتظاری نخود نسبت به کشت بهاره نیز گزارش شده است (۱۷).

وزن صد دانه در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۱/۳ تا ۲۶/۳ گرم متغیر و تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر ازنظر این صفت معنی‌دار (P≤0.01) بود (جدول ۱). در این میان، ژنوتیپ MCC99 با ۱۱/۳ گرم کمترین و ژنوتیپ MCC386 با ۲۶/۳ گرم بیشترین وزن صد دانه را دارا بودند (جدول ۱). در بین دامنه‌های بقا، دامنه بقای ۷۵- ۵۱ درصد، بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص داد که نسبت به دامنه بقای ۱۰۰-۷۶ درصد سه گرم بیشتر بود (شکل ۵).

استقرار سریع تر بوته در کشت‌های پاییزه و فرصت بیشتر برای استفاده از منابع آب حاصل از بارندگی‌های در اوایل فصل بهار موجب تولید سطح برگ بیشتر و درنهایت مواد فتوسنتزی بیشتر می گردد. همچنین، به دلیل رسیدگی زودتر در کشت‌های پاییزه نسبت به بهاره (۱۴)، پر شدن دانه در شرایط دمایی مناسب‌تر انجام شده و نیز با خشکی‌های انتهای فصل برخورد نخواهد داشت. بنابراین، مواد فتوسنتزی بیشتر صرف پر شدن دانه گردیده و نسبت تنفس نگهداری به تنفس رشد کمتر می‌شود (۶). بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن صد دانه با درصد بقا (r=۰/۴۲**)، ارتفاع بوته (r=۰/۴۸**)، تعداد شاخه اصلی (r=۰/۳۴**) و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۲۱*) وجود داشت (جدول ۲). بنا به گزارش‌ها تأخیر در کشت از پاییز به بهار موجب کاهش ۳۲ درصدی وزن هزار دانه در نخود گردید (۱۷).




**شکل ۵- متوسط وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقا تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Figure 5- Average 100-seed weight of deci chickpea genotypes in different survival ranges under winter stress in field conditions.

مقدار زیست‌توده در بوته در میان ۲۹ ژنوتیپ مورد آزمایش، از ۱۸/۱ تا ۹۰ گرم متغیر بود و از این نظر، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش وجود داشت (P≤0.01). ژنوتیپ‌های MCC916 و MCC918 به ترتیب با ۹۰ و ۸۰ گرم در بوته و بقای ۴۵/۵ و ۶۸/۷ درصد بیشترین و ژنوتیپ MCC448 با ۱۸/۱ گرم در بوته و بقای ۱۸/۸ درصد کمترین میزان زیست‌توده در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). وزن دانه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۲/۵

تـا ۵۰ گـرم متغیـر بـود (جـدول ۱)؛ بـه طـوری کـه بیشـترین عملکـرد دانـه در بوتـه از ژنوتیـپ‌هـای MCC916 و MCC373 به‌ترتیب با ۵۰ و ۴۸ گـرم در بوتـه و بقـای ۴۵/۵ و ۶۶/۷ درصـد بـه دسـت آمـد (جدول ۱). از بین تمامی ژنوتیپ های مـورد اسـتفاده، ۲۴ درصد آن ها بیش از ۳۰ گرم در بوتـه دانـه تولیـد کردند (جدول ۱).

