بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) متحمل به سرما در شرایط کشت پاییزه

سمانه نجیب نیا، احمد نظامی، عبدالرضا باقری، حسن پرسا [۱]

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) متحمل به سرما، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به اجرا درآمد. در این آزمایش، ۱۵۲ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما به‌همراه چهار شاهد شامل کرج۳۱-۶۰-۱۲، ILC482، ILC3279 و FLIP84-48C، در قالب آزمون مقدماتی ارزیابی عملکرد (آگمنت) در کشت پاییزه (۱۷ مهر)، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج، تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری‌شده شامل خصوصیات فنولوژیک (تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن، سبز شدن تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی) و مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و مجموع طول شاخه‌ها در بوته) وجود داشت به‌طوری‌که تفاوت موجود در میان ژنوتیپ‌ها و نیز تفاوت میان ژنوتیپ‌ها با شاهدهای آزمایش در تمام موارد، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). دوره رشد رویشی ۸۴ درصد از ژنوتیپ‌ها بیش از ۱۶۵ روز و دوره رشد زایشی در ۸۷ درصد از آنها، بیش از ۲۹ روز بود. همچنین ۸۶ درصد از ژنوتیپ‌ها ارتفاعی بیش از ۳۰ سانتی‌متر داشتند و مجموع طول شاخه در بوته در ۸۲ درصد از آنها بیش از ۳۰۰ سانتی‌متر بود. بررسی نتایج به‌دست‌آمده و عملکرد قابل‌توجه برخی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش، نشان می‌دهد که امکان مناسبی برای انتخاب نمونه‌های با خصوصیات زراعی مناسب جهت ادامهٔ مطالعات گزینش برای تحمل به سرما در آزمایش‌های تکراردار فراهم آمده است.

واژه‌های کلیدی: فنولوژی، تحمل به سرما، مورفولوژی، نخود (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

در بسیاری از مناطق غرب آسیا، کشت نخود در بهار انجام می‌شود و لذا گیاه در دوره رشد خود به‌خصوص دوره رشد زایشی با وقوع دماهای بالا و کاهش رطوبت مواجه می‌شود که سبب کاهش رشد و در نتیجه کاهش عملکرد و نیز نوسان عملکرد در سال‌های مختلف می‌شود (۲ و۱۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کاشت زمستانه، دوره رشدی گیاه افزایش یافته و مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه در شرایط رطوبتی مناسب‌تری واقع می‌گردد (۴)، همچنین گیاهان در کاشت زمستانه توانایی بهتری برای تأمین اندام‌های زایشی خود دارند (۷). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مجموع شرایط محیطی در منطقه غرب آسیا و شمال افریقا در زمستان، بخاطر افزایش بارندگی‌ها و کاهش میزان تبخیر همراه با درجه‌حرارت‌های ملایم، شرایط مناسبی را برای توسعه فصل رشد نخود نسبت به کاشت بهاره آن فراهم می‌کند. در این شرایط رشد رویشی گیاه در اوایل فصل به‌خوبی توسعه یافته و تکمیل بخش عمده‌ای از عملکرد، در همین دوره و در حالی انجام می‌شود که رژیم‌های حرارتی و رطوبتی در آن نسبت به کاشت بهاره، مطلوب‌تر هستند (۱۳). در گزارش‌ها مشاهده شده است که دوره رشد زایشی در کاشت زمستانه نخود نسبت به کشت بهاره بیشتر است (۱۶). در همین راستا، سینگ و همکاران (۲۰) به‌منظور معرفی روش ارزیابی مزرعه‌ای برای تحمل به سرما و معرفی منابع متحمل به سرما در نخود، مجموعه‌ای از لاین‌های قبلاً

۱- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته زراعت و اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

