

## ارزیابی کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) متحمل به سرما در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد

احمد نظامی<sup>۱\*</sup> - حسین صداقت‌خواهی<sup>۲</sup> - حسن پُرسا<sup>۳</sup> - مهدی پارسا<sup>۴</sup> - عبدالرضا باقری<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲

تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۶

### چکیده

به منظور ارزیابی خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در کشت پاییزه و در شرایط آبیاری تکمیلی، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. در این مطالعه، ۹ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما به همراه رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ به عنوان شاهد (رقم نخود رایج در کشور)، در ابتدای آبان‌ماه در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با انجام سه نوبت آبیاری (بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز پس از آبیاری اول و در زمان گل‌دهی)، مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج در حالی که شاهد آزمایش در همان مرحله گیاهچه‌ای بر اثر سرما کاملاً از بین رفت، تفاوت میان ژنوتیپ‌های متحمل به سرما از نظر خصوصیات اندازه‌گیری شده شامل طول دوره رویشی، ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه) و همچنین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، معنی‌دار بود ( $P \leq 0.05$ ). همبستگی بین عملکرد دانه با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.71^{**}$ ) و گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.68^{**}$ )، مثبت و معنی‌دار بود. ژنوتیپ MCC۲۹۱ با ۲۳۱ گرم در مترمربع، بالاترین عملکرد دانه را داشت و نمونه‌های MCC۳۴۹ و MCC۲۰۷ به ترتیب با ۲۲۹ و ۲۱۷ گرم در مترمربع، در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با توجه به میانگین عملکرد نخود در کشور (۴۱۰ کیلوگرم در هکتار)، به نظر می‌رسد بیشتر نمونه‌های ارزیابی شده در این آزمایش، از عملکردهای مناسبی در شرایط کاشت پاییزه برخوردار باشند.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تحمل به سرما، ژنوتیپ نخود، عملکرد دانه، فنولوژی، مورفولوژی

### مقدمه

تولیدکننده، نسبت به متوسط عملکرد جهانی (۷۹۸ کیلوگرم در هکتار)، آسیا (۷۷۶ کیلوگرم در هکتار) و کشورهای مانند ترکیه (۱۰۴۷ کیلوگرم در هکتار) و سوریه (۷۵۷ کیلوگرم در هکتار)، بسیار پایین‌تر است (۱۲). از عوامل مهم مؤثر در پایین بودن عملکرد نخود در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران می‌توان به عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، کاشت آنها در اراضی حاشیه‌ای، به کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و بروز تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طی فصل رشد، اشاره کرد (۱). در اغلب نقاط غرب آسیا و از جمله ایران، کشت نخود عمدتاً به‌طور سنتی و در بهار انجام می‌گیرد. در نتیجه، گیاه در طول فصل رشد به‌خصوص در مراحل پایانی، با تنش‌های غیرزیستی مانند افزایش دما و کاهش رطوبت خاک مواجه می‌شود (۱۹).

تجربه کشت زمستانه نخود در نواحی مدیترانه‌ای، منجر به افزایش دوره رشد رویشی و قرار گرفتن دوره رشد زایشی گیاه در

بر اساس آمار گزارش شده توسط سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۰۷، در میان حدود ۵۱ کشور تولیدکننده نخود در دنیا، ایران با دارا بودن ۷۵۵ هزار هکتار سطح زیر کشت (حدود ۶/۵٪ از سطح زیر کشت جهانی)، پس از کشورهای هند و پاکستان، در مقام سوم قرار دارد (۱۲). بر اساس همین آمار، عملکرد نخود در ایران با حدود ۴۱۰ کیلوگرم در هکتار و با قرار داشتن در رتبه ۴۷ در میان کشورهای

۱، ۴ و ۵- به ترتیب اعضای هیئت علمی دانشکده کشاورزی و پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

(\*)- نویسنده مسئول: (Email: Nezamiahmad@yahoo.com)

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

شرایط مناسب رطوبتی و حرارتی شده است. همچنین ارتفاع گیاه، کارایی مصرف آب و میزان تثبیت نیتروژن افزایش یافته و عملکرد نیز با ثبات‌تر و برداشت مکانیزه آن امکان‌پذیر شده است (۱۹). بررسی‌ها نشان می‌دهند در صورتی که از ارقام مقاوم به سرما و بیماری برق‌زدگی استفاده شود، کشت زمستانه نخود نسبت به کشت بهاره، برتری دارد (۱۹). در همین راستا محققان، تعداد زیادی ژرم‌پلاسم و لاین اصلاحی متحمل به سرمای نخود را شامل تعدادی لاین متحمل به سرما و مناسب برای کاشت زمستانه در نواحی مدیترانه‌ای، شناسایی کرده‌اند (۲۰). باید توجه کرد که اکثر آزمایشات در رابطه با کشت پاییزه و زمستانه نخود، در مناطق پست و نیمه‌مرتفع آسیا در شرایط زمستان بدون برف و دماهای بیشتر از  $-10$  درجه سانتی‌گراد بوده است، در صورتی که در نواحی مرتفع غرب آسیا، در زمستان پوشش برف وجود داشته و دما نیز معمولاً به کمتر از  $-10$  درجه سانتی‌گراد می‌رسد (۱۸). اگرچه کشت زمستانه نخود در مناطق مدیترانه‌ای دارای مزایای بسیاری نسبت به کشت بهاره می‌باشد، هنوز این نوع کشت در مناطق مرتفع از جمله ایران به دلیل نبود ارقام مقاوم به سرما مرسوم نیست (۱۰).