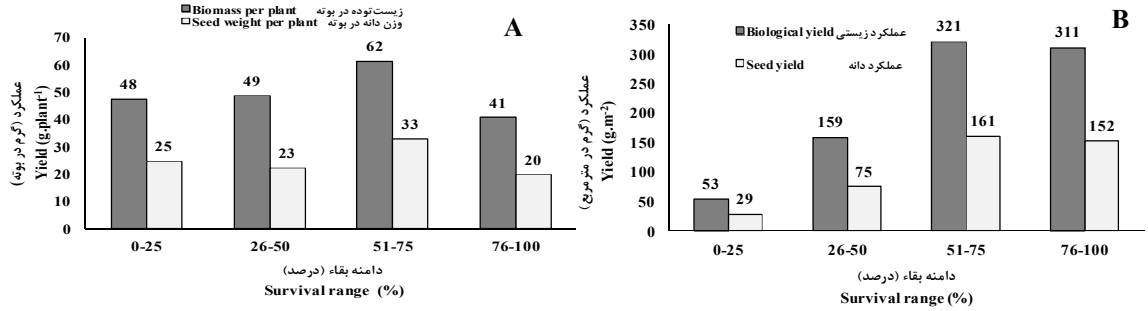
در شرایط عادی علاوه بـر ویژگـی‌هـای ژنتیکـی، عوامل محیطی ازجمله تراکم نیز بر میزان رشد و تولید زیست‌توده مؤثر است (۱۱)؛ در کشـت پـاییزه میـزان زیسـت‌تـوده و عملکـرد بـذر تحـت تـــأثیر میـزان خسـارت وارده بـه گیـاه در اثـر سـرما و قابلیـت خـودترمیمی گیـاه پـس از سـرما بسـتگی دارد (۳۰). بررسـی میـزان زیسـت‌تـوده و وزن بـذر در بوتـه در دامنه های مختلف بقا نشان داد که با افزایش درصد بقا تا ۷۵ درصد این ویژگی‌ها افزایش یافت که احتمالاً به دلیل خسـارت کمتـر و بازیافـت بهتـر در اثـر سـرما بـاشد؛ اما با افزایش بقا از ۷۵ به ۱۰۰ درصـد میـزان زیست توده در بوته و وزن بذر در بوتـه کـاهش پیـدا کرد (شکل ۶، الف). به نظر می رسد با افزایش درصد بقا و افزایش تراکم بوته در واحد سطح به دلیل رقابت بین بوته ها تولید تک بوته کاهش پیداکرده است. بـین تعـداد شـاخه فرعـی (r=۰/۶۲**)، تعـداد غـلاف در بـــوته (r=۰/۸۲**) و وزن صـد دانـه (r=۰/۲۶*) بـا میزان زیست‌توده در بوته و بین وزن دانـه در بوتـه بـا تعداد شـاخه فرعـی (r=۰/۵۵**) و تعـداد غـلاف در بوته (r=۰/۷۹**)، وزن صد دانـه (r=۰/۲۶*) و مقـدار زیست توده در بوتـه (r=۰/۹۶**) همبسـتگی مثبـت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

از نظر عملکرد زیستی، بـین ژنوتیـپ هـای نخـود دسی مورد مطالعـه تفـاوت معنـی‌داری مشـاهده شـد (جدول ۱). بیشترین عملکرد زیستی در ژنـوتیپ‌های MCC373، MCC884، MCC207 و MCC349 بـــه ترتیب با بقای ۶۶/۷، ۸۷/۵، ۸۸/۲ و ۹۵/۷ درصـد بـه دست آمد. از سوی دیگر به جز ژنوتیپ MCC908 که پس از یخ‌بندان زمستانه هـیچ گیـاه زنـده‌ای نداشـت، هشـت ژنوتیـپ MCC930، MCC911، MCC872، MCC852، MCC436، MCC509، MCC914 و MCC448 دارای عملکرد زیستی کمتر از ۱۰۰ گرم در متر مربع و بقای کمتر از ۴۰ درصد بودند (جدول ۱). بررسی تغییرات عملکرد زیستی در دامنه های متفاوت بقا نشان داد که ژنوتیـپ‌هـایی بـا بقـای بـیش از ۵۱ درصد، عملکرد زیستی بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌هایی با بقای کمتر از ۵۰ درصد داشتند (شکل ۶، ب).