شناسایی شدهٔ متحمل، بینابینی و حساس به سرما را از اواسط پاییز تا اوایل بهار (۲۳ اکتبر ۱۹۸۲ تا ۶ مارس ۱۹۸۳) در ایکاردا واقع در تل‌حدیهٔ سوریه کشت کردند. از آنجا که تمامی لاین‌های حساس کاشته شده در ماه اکتبر، در اثر خسارت سرما از بین رفتند آنها نتیجه گرفتند که مراحل انتهایی رشد رویشی در نخود نسبت به مرحلهٔ گیاهچه‌ای در مقابل سرما حساس‌تر است. بدین صورت روش پیشنهادی آنها شامل کاشت در ماه اکتبر می‌شد تا گیاه قبل از فرارسیدن سرمای شدید زمستان، به اواخر مرحلهٔ رشد رویشی رسیده باشد. بر همین اساس، آنها بیش از ۳۲۰۰ ژرم‌پلاسم و لاین اصلاحی نخود را از سال ۱۹۸۷ در تل حدیهٔ سوریه مورد بررسی قرار دادند که ۲۱ لاین به‌عنوان متحمل به سرما شناسایی شدند. تحمل به سرما با هیچ یک از صفات فنوتیپی شامل سطح برگ، اندازهٔ بذر، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه و عادت رشدی (خوابیده، نیمه خوابیده و نیمه ایستاده) همبستگی معنی‌داری نداشت. آنها متذکر شدند که این فقدان همبستگی با تحمل به سرما، به اصلاح‌کنندگان نبات این اجازه را می‌دهد تا ارقام متحمل به سرمای نخود را با هر خصوصیت دلخواه از نظر زمان رسیدگی، ارتفاع گیاه و وزن بذر تولید کنند (۲۰). مطالعه بر روی ۹۹ ژرم‌پلاسم نخود نیز نشان داد که حساسیت گیاهان نسبت به سرما در اواخر مرحله رویشی بیش از مرحله گیاهچه‌ای است (۱۷). نتایج آزمایشی که بر روی ۸۳۵ رقم نخود کابلی در سوریه انجام شد، همبستگی منفی و معنی‌داری (r= -۰/۴۶) بین تیپ رشدی ایستاده و تحمل به سرما نشان داد (۲۱). نتایج حاصل از مطالعهٔ تأثیر چهار تاریخ کاشت شامل ۴ دسامبر، ۲۹ دسامبر، ۲ فوریه و ۶ مارس بر عملکرد هشت ژنوتیپ نخود در ایکاردا در سوریه، مشخص ساخت که گیاهان در کاشت زمستانه نسبت به کاشت بهاره دارای ارتفاع بیشتری بوده و نیز تعداد شاخه و غلاف بیشتری در بوته تولید کردند (۱۳). درآزمایشی دیگر که بر روی ۱۰ ژنوتیپ نخود انجام گرفت، تعداد شاخه در تاریخ کاشت ۷ می (۹/۴ شاخه) نسبت به تعداد آن در کاشت ۲۱ می (۴/۵ شاخه)، افزایش قابل‌توجهی نشان داد (۱۰). بررسی چندین لاین اصلاح شدهٔ گیاه نخود در دو کاشت بهاره و زمستانه به مدت ۱۰ سال در سوریه و لبنان نشان داد که ارتفاع گیاه در کاشت زمستانه (۴۷ سانتی‌متر) نسبت به بهاره (۳۰ سانتی‌متر)، ۵۶ درصد بیشتراست که این امر، برداشت آنها را توسط کمباین غلات امکان پذیر نموده است (۲۲).

در ایران، نتایج حاصل از بررسی مقدماتی امکان کشت پاییزه و زمستانهٔ نخود در مناطق دیم شمال خراسان (حوالی بجنورد) نشان داد که کاشت پاییزه و زمستانهٔ نخود در شرایط کمبود بارندگی به‌خصوص در بهار، با وجود تلفات نسبتاً بالای تعداد بوته، از امکان خوبی از نظر افزایش عملکرد بذر (به‌خاطر افزایش تولید بذر در هر بوته) نسبت به کاشت بهاره برخورداراست (۳). بررسی‌های اولیه که از سال ۱۳۷۶ با ارزیابی کلکسیون نخود مشهد از نظر تحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه شروع شد، وجود برخی نمونه‌های متحمل به سرما را نشان داد (۱). در آزمایشی در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹، تعدادی ژنوتیپ نخود در چند تاریخ کاشت پاییزه و بهاره (۶ مهر، ۲۴ مهر، ۱۱ آبان و ۱۶ اسفند) در منطقهٔ مشهد کشت شدند. نتایج نشان داد که تعداد و طول شاخه‌ها در کاشت اول (۶ مهر) به‌ترتیب ۳ و ۵/۳ برابر تعداد و طول شاخه‌ها در کاشت چهارم (۱۶ اسفند) بود و ارتفاع گیاهان در کاشت‌های اول، دوم و سوم نیز به‌ترتیب ۱/۹، ۱/۸ و ۱/۵ برابر ارتفاع گیاهان در کاشت چهارم (بهاره) بود (۷).