محققان اظهار داشته‌اند در مناطقی که میزان بارندگی کمتر از  $400$  میلی‌متر است و کشت بهاره نخود ممکن نیست، به دلیل افزایش توان استفاده گیاه از آب در کشت زمستانه، می‌توان آن را به صورت دیم در زمستان کشت کرد (۱۷). در آزمایشی در ترکیه، تأثیر نزولات جوی زمستانه بر عملکرد ژنوتیپ‌های نخود در شرایط دیم در کشت بهاره و کشت پاییزه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد در شرایط کشت زمستانه،  $53\%$  افزایش یافت و ژنوتیپ Flip۹۲-۱۵۴C به عنوان مقاوم‌ترین لاین در برابر خشکی در شرایط مزرعه معرفی شد (۲۱).

همچنین آزمایشات مختلفی در رابطه با تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد نخود در نقاط مختلف انجام شده است. از جمله طی آزمایشی در تبریز، سه نمونه نخود تحت رژیم‌های مختلف آبیاری شامل آبیاری کامل و آبیاری محدود (یک نوبت آبیاری در یکی از مراحل فنولوژیک شاخه‌دهی، گل‌دهی یا تشکیل نیام) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد ( $257$  گرم در مترمربع) در تیمار آبیاری کامل به دست آمد و در تیمار آبیاری محدود، گیاهان آبیاری شده در مرحله تشکیل نیام، عملکرد بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر داشتند (۵).

در ایران و در یک آزمایش مقدماتی در منطقه دیم شمال خراسان، امکان کشت پاییزه-زمستانه نخود در دو سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ و ۷۶-۱۳۷۵ مورد بررسی قرار گرفت. با وجود تلفات زیاد گیاهان در کاشت زمستانه به‌ویژه در شرایط کمبود بارندگی، پتانسیل خوب عملکرد گیاهان در کشت زمستانه نسبت به بهاره، مشاهده شد (۳). در ادامه این آزمایش، تحمل به سرمای  $530$  نمونه نخود در دو سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸-۱۳۷۷ در یک آزمایش مزرعه‌ای در

مشهد با هدف شناسایی منابع متحمل به شرایط سخت زمستان در مناطق مرتفع، مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی نشان داد که  $64$  نمونه در هر دو سال از نظر بقاء پس از زمستان، بسیار متحمل به سرما بودند. در این بررسی بر اساس شاخص درصد بقاء،  $30$  نمونه شامل ۱۹ نمونه از تیپ کابلی و ۱۱ نمونه از تیپ دسی انتخاب شدند (۱۱). در ادامه بررسی‌های انجام شده،  $33$  نمونه نخود (شامل  $30$  نمونه نخودهای متحمل به سرما حاصل آزمایش‌های قبلی در شرایط مشهد، دو نمونه از ایکاردا و یک نمونه حساس به سرما)، در دو منطقه جلگه رُخ و همدان به‌عنوان مناطق مرتفع و سرد کشور، در دو سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج در جلگه رُخ حاکی از آن بود که تمامی نمونه‌ها بر اثر سرمای شدید زمستان طی دو سال، از بین رفتند. نتایج به‌دست آمده در همدان متفاوت با نتایج حاصل از جلگه رُخ بود به‌طوری‌که عملکرد دانه در سال اول آزمایش از صفر تا  $245$  و در سال دوم از  $148$  تا  $456$  گرم در مترمربع متفاوت بود. در این آزمایش، ۹ نمونه برتر از نظر عملکرد مشخص شدند (۲).

در آزمایش حاضر که به‌منظور تکمیل مطالعات انجام شده در گذشته انجام گرفت، ۱۰ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما (شامل ۹ نمونه برتر شناسایی شده در مطالعات انجام شده در همدان همراه با رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ به‌عنوان شاهد)، تحت شرایط آبیاری تکمیلی مورد بررسی بیشتر قرار گرفتند.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی  $36$  درجه و  $16$  دقیقه شمالی و طول جغرافیایی  $59$  درجه و  $38$  دقیقه شرقی و ارتفاع  $985$  متر از سطح دریا، انجام گرفت.

در این آزمایش، ۹ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما همراه با رقم کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (رقم نخود رایج در کشور) به‌عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، مورد بررسی گرفتند. این ۹ ژنوتیپ، نمونه‌های برتر از نظر تحمل به سرما با عملکرد بالا حاصل از آزمایشات انجام شده قبلی در مشهد (۱۱) و همدان (۲) بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل یک مرحله شخم برگردان دار، دو مرحله دیسک عمود بر هم، تسطیح، پخش  $200$  کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات آمونیوم و ایجاد ردیف‌هایی با فاصله  $50$  سانتی‌متر، انجام شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول سه متر بود. عملیات کاشت در چهارم آبان‌ماه انجام شد و طی آن بذور با فاصله کم و مقدار بیشتر کشت شد تا تراکم نهایی پس از تنک کردن، به  $40$  بوته در مترمربع برسد. برای اطمینان از سبز شدن یکنواخت و سریع بذور، دو نوبت آبیاری، یکی بلافاصله بعد از کشت و دیگری ۲۰ روز

SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Power Point انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## نتایج و بحث

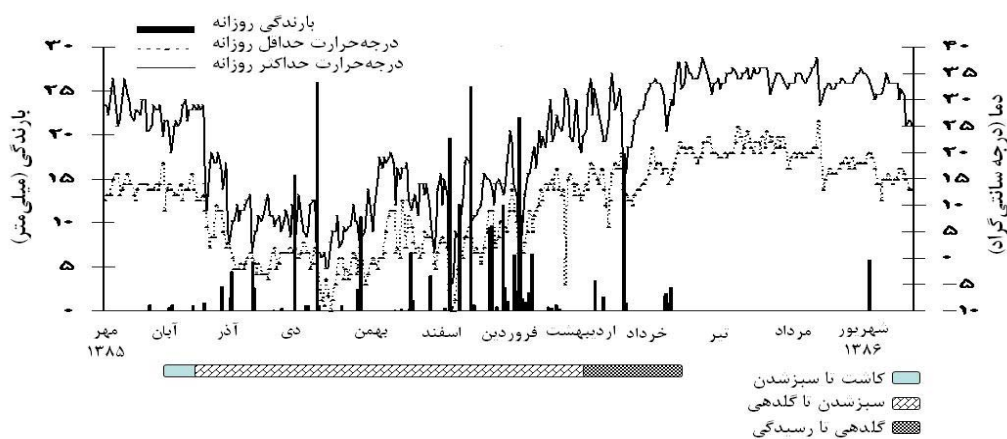
**خصوصیات آب و هوایی:** بر اساس داده‌های هواشناسی، گیاهان در فاصله کاشت تا سبزشدن در معرض دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار نگرفتند (شکل ۱). در طی مدت رشد رویشی (سبز شدن تا گل‌دهی)، ۶۴ شب با دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد که پایین‌ترین درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طول این مدت، ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود که سه بار (۱۴ دی، ۸ و ۹ اسفند ماه) به‌وقوع پیوست. همچنین سرمای دیررس بهاره (۵- درجه سانتی‌گراد در ۳۰ فروردین ماه) در اواخر رشد رویشی و همزمان با آغاز گل‌دهی، به‌وقوع پیوست. مجموع میزان بارندگی در طی دوره کاشت تا برداشت، ۲۶۷ میلی‌متر بود که در طی ۵۹ مورد بارندگی رخ داد (شکل ۱). تعداد بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر، ۹ مورد بود که در طی ماه‌های آذر، دی، اسفند، فروردین و اردیبهشت‌ماه اتفاق افتاد. لازم به ذکر است که تمامی گیاهان مربوط به شاهد آزمایش در تمام کرت‌ها در مرحله گیاهچه‌ای بر اثر سرمای زمستان از بین رفتند و به این ترتیب نمونه شاهد در تجزیه داده‌ها وارد نشد.

### خصوصیات فنولوژیک

**تعداد روز از کاشت تا سبزشدن:** بر اساس نتایج، تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن در میان نمونه‌های مورد آزمایش، از ۸ تا ۱۴ روز متغیر بود (جدول ۱).

پس از آن انجام گرفت. آخرین آبیاری نیز در زمان گل‌دهی انجام شد. به‌منظور تعیین درصد بقاء، تعداد بوته‌های موجود در هر کرت در دو نوبت یکی پس از سبز شدن و دیگری پس از سرمای زمستان (شکل ۱) در اوایل فروردین‌ماه شمارش شد. در این مطالعه جهت تعیین تحمل به سرما و درصد بقاء زمستانه نمونه‌ها، از روش سینگ و همکاران (۱۹۸۴) استفاده شد. در این روش از درجات ۱ تا ۵ به صورت: درجه ۱= زنده ماندن تمام گیاهان، بسیار متحمل؛ ۲= زنده ماندن ۶۷-۹۹ درصد از گیاهان، متحمل؛ ۳= زنده ماندن ۳۴-۶۶ درصد از گیاهان، نسبتاً متحمل؛ ۴= زنده ماندن ۱-۳۳ درصد از گیاهان، حساس و ۵= از بین رفتن تمام گیاهان، بسیار حساس استفاده شد (۱۸). مرحله رشدی گیاه قبل از زمستان بر اساس تعداد گره دارای برگ حقیقی کاملاً باز شده در ساقه اصلی در سه بوته که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند، در هر کرت تعیین شد. مراحل فنولوژیک بر اساس تاریخ ۵۰ درصد سبز شدن، گل‌دهی و رسیدگی ثبت گردید (۱۳). تیپ رشدی بر اساس زاویه ساقه نسبت به حالت عمودی و در زمان برداشت، به این ترتیب تعیین شد که زاویه ۰ تا ۲۵ درجه= ایستاده، ۲۶ تا ۷۴ درجه= نیمه ایستاده و زاویه ۷۵ تا ۹۰ درجه= خوابیده، در نظر گرفته شد. در انتهای فصل رشد، بوته‌های موجود در هر کرت شمارش شده و سپس با گزینش چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی، صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته (فاصله یقه تا انتهای‌ترین گره ساقه اصلی) و تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، همچنین اجزای عملکرد دانه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه، اندازه‌گیری شد. همچنین با برداشت محصول کل کرت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت برای تمام کرت‌ها، اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای Excel و