میزان عملکرد بذر در ژنوتیـپ هـای نخـود دسـی تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). میـزان عملکـرد در دامنه ای بین ۲۶۶/۸ و ۶/۷ گـرم در متـر مربـع بـه ترتیب در ژنوتیپ های MCC373 و MCC852 متغیـر بـــود (جـــدول ۱). بـــه‌طـــورکلی، ۹ ژنوتیـــپ شـــــــــامل MCC373، MCC884، MCC869، MCC916، MCC349، MCC386، MCC870، MCC291 و MCC876 عملکرد بـالای ۱۵۴ گـرم در متر مربع تولید کردند و تمامی آن‌ها به غیر از ژنوتیپ MCC916 بقـــای بـــالاتر از ۶۶/۷ درصـــد داشـــتند (جـــدول ۱). با افزایش بقا از گستره ی ۲۵-۰ و ۵۰-۲۶ به ۵۱ درصد میـــزان عملکرد بذر به‌تـــرتیب ۵/۵ و ۲/۱ برابر افزایش یافت و با افزایش درصـد بقـا بـه بیش از این مقدار، میزان عملکرد شش درصد کـاهش یافت (شکل ۶، ب).

تنش یخ زدگی با ایجاد خسارت هـای فیزیکـی در گیاهان حساس موجب کاهش سطح فتوسنتزی و اندام هوایی می گردد (۱). همچنین، در مواقعی که خسارت فیزیکی قابـل مشـاهده نیسـت، برخـی از فرآینـدهای فیزیولوژیک گیاهان تحـت تـأثیر تـنش یـخ زدگـی از حالـت طبیعـی خـارج مـی‌گـردد (۱۰). خـودترمیمی گیاهان پس از تنش یخ زدگی، یکی از فرآیند های مهم

در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به یخ‌زدگی است (۵)؛ بنابراین، ژنوتیپ هایی کـه توانـایی حفـظ فرآینـدهای فیزیولوژیک و بازیافت پس از تنش را دارند، می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ های برتر مدنظر قرار گیرنـد. در ایـن مطالعه ژنوتیپ هایی که قابلیت تحمل بـه دمـای ۱۳- درجه سانتی‌گراد را دارا و از بقای مناسـبی برخـوردار بودند، توانستند زیست‌توده و عملکرد بذر بیشتری نیز تولید کنند. در این راستا بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد زیستی با بقا (r=۰/۸۴**)، ارتفاع بوتـه (r=۰/۲۵*)، تعـداد شـاخه اصـلی در بوتـه (r=۰/۲۷**)، تعداد غـلاف در بـوته (r=۰/۴۹**) و وزن صد دانه (r=۰/۴۲**) و عملکرد بذر با درصد بقـا (r=۰/۷۶**)، تعداد غلاف در بـوته (r=۰/۵۲**) وزن صد دانه (r=۰/۳۸**) و عملکرد زیسـتی (r=۰/۹۵**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۲).



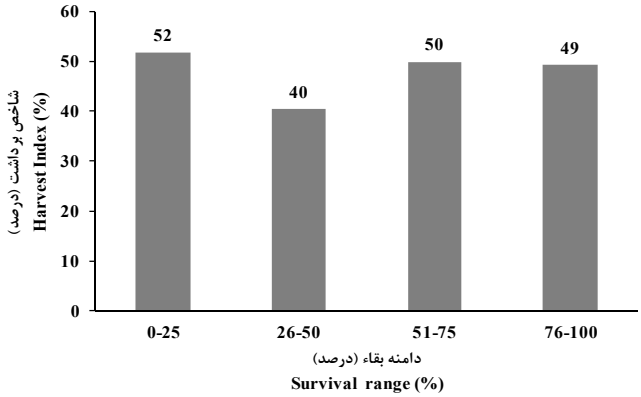

**شکل ٦- متوسط زیست‌توده و وزن دانه در بوته (الف) و عملکرد دانه و عملکرد زیستی (ب) در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقا تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Figure 6- Average biomass and seed weight per plant (A) and seed and biological yield (B) in deci chickpea genotypes in different survival ranges under winter stress in field conditions.