با توجه به اهمیت دستیابی به ژنوتیپ‌های نخود با تحمل به سرمای مناسب جهت کشت زمستانه در شرایط مشهد، مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک بیش از ۱۵۰ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما در شرایط کاشت پاییزه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

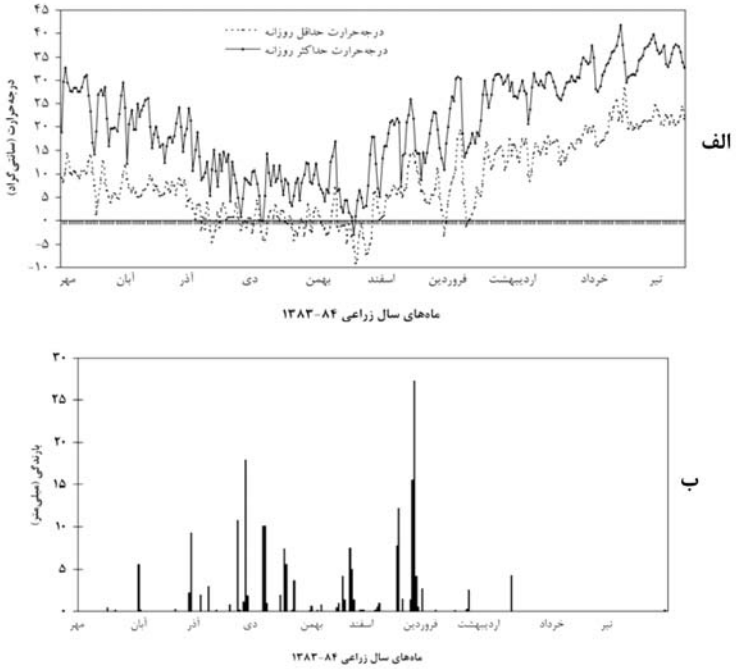
این آزمایش در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این بررسی ۱۵۲ ژنوتیپ نخود متحمل به سرما از بانک بذر مشهد[1] به‌همراه چهار شاهد شامل ارقام کرج ۳۱-۶۰-۱۲ (دارای سازگاری نسبی به شرایط کشور) و ILC482، ILC3279 و FLIP84-48C (ارقام متحمل به سرما

1- Mashhad Chickpea Collection

در آزمایش‌های بین‌المللی) در قالب آزمون مقدماتی ارزیابی عملکرد (آگمنت) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذور ژنوتیپ‌ها در کرت‌هایی شامل یک ردیف برای هر ژنوتیپ به طول ۲/۵ متر و فاصلهٔ ردیف ۰/۵ متر به تعداد ۲۵ عدد بذر از هر ژنوتیپ بر روی هر ردیف در اواسط مهرماه کشت شد. برای اطمینان از سبز شدن یکنواخت و سریع، دو نوبت آبیاری، یکی پس از کاشت و دیگری ۲۰ روز بعد از آن انجام گردید. مراحل فنولوژیک گیاه برای هر ژنوتیپ بر اساس زمان ۵۰درصد سبز شدن، گلدهی و رسیدگی ثبت گردید (۱۱). برخی پارامترهای هواشناسی شامل درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه و نیز میزان بارندگی روزانه در طول فصل رشد، بررسی شده و نمودار تغییرات آنان رسم شد (شکل۱، الف و ب). در پایان فصل رشد، تعداد چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، خصوصیات مورفولوژیک گیاه شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها و نیز مجموع طول شاخه‌ها در بوته، اندازه‌گیری شد. همچنین میزان عملکرد دانهٔ هر ژنوتیپ در کرت، اندازه‌گیری و سپس بر اساس واحد سطح محاسبه گردید. بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات در شاهدها و ژنوتیپ‌ها و پس از تجزیه و تحلیل آماری، وجود تفاوت آماری معنی‌دار در میان ژنوتیپ‌ها و نیز در مقایسه با شاهدهای آزمایش، مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس، ژنوتیپ‌های برتر به‌منظور ادامهٔ آزمایشات، انتخاب و معرفی شدند.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هواشناسی، گیاهان در فاصلهٔ کاشت تا سبزشدن، در معرض درجه‌حرارت‌های زیر صفر قرار نگرفتند و پایین‌ترین میزان درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طی این دوره، ۱/۲ درجهٔ سانتی‌گراد بود که در هجدهم مهرماه ۱۳۸۳ به وقوع پیوست (شکل۱-الف). گیاهان در مرحله رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی) در معرض درجه‌حرارت‌های یخزدگی (۹/۲- درجهٔ سانتی‌گراد در ۲۴ بهمن ماه) قرار گرفتند، همچنین سرمای دیررس بهاره (۵- درجهٔ سانتی‌گراد در هفتم فروردین ماه) همزمان با اواسط دوره رشد رویشی در بیشتر ژنوتیپ‌ها، بوقوع پیوست (شکل۱-الف). مجموع تعداد شب‌های دارای یخبندان و نیز روزهای با پوشش برف طی این دوره (رشد رویشی) به‌ترتیب ۶۰ و ۱۷ روز بود. مجموع میزان بارندگی در طی دورهٔ کاشت تا برداشت، ۲۰۲ میلی‌متر بود که در میان آن،