شکل ۱- درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه و بارندگی روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی نمونه‌های نخود در کشت پاییزه در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

چند رقم نخود در شرایط دیم شمال خراسان در سه تاریخ کاشت ۱۳ آذر، ۱۳ دی و ۱۵ فروردین، نشان دادند که طول دوره رشد زایشی (گل‌دهی تا رسیدگی) نخود در کاشت‌های پاییزه (۱۳ آذر و ۱۳ دی)، به مدت ۶ روز بیشتر از کاشت ۱۵ فروردین بود. بنا به اظهار این محققان، شرایط خشکی و وقوع دماهای بالا در انتهای فصل رشد همزمان با شروع گل‌دهی در گیاهان کاشت بهاره مانع از رشد این گیاهان و توسعه زایشی آنها گردید.

### خصوصیات مورفولوژیک

**تیپ رشدی در زمان برداشت:** در این مطالعه، ژنوتیپ‌ها از نظر تیپ رشدی دارای تنوع بودند به طوری که نمونه‌های MCC۲۹۱، MCC۳۴۹، MCC۳۸۶ و MCC۴۳۶، ایستاده، نمونه‌های MCC۴۹، MCC۲۰۷ و MCC۳۷۳، نیمه ایستاده و نمونه‌های MCC۸۳ و MCC۵۰۹، دارای تیپ رشدی خوابیده بودند.

**ارتفاع بوته:** ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها در پایان فصل رشد از ۳۲ تا ۵۰ سانتی‌متر متفاوت بود و از این نظر تفاوت معنی‌داری در بین آنها وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ MCC۵۰۹ با ۵۰ سانتی‌متر و MCC۳۴۹ با ۳۲ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند که از این نظر اختلاف معنی‌داری با برخی از ژنوتیپ‌ها داشتند (شکل ۲، الف). در این مطالعه، همبستگی میان صفت ارتفاع بوته با طول دوره کاشت تا گل‌دهی ( $r = 0.87^{**}$ ) و نیز گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.89^{**}$ )، مثبت و معنی‌دار بود.

تفاوت نمونه‌ها با شاهد آزمایش و نیز نمونه‌ها با یکدیگر، از این نظر معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بیشترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در MCC۳۷۳ با ۱۴ روز مشاهده شد که نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر، به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین ژنوتیپ MCC۳۴۹ با ۸ روز کمترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن را داشت که از این نظر، تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های MCC۴۹، MCC۸۳، MCC۲۹۱، MCC۳۷۳ و MCC۳۸۶ داشت (جدول ۱). طول زمان بین کاشت تا سبز شدن در مورد شاهد آزمایش نیز ۹ روز بود.

**تعداد روز از سبز شدن تا گل‌دهی:** بر اساس نتایج، تعداد روز از سبز شدن تا گل‌دهی در بین نمونه‌های مورد آزمایش، از ۲۰۳ تا ۲۱۲ روز متغیر بود به طوری که تفاوت آنها با یکدیگر از نظر این صفت، معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ‌های MCC۴۳۶ و MCC۳۸۶ به ترتیب با ۲۱۲ و ۲۰۳ روز، بیشترین و کمترین تعداد روز از سبز شدن تا گل‌دهی را دارا بودند (جدول ۱).

**تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدگی:** تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدگی در میان نمونه‌ها ۴۱ تا ۴۷ روز متغیر بود و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از این نظر معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بر این اساس، نمونه MCC۲۰۷ با ۴۷ روز و ژنوتیپ‌های MCC۴۳۶ و MCC۵۰۹ هر یک با ۴۶ روز، بیشترین و نمونه‌های MCC۳۷۳ و MCC۳۸۶ هر یک با ۴۱ روز، کمترین تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدگی را دارا بودند (جدول ۱). همبستگی میان صفت تعداد روز از گل‌دهی تا رسیدگی با صفت تعداد روز از سبز شدن تا گل‌دهی، مثبت و معنی‌دار بود ( $r = 0.99^{**}$ ). پُرسا و همکاران (۴) با مقایسه کشت پاییزه و بهاره

جدول ۱- خصوصیات فنولوژیک ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

ژنوتیپ (شماره MCC)	کاشت تا سبز شدن (روز)	سبز شدن تا گل‌دهی (روز)	گل‌دهی تا رسیدگی (روز)
MCC۴۹	۱۱ bc	۲۰۶ cd	۴۳ b
MCC۸۳	۱۱ bc	۲۰۴ d	۴۳ b
MCC۲۰۷	۹ def	۲۱۰ ab	۴۷ a
MCC۲۹۱	۱۰ cde	۲۰۹ bc	۴۳ b
MCC۳۴۹	۸ f	۲۰۵ cd	۴۳ b
MCC۳۷۳	۱۴ a	۲۰۴ d	۴۱ c
MCC۳۸۶	۱۲ b	۲۰۳ d	۴۱ c
MCC۴۳۶	۸ ef	۲۱۲ a	۴۶ a
MCC۵۰۹	۹ def	۲۰۹ ab	۴۶ a
کرج (۳۱-۶۰-۱۲ شاهد) <sup>*</sup>	۹ def	-	-

<sup>\*</sup> تمامی نمونه‌های مربوط به شاهد آزمایش در مرحله گیاهچه‌ای از بین رفتند.