از نظر شاخص برداشت بین ژنوتیـپ هـای مـورد بررسی اخـتلاف معنـی‌داری (P<0.01) وجود داشـت (جـدول ۱). ژنوتیـپ‌هـای MCC373 و MCC872 به‌ترتیب با ۶۱/۵ و ۶۱/۱ درصـد، بیشـترین شـاخص برداشت و ژنوتیـپ‌هـای MCC852 و MCC436 بـه ترتیب با ۱۲ و ۲۶ درصد، کمتـرین میزان شـاخـص برداشـت را دارا بودنـد (جدول ۱). در بین دامنه هـای بقاء نیز بیشـترین شـاخص برداشـت (۵۲ درصـد) از دامنه بقـاء ۲۵-۰ درصـد بـه دسـت آمـد (شـکل ۷). شاخص برداشت در ۱۳/۸ درصد ژنوتیپ‌هـا کمتـر از ۳۰ درصد و در ۵۵/۲ درصد ژنوتیپ‌ها ۵۰ درصـد یـا بیش از آن بود (جدول ۱).

همبستگی معنـی‌داری بـین شـاخص برداشـت بـا درصد بقا (r=۰/۲۹**)، تعداد شـاخه فرعـی در بوتـه (r=۰/۳۱**)، تعداد غلاف در بوتـه (r=۰/۴۹**)، وزن صـد دانـه (r=۰/۴۵**)، میـزان زیسـت‌تـوده در بوتـه (r=۰/۴۵**)، وزن دانه در بوته (r=۰/۵۷**)، عملکـرد زیستی (r=۰/۴۰**) و عملکرد دانه (r=۰/۴۳**) وجود داشت (جدول ۲). در ارزیابی انجام شده روی تحمـل به سرمای نخـود گـزارش شـد کـه در هفـت درصـد ژنوتیپ‌ها شاخص برداشت کمتـر از ۲۰ درصـد و در ۱۰ درصد آن‌ها بیش از ۴۱ درصد بـوده اسـت (۲۱). وجود رابطه مثبـت و معنـی دار بـین تعـداد غـلاف و شاخص برداشت (r=۰/۴۹**)، نشان می دهد که تعداد غلاف به‌عنوان یـک جـزء زایشـی مـؤثر در شـاخص برداشـت بـوده و ژنوتیـپ‌هـای دارای غـلاف بیشـتر، شـاخص برداشـت بیشـتری داشـتند. به نظر می‌رسد بـــاوجود اینکـــه با افزایش درصد بقا، هر دو صفت

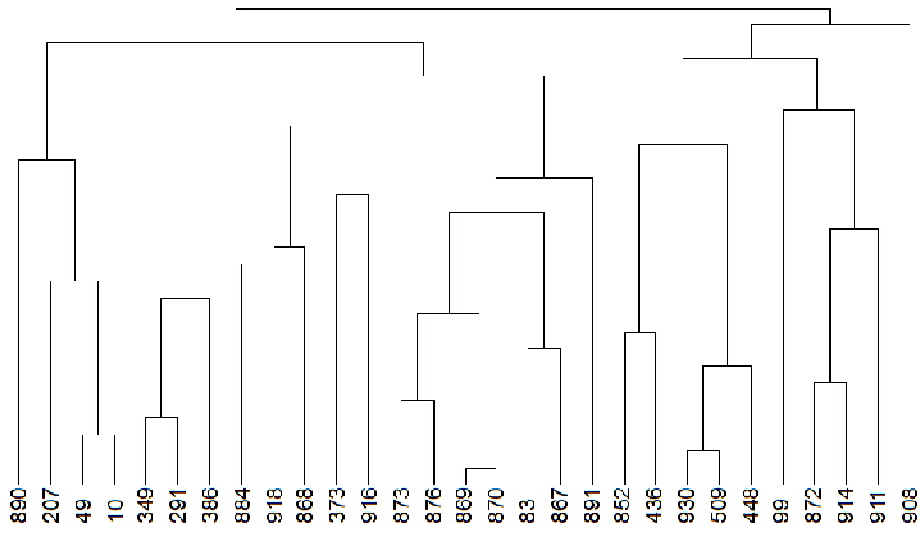
عملکرد زیستی و عملکرد دانه افزایش‌یافته ولی شاخص برداشت بهبود یافته است. افزایش عملکرد دانه بیش از صفت دیگر بوده و لذا




**شکل ۷- متوسط شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های نخود دسی در دامنه‌های مختلف بقا تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Figure 7- Average harvest index of deci chickpea genotypes in different survival ranges under winter stress in field conditions.