شکل ۱: درجه‌حرارت حداقل و حداکثر روزانه (الف) و میزان بارندگی روزانه (ب) طی سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در کشت پاییزه ژنوتیپ‌های نخود متحمل به سرما در مشهد

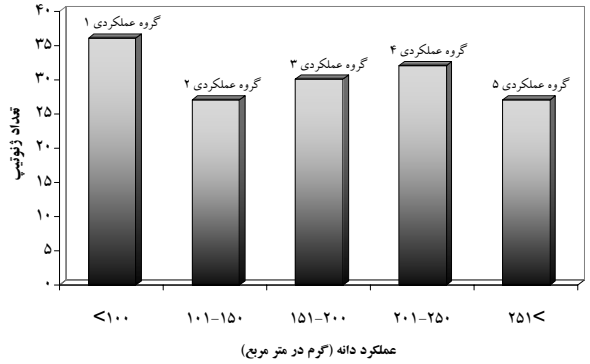
جدول۱: صفات اندازه‌گیری شده در مورد شاهدهای آزمایش و مقادیر LSD مربوط به انواع مقایسات مختلف میان ژنوتیپ‌های نخود و شاهدها

شاهد	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد روز از کاشت تا سبزشدن	تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی	تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه در بوته	مجموع طول شاخه در بوته (سانتی‌متر)
کرج۳۱-۶۰-۱۲	۱۲۶/۳	۲۰/۴	۱۷۴	۳۲/۶	۳۶/۹	۳۱/۲	۶۶۷/۱
ILC482	۸۰/۵	۱۶/۶	۱۷۸	۳۲/۲	۲۸/۸	۱۶/۴	۲۸۴/۵
ILC3279	۱۳۵/۹	۱۸/۴	۱۷۹	۳۱	۴۶/۹	۲۱/۹	۳۹۷/۷
FLIP84-48C	۲۴۹/۵	۱۹	۱۷۳/۸	۳۵/۴	۴۶/۲	۲۰	۴۸۶/۶
مقادیر LSD							
ژنوتیپ‌ها با شاهدها	۱۳۱/۸	۱۴/۴	۱۴/۸	۱۱/۲	۸/۶	۱۸	۴۹۴/۲
ژنوتیپ‌ها با یکدیگر	۱۶۱/۵	۱۷/۶	۱۸/۲	۱۳/۷	۱۰/۶	۲۲	۶۰۵/۳
شاهدها با یکدیگر	۷۶/۹	۷/۴	۷/۷	۵/۸	۴/۴	۹/۳	۲۵۵/۱

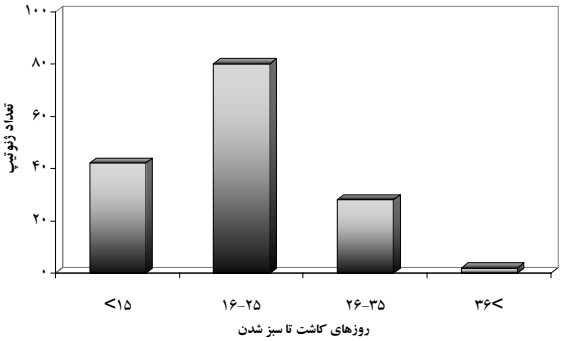
تعداد بارش‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر، هفت مورد بود که در ماه‌های آذر، دی و اسفند به‌وقوع پیوست (شکل۱-ب).