- اعدادی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

**تعداد شاخه در بوته:** تعداد شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از ۴ تا ۱۷ شاخه متغیر بود به طوری که تفاوت معنی‌داری میان آنها مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ MCC۴۳۶ با ۱۷ شاخه و نمونه MCC۳۴۹ با ۴ شاخه، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه در بوته را داشتند (شکل ۲، ب). در مطالعه حاضر، همبستگی میان تعداد شاخه در بوته با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.67^{**}$ )، گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.68^{**}$ ) و ارتفاع بوته ( $r = 0.76^{**}$ )، مثبت و معنی‌دار بود. بر این اساس، گیاهانی که طول دوره رویشی و زایشی بیشتری داشتند، از فرصت مناسبی جهت گسترش شاخه‌های خود برخوردار بوده و لذا تعداد بیشتری شاخه تولید نمودند. اُردمیر و کاراداو (۱۶) با مقایسه ژنوتیپ‌های نخود در کشت‌های پاییزه و بهار در ترکیه بیان کردند که تعداد شاخه‌های فرعی در کشت پاییزه، بیشتر از کشت بهار می‌باشد. آنها دلیل این امر را افزایش طول دوره رشد در کشت پاییزه عنوان کردند. در این آزمایش نیز ژنوتیپ‌های با طول دوره رویشی و زایشی بیشتر، از تعداد شاخه فرعی بیشتری نیز برخوردار بودند.

**مجموع طول شاخه‌ها در بوته:** مجموع طول شاخه‌ها در بوته ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۱۳ تا ۳۹۵ سانتی‌متر متغیر بود و لذا تفاوت‌های آماری معنی‌داری از این نظر در میان نمونه‌ها مشاهده شد ( $p \leq 0.05$ ). بر این اساس، ژنوتیپ MCC۵۰۹ با ۳۹۵ سانتی‌متر و MCC۳۴۹ با ۱۱۳ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول شاخه در بوته را به خود اختصاص دادند (شکل ۲، ج). در این آزمایش همبستگی صفت مجموع طول شاخه‌ها در بوته با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.65^{**}$ )، طول دوره گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.67^{**}$ ) و نیز ارتفاع بوته ( $r = 0.78^{**}$ )، مثبت و معنی‌دار بود. در آزمایش نجیب‌نیا و همکاران (۹)، که بر روی ۱۵۲ نمونه نخود متحمل به سرما در کشت پاییزه انجام شد، طول شاخه‌ها در بوته از ۱۳۳ تا ۱۳۰۰ سانتی‌متر متغیر بود.

### اجزای عملکرد و عملکرد

**درصد بقاء:** درصد بقاء در ژنوتیپ‌ها از ۲۲ تا ۸۳ درصد متفاوت بود (جدول ۲) که سبب شد تفاوت معنی‌داری میان آنها مشاهده شود ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ MCC۳۸۶ با ۸۳ درصد و MCC۴۳۶ با ۲۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد بقاء را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

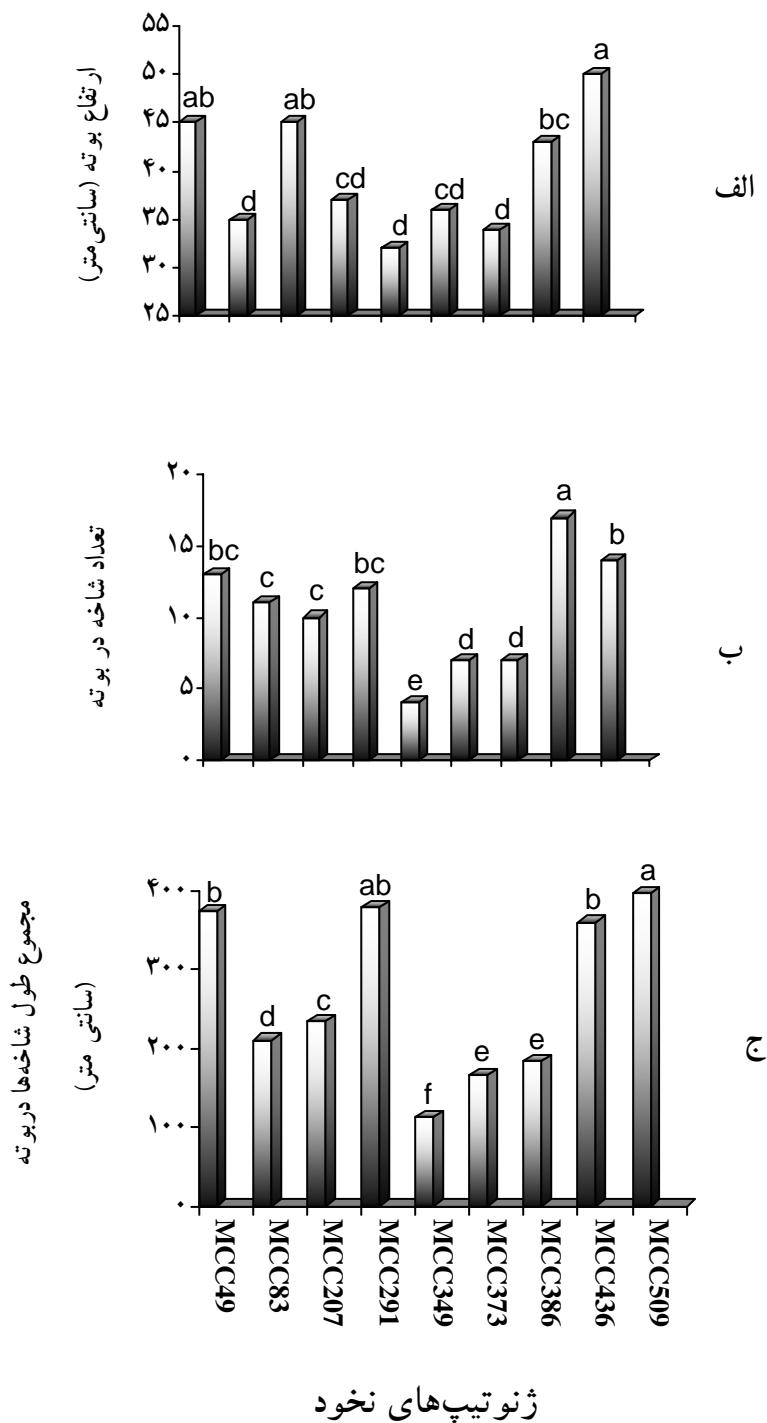
**تعداد غلاف در بوته:** تعداد غلاف در بوته در نمونه‌های مورد ارزیابی، از ۲۳ تا ۹۴ غلاف متغیر بود و از این نظر، تفاوت معنی‌داری در بین نمونه‌ها وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ‌های MCC۴۳۶ با ۹۴ غلاف و MCC۳۴۹ با ۲۳ غلاف، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند و از این لحاظ با دیگر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). در این بررسی، همبستگی مثبت و