بر اساس تجزیه خوشه‌ای صفات مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های نخود دسی مورد بررسی به چهار گروه تقسیم شدند (شکل ۸) در گروه اول چهار ژنوتیپ، در گروه دوم هشت ژنوتیپ، در گروه سوم هفت ژنوتیپ و در گروه چهارم ۱۰ ژنوتیپ قرار گرفتند. مقایسه میانگین گروه‌ها با میانگین کل نشان داد که درصد بقا در گروه اول، دوم و سوم نسبت به میانگین کل برتری داشت و تنها در گروه چهارم پایین‌تر از میانگین کل بود (جدول ۳).




**شکل ۸- گروه‌بندی خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود دسی بر اساس صفات مورد مطالعه تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Figure 8- Cluster grouping of deci chickpea genotypes based on studied characteristic under winter stress in field conditions.

در گروه اول صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، زیست‌توده، وزن بذر در بوته و شاخص برداشت در سطح پایین‌تری نسبت به میانگین کل قرار داشتند. بررسی میانگین و انحراف از میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در گروه دوم نشان داد که تنها صفت تعداد شاخه اصلی در بوته پایین‌تر از حد میانگین کل بود. در گروه چهارم تمامی صفات میانگینی کمتر از میانگین کل نشان دادند (جدول ۳). با توجه به وجود تنش سرما در مناطق سردسیر کشور لزوم گزینش ژنوتیپ‌هایی با درصد بقا و پتانسیل عملکرد بالا و سایر ویژگی‌های مناسب زراعی بیش از بیش آشکار می‌گردد. نتایج این گروه‌بندی نشان داد که می‌توان از ژنوتیپ‌های نخود دسی گروه اول و دوم در پروژه‌های اصلاحی جهت استفاده از صفات برتر آن‌ها ازجمله تحمل به سرمای زمستان بهره برد.

**جدول ۳- میانگین و انحراف از میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های نخود دسی تحت تنش زمستان در شرایط مزرعه.**

Table 3- Mean and deviation from mean of groups in cluster analysis for traits in deci chickpea genotypes under winter stress in field conditions.

| | Group گروه | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| ژنوتیپ Genotypes (MCC) | 890, 207, 49, 10 | | 349, 291, 386, 884, 918, 868, 373, 916 | | 873, 876, 869, 870, 83, 867, 891 | | 852, 436, 930, 509, 448, 99, 872, 914, 911, 908 | |
| | میانگین گروه | اختلاف از میانگین | میانگین گروه | اختلاف از میانگین | میانگین گروه | اختلاف از میانگین | میانگین گروه | اختلاف از میانگین |
| صفات Traits | Group mean | Deviation from mean | Group mean | Deviation from mean | Group mean | Deviation from mean | Group mean | Deviation from mean |
| درصد بقاء Survival (%) | 86.4 | 28.4 | 69.9 | 11.9 | 83.1 | 25.1 | 19.5 | -38.5 |
| ارتفاع بوته Plant height (cm) | 44.7 | 15.2 | 32.5 | 3.00 | 25.1 | -4.40 | 24.1 | -5.40 |
| تعداد شاخه اصلی در بوته No. of Main branches ($plant^{-1}$) | 6.30 | 3.10 | 2.80 | -0.40 | 2.80 | -0.30 | 2.40 | -0.70 |
| تعداد شاخه فرعی در بوته No. of secondry branches ($plant^{-1}$) | 11.2 | -6.40 | 21.6 | 4.00 | 18.1 | 0.60 | 16.5 | -1.10 |
| تعداد غلاف در بوته Pod No. ($plant^{-1}$) | 120.9 | -29.6 | 229.9 | 79.3 | 143.9 | -6.70 | 103.9 | -46.6 |
| وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (g) | 23.3 | 4.10 | 19.8 | 0.60 | 20.5 | 1.30 | 16.1 | -3.10 |
| زیست‌توده (گرم در بوته) Biomass ($g.plant^{-1}$) | 40.7 | -5.40 | 65.4 | 19.2 | 41.1 | -5.00 | 36.5 | -9.70 |
| وزن دانه (گرم در بوته) Seed weight ($g.plant^{-1}$) | 15.4 | -7.60 | 35.7 | 12.8 | 21.4 | -1.60 | 16.9 | -6.10 |
| زیست‌توده (گرم در متر مربع) Biological yield ($g.m^{-2}$) | 290.8 | 69.9 | 340.4 | 119.5 | 276.2 | 55.2 | 58.7 | -162.2 |
| عملکرد (گرم در متر مربع) Seed yield ($g.m^{-2}$) | 110.7 | 2.00 | 178.6 | 69.9 | 146 | 37.3 | 25.8 | -82.9 |
| شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%) | 39.1 | -6.80 | 52.6 | 6.70 | 52.6 | 6.70 | 38.6 | -7.30 |