بر اساس نتایج، تنوع قابل‌توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر صفات مورد اندازه‌گیری وجود داشت به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌ها با یکدیگر و نیز با شاهدها، در تمام موارد معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). مقادیر مربوط به هر یک از صفات اندازه‌گیری شده برای شاهدهای آزمایش به همراه شاخص حداقل اختلاف معنی‌دار[1] به‌منظور امکان انجام انواع مقایسهٔ میانگین‌ها شامل ژنوتیپ‌ها با شاهدها، ژنوتیپ‌ها با یکدیگر و نیز شاهدها با یکدیگر، در جدول۱ آمده است. به‌منظور سهولت مطالعهٔ ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ‌ها بر اساس گسترهٔ صفات اندازه‌گیری‌شده، گروه‌بندی شدند. به‌این‌ترتیب، ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه در پنج گروه عملکردی دسته‌بندی شدند (شکل ۲). در میان این گروه‌ها، گروه عملکردی۵ شامل ۲۰ درصد از کل تعداد ژنوتیپ‌های مورد بررسی (تعداد ۲۷ ژنوتیپ) بالاترین مقادیر عملکرد دانه را دارا بودند. عملکرد دانه گروه عملکردی۵ از ۲۵۴ تا ۴۴۲ گرم در متر مربع متغیر بود. در میان آنها، ژنوتیپ‌های MCC802، MCC798 و MCC753، به‌ترتیب با ۴۴۲، ۳۵۶ و ۳۵۰ گرم در متر مربع، بیشترین عملکرد دانه و ژنوتیپ‌های MCC804، MCC740 و MCC784 به ترتیب با ۲۵۴، ۲۵۸ و ۲۵۹ گرم در متر مربع، کمترین میزان عملکرد دانه را دارا بودند. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی از نظر عملکرد دانه مشاهده نشد. تفاوت میان ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با عملکرد ۲۴۹/۵ گرم در متر مربع) معنی‌دار نبود. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی (۱۵۲ ژنوتیپ)، پنج ژنوتیپ هیچ‌گونه عملکردی تولید نکردند و پس از آنها ژنوتیپ‌های MCC710 و MCC792 به‌ترتیب با عملکرد دانهٔ ۱۸ و ۲۲ گرم در متر مربع، از کمترین میزان عملکرد دانه برخوردار بودند.

تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۸ روز تا ۴۰ روز متغیر بود و بر این اساس آنها در چهار دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۳). تفاوت ژنوتیپ‌ها و شاهدهای آزمایش و همچنین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر، از نظر تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن، معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). گستره صفت تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۵ (۲۷ ژنوتیپ دارای بیشترین میزان عملکرد دانه)، از ۸ تا ۲۹ روز متغیر بود، به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی از حیث این صفت معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵). در این گروه عملکردی، ژنوتیپ‌های MCC802، MCC724 و MCC740 هر یک با ۸ روز، کمترین تعداد روز از کاشت تا سبزشدن را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارا بودند. این سه ژنوتیپ در میان کل ژنوتیپ‌های مورد آزمایش (۱۵۲ ژنوتیپ) نیز کمترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن را داشتند و



شکل ۲: گستره میزان عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

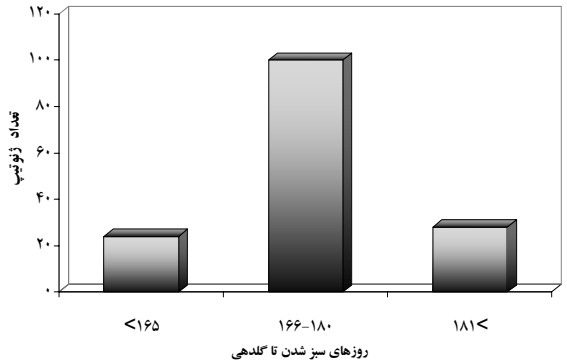


شکل ۳: گستره تعداد روز از کاشت تا سبز شدن ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

عملکرد دانه آنها نیز به‌ترتیب معادل ۴۴۲، ۲۷۴ و ۲۵۸ گرم در متر مربع بود. همچنین در میان ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۵، MCC753، MCC815 و MCC767 هر یک با ۲۹ روز بیشترین تعداد روز از کاشت تا سبزشدن را دارا بودند و عملکرد دانه آنها نیز به‌ترتیب معادل ۳۵۰، ۲۸۹ و ۲۷۶ گرم در متر مربع بود. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (ILC482 با تعداد روز از کاشت تا سبز شدن معادل ۱۷روز) مشاهده نشد.