معنی‌داری میان تعداد غلاف در بوته و طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.64^{**}$ ) و گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.66^{**}$ ) وجود داشت. همچنین رابطه مثبت و معنی‌داری بین تعداد غلاف در بوته با ارتفاع بوته ( $r = 0.69^{**}$ )، تعداد شاخه در بوته ( $r = 0.88^{**}$ ) و نیز طول شاخه‌ها در بوته ( $r = 0.85^{**}$ )، مشاهده شد. به عبارتی افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی در بوته‌ها، با افزایش تعداد و طول شاخه‌ها، باعث افزایش تعداد غلاف در بوته گردید. نظامی (۱۰) در آزمایشی در سال ۷۹-۱۳۷۸ بر روی ۳۰ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما در دو تاریخ ۲۶ مهر و ۱۳ آبان، اظهار داشت که از نظر تعداد غلاف در بوته، ژنوتیپ‌ها در دو تاریخ کشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند به طوری که تعداد غلاف در بوته در گیاهان کاشت دوم به طور متوسط ۵۰٪ کمتر از گیاهان کشت اول بود. ایشان افزایش تعداد غلاف را تحت تأثیر دو عامل طول دوره رشد رویشی و تعداد بوته در واحد سطح ذکر کرد.

**تعداد دانه در غلاف:** تفاوت ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از نظر تعداد دانه در غلاف، معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ MCC۳۴۹ با میانگین تعداد ۱/۸ دانه در غلاف و ژنوتیپ‌های MCC۸۳ و MCC۲۹۱، هر کدام با متوسط ۱/۱ دانه در غلاف، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند (جدول ۲). صفت تعداد دانه در غلاف، با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.69^{**}$ )، گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.69^{**}$ )، ارتفاع بوته ( $r = 0.59^{**}$ ) و نیز مجموع طول شاخه در بوته ( $r = 0.53^{**}$ )، همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. بر اساس گزارش موتیث (۱۴)، طول دوره رشد بر تعداد غلاف مؤثر می‌باشد به طوری که با افزایش طول دوره رشد، مرحله غلاف‌دهی تا پُرشدن دانه نیز طولانی‌تر شده و در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد.

**وزن ۱۰۰ دانه:** وزن ۱۰۰ دانه در میان نمونه‌های مورد آزمایش، از ۱۹ تا ۳۶ گرم متغیر بود و از این نظر بین آنها تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). ژنوتیپ‌های MCC۸۳ و MCC۲۰۷ به ترتیب با ۳۶ و ۱۹ گرم، بیشترین و کمترین وزن ۱۰۰ دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در این آزمایش، وزن ۱۰۰ دانه با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r = 0.72^{**}$ ) و گل‌دهی تا رسیدگی ( $r = 0.69^{**}$ )، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بر این اساس، گیاهانی که فرصت بیشتری برای توسعه اندام‌های رویشی خود داشتند، توانستند دانه‌های درشت‌تری تولید کنند.

**عملکرد دانه:** ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر عملکرد دانه نیز تفاوت معنی‌داری ( $p \leq 0.05$ ) با یکدیگر داشتند و بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC۲۹۱ با ۲۳۱ گرم در مترمربع و MCC۴۳۶ با ۸۸ گرم در مترمربع، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (جدول ۲).