## نتیجه‌گیری کلی

بررسی ژنوتیپ‌های نخود دسی در شرایط مزرعه نشان داد که با وجود سرمای نسبتاً شدید (۱۳- درجه سانتی گراد) اکثر ژنوتیپ ها قادر به تحمل شرایط زمستان سال آزمایش بودند و تنها ژنوتیپ MCC908 به طور کامل از بین رفت. به نظر می‌رسد که جهت مطالعه بهتر واکنش ژنوتیپ های مورد مطالعه به تنش های زمستانه،

ارزیابی این ژنوتیپ ها در طول چند سال و در چند منطقه ضروری است. علاوه بر این جهت ارزیابی دقیق واکنش این ژنوتیپ‌ها به تنش یخزدگی آزمون یخزدگی در شرایط کنترل شده نیز مفید خواهد بود. به‌طورکلی، می‌توان بیان کرد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ MCC349 با دارا بودن درصد بقا، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه و زیست‌توده بالا، ژنوتیپ مناسبی جهت کشت در این منطقه است.

## منابع


1. Adam, S., and Murthy, S.D.S. 2014. Effect of cold stress on photosynthesis of plants and possible protection mechanisms. In Approaches to Plant Stress and their Management, Springer, New Delhi, Pp: 219-226.
2. Adamsen, F.J., and Coffelt, T.A. 2005. Planting date effects on flowering seed yield, and oil content of repe and crambe cultivars. Ind. Crop Prod. 21: 3. 293-307.
3. Akbarinia, A., Khosravifard, M., Rezaii, M.B., and Sharfi Ashoorabad. E. 2005. Comparison of fall and spring cultivation on seed yield of some medicinal plant under irrigation and no-irrigation conditions. Iranian J. Medicinal Aromatic Plants Rese. 21: 3. 319-334. (In Persian)
4. Anonymous, 2016. Statistics Agriculture. The first volume. Horticultural and Agricultural Products. Tehran. Iran. (In Persian)
5. Arslan, Ö., Eyidoğan, F., and Ekmekçi, Y. 2018. Freezing tolerance of chickpea: biochemical and molecular changes at vegetative stage. Biol. Plantarum. 62: 1. 140-148.
6. Atkin, O.K., Bruhn, D., and Tjoelker, M.G. 2005. Response of plant respiration to changes in temperature: mechanisms and consequences of variations in $Q_{10}$ values and acclimation. In Plant respiration, Springer, Dordrecht, Pp: 95-135.
7. Bridger, G.M., Falk, D.E., McKersie, B.D., and Smith, D.L. 1996. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. Crop Sci. 36: 1. 150-157.
8. Chohan, A., and Raina, S.K. 2011. Comparative studies on morphological and biochemical characters of chickpea genotypes under chilling stress. J. Environ. Biol. 39: 2. 189-194.
9. Fowler, D.B., and Gusta, L.V. 1979. Selection for winterhardiness in wheat. I. Identification of genotypic variability. Crop Sci. 19: 6. 769-772.
10. Hajihashemi, S., Noedoost, F., Geuns, J.M., Djalovic, I., and Siddique, K.H. 2018. Effect of cold stress on photosynthetic traits, carbohydrates, morphology, and anatomy in nine cultivars of *Stevia rebaudiana*. Front. Plant Sci. 9: 1430.
11. Jiang, X., Tong, L., Kang, S., Li, F., Li, D., Qin, Y., Shi, R., and Li, J. 2018. Planting density affected biomass and grain yield of maize for seed production in an arid region of Northwest China. J. Arid Land. 10: 2. 292-303.
12. Kemal, S.A., Krimi Bencheqroun, S., Hamwieh, A., and Imtiaz, M. 2017. Effects of temperature stresses on the resistance of chickpea genotypes and aggressiveness of didymella rabiei isolates. Front. Plant Sci. 8: 1607.
13. Keykha Akhar, F., Bagheri, A., Moshtaghi, N., and Nezami, A. 2011. The effect of gamma radiation on freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at in vitro culture. JBES. 5: 14. 63-70.
14. Lopez-Bellido, F.J., Lopez-Bellido, J., Kasem Khalil, S., and Lopez-Bellido, L. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean conditions. Agron. J. 100: 4. 954-964.
15. Moghimi, N., Nezami, A., and Nabati, J. 2016. Evaluation of cold taloerance of chickpea genotypes in Mashhad conditions. The 6th Iranian pulse crops