بر اساس نتایج، تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۴۹ تا ۲۰۵ روز متغیر بود و به‌این‌ترتیب ژنوتیپ‌ها در سه دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۴). تفاوت نمونه‌ها و شاهدهای آزمایش، همچنین نمونه‌ها با یکدیگر، از نظر تعداد روزهای سبز شدن تا گلدهی ، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۵، تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی، از ۱۶۱ تا ۱۸۷ روز متغیر بود به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های این گروه، MCC802 و MCC740، هر یک با ۱۸۷ روز و MCC804 با ۱۸۳ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC767 با ۱۶۱ روز و MCC753 و MCC815 هر یک با ۱۶۲ روز کمترین تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی را دارا بودند. بر اساس نتایج، اختلاف میان ژنوتیپ‌های گروه عملکردی۵ با بهترین شاهد (ILC3279 با تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی معادل ۱۷۹ روز) معنی‌دار نبود. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی، MCC463، MCC252 و MCC759، به‌ترتیب با ۲۰۵، ۱۹۸ و ۱۹۰ روز، بیشترین تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی را داشتند که عملکرد دانه آنها نیز به‌ترتیب معادل ۸۶، صفر و ۱۵۴ گرم در متر مربع بود. همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=-۰/۳۸^{**}$) میان دو صفت تعداد روز از کاشت تا سبزشدن و سبزشدن تا گلدهی، بیانگر این واقعیت است که تسریع در سبزشدن بذور، افزایش دوره رویشی را در پی داشته است. سینگ و همکاران (۲۳) در مطالعه کاشت زمستانه نخود در نواحی مدیترانه‌ای مشاهده کردند که زمان کاشت تا گلدهی در کاشت زمستانه (۱۳۶ روز) نسبت به کاشت بهاره (۶۶ روز)، ۱۰۶درصد افزایش یافت. محققان اظهار داشته‌اند که در نتیجه طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی نخود در کاشت زمستانه، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی افزایش یافته و منجر به بهبود بیوماس گیاه می‌شود (۲۲). درآزمایشی که پُرسا و همکاران (۳) به‌منظور بررسی امکان کاشت پاییزه-زمستانه نخود در شرایط دیم شمال خراسان طی دو سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ و ۷۶-۱۳۷۵ انجام دادند، مشاهده کردند که دوره رشد رویشی (سبزشدن تا گلدهی) در تاریخ کاشت‌های ۱۳ آذر و ۱۳ دی در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴، به‌ترتیب هفت و هشت روز بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به‌طول انجامید و لذا گیاهان در کاشت‌های پاییزه و زمستانه توانستند نسبت به کاشت بهاره، از موجودی رطوبت خاک و همچنین بارندگی‌های محدود اواخر فروردین و نیمه اول اردیبهشت ماه در جهت رشد رویشی بیشتر، استفاده کنند.

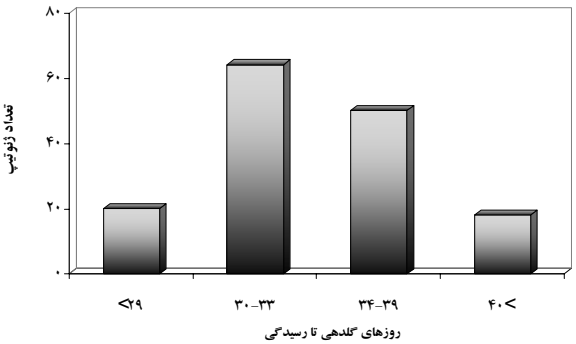
دوره رشد زایشی (گلدهی تا رسیدگی) در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۲۴ روز تا ۵۰ روز متغیر بود و