شکل ۲- خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۳۸۵. الف) ارتفاع بوته، ب) تعداد شاخه در بوته، ج) مجموع طول شاخه‌ها در بوته

و زایشی، بر میزان عملکرد دانه نیز افزوده شد. نجیب نیا (۸) نیز با بررسی ۱۵۲ نمونه نخود متحمل به سرما در کشت پاییزه، در نتیجه‌ای مشابه گزارش کرد که همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد روز از سبز

طبق نتایج آزمایش، عملکرد دانه با طول دوره سبزشدن تا گل‌دهی ( $r=0/71^{**}$ ) و گل‌دهی تا رسیدگی ( $r=0/68^{**}$ ) رابطه مثبت و معنی‌داری داشت بدین معنی که با افزایش دوره رشد رویشی

شدن تا گل‌دهی، مثبت و معنی‌دار ( $F=0/20^{**}$ ) است. در آزمایش کانونی (۷) که طی دو سال بر روی ۴۰ لاین نخود پاییزه در غرب کشور انجام شد، مشاهده شد که از نظر عملکرد دانه، در میان نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در بررسی وی، عملکرد دانه از ۸۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متفاوت بود، حال آن‌که بهترین عملکرد برای کاشت بهاره نخود در این مناطق، ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. با توجه به این‌که میانگین عملکرد دانه برای تمام ژنوتیپ‌ها در هر دو سال حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود، این محقق استفاده از رطوبت کافی در طول دوره کاشت پاییزه را دلیل عملکرد بالا در آزمایش خود ذکر کرد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که کشت پاییزه نخود باعث بهبود عملکرد این گیاه می‌شود. در این رابطه، افزایش عملکرد و ثبات آن در کشت پاییزه، به دلیل استقرار مناسب گیاهان در پاییز و استفاده بهتر از نزولات جوی و فرار از تنش‌های گرما و خشکی رایج در اواخر بهار و اوایل تابستان می‌باشد. علاوه بر این در کشت پاییزه به دلیل کاهش دما، دوره رشد رویشی گیاه و بیومس آن افزایش یافته و این افزایش باعث می‌شود تا مخازن زایشی به‌نحو مناسبی تأمین شده و در نتیجه عملکرد افزایش می‌یابد (۶). همچنین مشخص شده است که گیاهان کشت پاییزه در مقایسه با کشت بهاره معمولاً کارایی مصرف آب بالاتری دارند (۱۵ و ۱۹).

نمونه‌های مورد بررسی در این آزمایش، واکنش‌های مختلفی نسبت به شرایط زمستان نشان دادند. بر اساس درجه‌بندی انجام شده، ۴۴ درصد از نمونه‌ها (۴ نمونه) متحمل، ۲ نمونه نسبتاً متحمل و ۳ نمونه نیز حساس به سرما بودند. این در حالی بود که شاهد آزمایش پس از سبز شدن و در زمان وقوع سرمای شدید، کاملاً از بین رفت. عملکرد دانه در حدود ۳۳ درصد از نمونه‌ها بیش از ۲۰۰ گرم در مترمربع بود.

### عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

عملکرد بیولوژیک در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۲۷۷ تا ۴۸۶ گرم در مترمربع متغیر بود و از این نظر، تفاوت معنی‌داری میان آنها وجود داشت ( $p \leq 0/05$ ). ژنوتیپ‌های MCC۲۹۱ با ۴۸۶ گرم در مترمربع و MCC۴۹ با ۲۷۷ گرم در مترمربع، به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند (جدول ۲). همچنین شاخص برداشت در نمونه‌های تحت آزمایش، از حدود ۲۹ تا ۵۳ درصد متغیر بود که به بروز تفاوت‌های معنی‌داری از این نظر منجر شد ( $p \leq 0/05$ ). بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC۳۷۳ با ۵۳ درصد و MCC۴۳۶ با ۲۹ درصد، به‌ترتیب کمترین و بیشترین شاخص برداشت را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲). همبستگی میان شاخص برداشت با طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی ( $r=0/83^{**}$ ) و نیز گل‌دهی تا رسیدگی ( $r=0/81^{**}$ )، مثبت و معنی‌دار بود. همچنین صفت شاخص برداشت با ارتفاع بوته ( $r=0/54^{**}$ )، درصد بقاء ( $r=0/75^{**}$ ) و عملکرد دانه

جدول ۲- اجزای عملکرد، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

ژنوتیپ (شماره MCC)	درصد بقاء	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت
MCC۴۹	۳۱ d	۵۲ c	۱/۲ ab	۲۴ b	۱۲۶ d	۲۷۷ e	۴۵ abc
MCC۸۳	۵۴ c	۴۰ de	۱/۱ b	۳۶ a	۱۸۰ c	۴۵۶ ab	۴۰ bc
MCC۲۰۷	۵۲ c	۵۲ c	۱/۳ ab	۱۹ b	۲۱۷ abc	۴۵۸ ab	۴۸ ab
MCC۲۹۱	۷۱ b	۷۳ b	۱/۱ b	۲۷ b	۲۳۱ a	۴۸۶ a	۴۷ ab
MCC۳۴۹	۷۶ ab	۲۳ f	۱/۸ a	۲۵ b	۲۲۹ ab	۴۴۱ abc	۵۲ a
MCC۳۷۳	۶۷ b	۴۹ c	۱/۶ ab	۲۳ b	۱۸۹ bc	۳۵۸ cde	۵۳ a
MCC۳۸۶	۸۳ a	۳۵ e	۱/۵ ab	۲۸ ab	۱۹۱ bc	۴۰۰ abcd	۴۸ ab
MCC۴۳۶	۲۲ d	۹۴ a	۱/۲ ab	۲۵ b	۸۸ e	۳۱۵ de	۲۹ d
MCC۵۰۹	۲۸ d	۷۱ b	۱/۵ ab	۲۰ b	۱۴۳ d	۳۶۵ abcd	۳۹ c