symposium. 5 May. Khorram abad, Iran. (In Persian)
16. Mohammad Nejad, Y., Soltani, A., Sayyedi, F., Zeinali, E., and Faraji, A. 2006. The proportion on main stem and branches on yield of chickpea at various planting dates and densities. J. Agric. Nat. Resour. 13: 2. 115-122. (In Persian)
17. Moosavi, S.K., and Pezeshkpoor, P. 2006. Evaluation of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. IJFCR. 4: 1. 141-154. (In Persian)
18. Najib Niya, S., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2008. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting. IJFCR. 6: 1. 183-192. (In Persian)
19. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turk. J. Agric. For. 27: 6. 345-352.
20. Sedaghatkhah, H., Parsa, M., Nezami, A., Bagheri, A., and Porsa, H. 2013. Evaluating of the morphological and phenological characteristics of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes at Entezary sowing in Mashhad conditions. IJPR. 3: 1. 41-52. (In Persian)
21. Sedaghatkhahi, H., Parsa, M., Nezami, A., Porsa, H., and Bagheri, A.R. 2011. Evaluating yield components and yield of cold tolerant genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Entezary Sowing in Mashhad. IJFCR. 9: 3. 322-330. (In Persian).
22. Seyedi, M., Azadbakht, A., and Fesahat, A. 2018. Evaluation of growing properties, yield and component yield of three chickpea cultivar in waiting and spring sowing. J. Agron. Plant Breeding. 14: 1. 73-86. (In Persian)
23. Singh, K.B. 1997. Chickpea (*Cicer arientinum* L.). Field Crops Res. 53: 1-3. 161-170.
24. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. John Wiley and Sons. 488p.
25. Singh, K.B., and Saxena, M.C., and Gridley, B.E. 1984. Screening chickpea for cold tolerance and frost resistance. p. 167-177. In M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.) Ascochyta Blight and winter sowing of chickpeas. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publ. The Netherlands.
26. Singh, K.B., Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. Crop Sci. 29: 2. 282-285.
27. 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: 1-2. 137-149.
28. 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. Agron. J. 89: 1. 112-118.
29. Sio-Se Mardeh, A., Gholami, S., Bahramnejad, B., Kanouni, H., and Sadeghi, F. 2014. Effect of drought stress on compatible osmolytes content, enzyme activity and grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L) genotypes. IJCS. 16: 2. 109 -124. (In Persian).
30. Thakur, P., Kumar, S., Malik, J.A., Berger, J.D., and Nayyar, H. 2010. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: An overview. Environ. Exp. Bot. 67: 3. 429-443.