شکل ۴: گستره تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

بر این اساس، آنها در چهار دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۵). تفاوت نمونه‌ها و شاهدهای آزمایش، همچنین نمونه‌ها با یکدیگر، از نظر دوره رشد زایشی، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۵، تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی از ۲۷ تا ۴۵ روز متغیر بود به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در این گروه عملکردی وجود داشت ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های این گروه، MCC802، MCC767 و MCC784 به‌ترتیب با ۴۵، ۴۴ و ۴۲ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC785 و MCC736 هر یک با ۲۷ روز و MCC743 با ۲۹ روز کمترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی را دارا بودند. تفاوت میان ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (FLIP84-48C با تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی معادل ۳۵ روز) معنی‌دار نبود. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی، نمونه‌های MCC709، MCC386 و MCC703 به ترتیب با ۵۲، ۴۸ و ۴۷ روز بیشترین تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی را به خود اختصاص دادند که عملکرد دانه آنها نیز به‌ترتیب معادل ۶۴، ۲۲۵ و ۹۹ گرم در متر مربع بود. گزارشات (۱۴)، نشان می‌دهد که کاشت زمستانه نخود در شرایط مدیترانه‌ای سبب افزایش دوره رشد گیاه و قرار گرفتن مراحل رشد رویشی و زایشی آن در شرایط رطوبتی مناسب شده است. از سوی دیگر به‌دلیل افزایش رشد رویشی و تأمین مطلوب مخزن‌های زایشی توسط اندام‌های رویشی گیاه، عملکرد بهبود یافته است (۱۴).

در این آزمایش، دوره رشد رویشی (تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی) در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، از ۱۴۹ تا ۲۰۵ روز و دوره رشد زایشی نیز در میان این ژنوتیپ‌ها، از

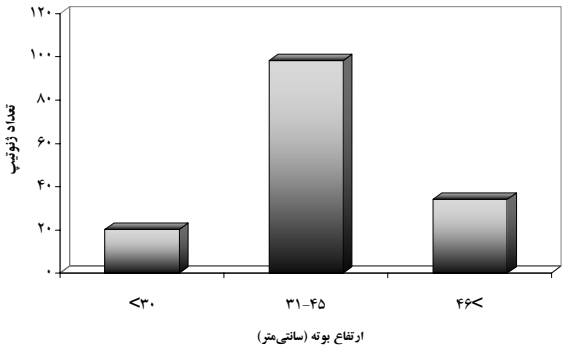


شکل ۵: گستره تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

۲۴ تا ۵۰ روز متغیر بود. این در حالی است که طول هر یک از این دوره‌های رشد رویشی و زایشی در گیاه نخود در شرایط کشت بهاره دیم در مشهد، بسیار کمتر گزارش شده است (۷). بدین‌ترتیب می‌توان انتظار داشت که با افزایش دوره رشد رویشی و زایشی گیاهان، عملکرد گیاه نیز بهبود یابد.

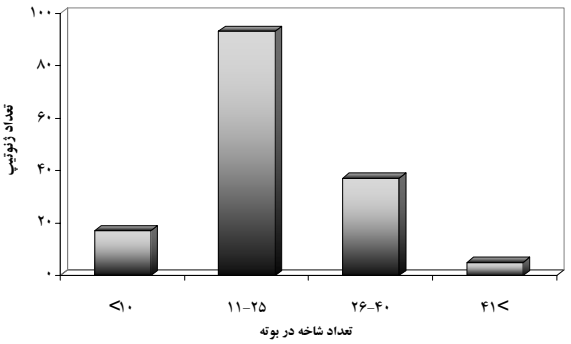
ارتفاع بوته در پایان فصل رشد در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۱ تا ۵۷ سانتی‌متر متغیر بود و بر این اساس، آنها در سه دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۶). تفاوت ژنوتیپ‌ها و شاهدهای آزمایش، همچنین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر، از نظر ارتفاع بوته، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۵، ارتفاع بوته از ۳۳ تا ۵۶ سانتی‌متر متغیر بود به‌طوری‌که تفاوت میان ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در این گروه، ژنوتیپ‌های MCC740، MCC770 و MCC753، به‌ترتیب با ۵۶، ۵۰ و ۴۸ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته و MCC730 با ۳۳ سانتی‌متر و ژنوتیپ‌های MCC724 و MCC784 هر یک با ۳۶ سانتی‌متر از کمترین ارتفاع بوته برخوردار بودند. تفاوت میان ژنوتیپ‌های این گروه با بهترین شاهد (ILC3279 با ارتفاع بوته ۴۷ سانتی‌متر) معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی، MCC705، MCC740 و MCC715 به‌ترتیب با ۵۷، ۵۶ و ۵۴ سانتی‌متر از بیشترین میزان ارتفاع بوته برخوردار بودند که به‌ترتیب با عملکردهایی معادل ۲۱۰، ۲۵۸ و ۹۰ گرم در مترمربع، به‌ترتیب در گروه‌های عملکردی ۲، ۱ و ۵ قرار داشتند. در آزمایشی که به‌منظور مقایسهٔ کشت‌های پاییزه (۱۳ آذر و ۱۳ دی) با بهاره (۱۵ فروردین) نخود در شرایط مشهد و در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ انجام گرفت، ارتفاع بوته در کاشت بهاره (۲۰ سانتی‌متر) نسبت به کاشت پاییزه، ۲۵درصد کاهش نشان داد (۳). سینگ و همکاران (۲۲) نیز مشاهده کردند که متوسط ارتفاع نخود در کاشت زمستانه حدود ۴۷ سانتی‌متر و در کاشت بهاره ۳۶ سانتی‌متر بود. به اعتقاد آنها، با افزایش ارتفاع بوته، امکان برداشت مکانیزه نخود توسط کمباین غلات امکان‌پذیر است درصورتی‌که برداشت محصول با دست در گیاهان کشت شده در بهار، هزینه‌های کارگری را افزایش می‌دهد.