اعدادی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالا را دارا می‌باشد. به‌طور کلی ثبت عملکردهای بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برای ۶ نمونه در آزمایش حاضر، با توجه به عملکرد حدود ۴۰۰ کیلوگرمی نخود در هکتار در ایران (۱۲)، دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل به سرما و دارای عملکرد بالا را در شرایط آبیاری تکمیلی، امکان‌پذیر نشان می‌دهد. با این حال برای اطمینان از تحمل به سرما و حصول عملکرد مناسب در نمونه‌های فوق، بررسی آنها در سال‌های بعد و در مناطق سردتر ضروری به‌نظر می‌رسد.

نمونه‌های MCC۲۹۱، MCC۳۴۹ و MCC۲۰۷ به‌ترتیب با عملکرد دانه معادل ۲۳۱، ۲۲۹ و ۲۱۷ گرم در مترمربع، برترین نمونه‌ها شناخته شدند. ارزیابی دیگر صفات در ژنوتیپ‌های فوق نشان داد که MCC۲۹۱ دارای صفات مطلوبی از جمله طول شاخه، درصد بقاء، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیک بالا، می‌باشد. همچنین نمونه MCC۳۴۹ دارای صفات مطلوب تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت بالا و نمونه MCC۲۰۷ نیز صفات مطلوبی شامل طول دوره سبز شدن تا گل‌دهی و گل‌دهی تا رسیدگی،

## منابع

- ۱- باقری، ع. ۱۳۷۷. به‌نژادی حیوانات برای تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ص ۱۳-۱۲.
- ۲- باقری، ع.، ا. نظامی، ح. پُرسا و م. غلامی. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به سرما در نخود به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب جهت کاشت پاییزه در مناطق مرتفع ایران. گزارش نهایی طرح مطالعات و تحقیقات بین دانشگاهی (کُد پروژ: ۰۲۴)، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (دانشگاه محور) و دانشگاه بوعلی همدان (دانشگاه همکار).
- ۳- پُرسا، ح. ۱۳۷۹. بررسی امکان کشت پاییزه- زمستانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم شمال خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴- پُرسا، ح. ع. باقری، ا. نظامی، ع. ا. محمدآبادی و م. لنگری. ۱۳۸۱. بررسی امکان کاشت پاییزه- زمستانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم شمال خراسان. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۶: ۱۵۲-۱۴۳.
- ۵- چایی‌چی، م.، م. رستم‌زاده و ک. سادات اسماعیلیان. ۱۳۸۲. بررسی مقاومت لاین‌های نخود سیاه به تنش خشکی تحت شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۴: ۶۴-۵۵.
- ۶- خیرخواه، م. ۱۳۸۰. به‌گزینی در ژرم‌پلاسم نخود (*Cicer arietinum* L.) برای کشت انتظاری در شرایط آب و هوایی مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۷- کانونی، ه. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) در خزانه‌های کشت پاییزه. مجله نهال و بذر ۲۰: ۹۹-۸۹.
- ۸- نجیب‌نیا، س. ۱۳۸۴. ارزیابی ژرم‌پلاسم نخود (*Cicer arietinum* L.) برای تحمل به سرما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۹- نجیب‌نیا، س.، ا. نظامی، ع. باقری و ح. پُرسا. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) متحمل به سرما در شرایط کشت پاییزه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۶(۱): ۱۹۲-۱۸۳.
- ۱۰- نظامی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تحمل به سرما در نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌منظور کشت پاییزه آن در مناطق مرتفع. رساله دوره دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۱- نظامی، ا. و ع. باقری. ۱۳۸۰. ارزیابی کلکسیون نخود (*Cicer arietinum* L.) مشهد برای تحمل به سرما در شرایط مزرعه. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۵(۲): ۱۶۲-۱۵۵.
- 12- FAO. 2009. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Accessed 27. 04.2009, 2009.
- 13- IBPGR/ICRISAT/ICARDA. 1993. Descriptors for Chickpea (*Cicer arietinum* L.). ICRISAT, Patancheru, India.
- 14- Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B. 281: 277-294.
- 15- Oweis, T., A. Hachum and M. Pala. 2004. Water use efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management 66: 163-179.
- 16- Ozdemir, S. and U. Karadavut. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperate region. Turk Agric. 27: 345-352.



- 17- Saxena, M.C. 1981. Agronomic studies on winter chickpea. In M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.) *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publ. The Hague, The Netherland.
- 18- Singh, K.B., M.C. Saxena and B.E. Gridley. 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 Hague, The Netherland.
- 19- Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.C. Saxena and G. Bejiga. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. *Agron. J.* 89: 112-118.
- 20- Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.H. Halia, E.J. Knights and M. Werma. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 73: 137-149.
- 21- Toker, C. and M.I. Cagirgan. 1998. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *J. of Agriculture and Forestry* 22: 615-621.