تعداد شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش،



شکل ۶: گستره ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

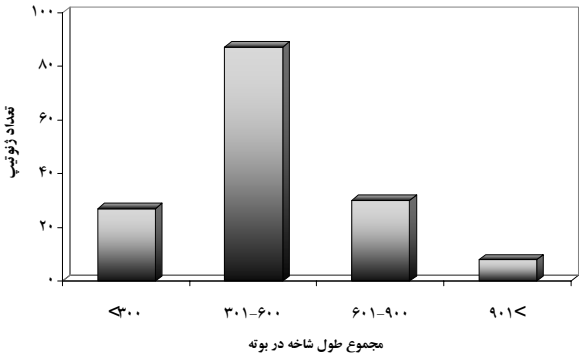
از۷ تا ۵۰ شاخه متغیر بود و بر این اساس، آنها در چهار دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۷). تفاوت میان ژنوتیپ‌ها و شاهدهای آزمایش، همچنین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر، از نظر تعداد شاخه در بوته، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۵، تعداد شاخه در بوته از ۵ تا ۴۱ متغیر بود که از این نظر، تفاوت میان آنها معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در این گروه، ژنوتیپ‌های MCC740، MCC767 و MCC730 به‌ترتیب با ۴۱، ۳۹ و ۳۸ شاخه، بیشترین و MCC736، MCC784 و MCC708 به‌ترتیب با ۵، ۸ و ۱۱ شاخه، کمترین تعداد شاخه در بوته را دارا بودند. در این گروه، اختلاف بین ژنوتیپ‌هایی که بیشترین تعداد شاخه در بوته را داشتند با بهترین شاهد (کرج۳۱-۶۰-۱۲ با ۳۱ شاخه در بوته) معنی‌دار نبود، درحالی‌که تعداد شاخه در بوته در بهترین شاهد نسبت به تعداد آن در ژنوتیپ‌هایی که کمترین شاخه در بوته را در این گروه



شکل ۷: گستره تعداد شاخه در بوته ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

عملکردی دارا بودند، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی، MCC496، MCC738 و MCC492 به‌ترتیب با ۵۰، ۴۵ و ۴۴ شاخه، بیشترین تعداد شاخه در بوته را دارا بودند که به‌ترتیب با عملکردی معادل ۲۰۲، ۲۰۱ و ۱۰۴ گرم در متر مربع در گروه عملکردی ۴ و ۲ قرار داشتند. در این آزمایش طول دوره سبز شدن تا گلدهی با تعداد شاخه در بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۲۵^{**}$) داشت. به‌عبارتی با افزایش مدت دوره رشد رویشی بر تعداد شاخه در بوته افزوده شد. همچنین بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۱۹^{*}$) مشاهده شد. اولد و همکاران (۱۰) و سکسینا (۱۳) گزارش کردند که تعداد شاخه در بوته در کاشت زمستانه نسبت به بهاره افزایش معنی داری داشت که علت آن رشد رویشی بیشتر گیاه در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در طی دوره رشد رویشی بوده است. در آزمایشی که کانونی (۵) به‌منظور ارزیابی تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود زراعی در خزانه‌های کشت پاییزه در مناطق مرتفع و سردسیر غرب کشور طی دو سال زراعی بر روی ۴۰ لاین نخود انجام داد مشاهده نمود بین لاین‌های آزمایشی از نظر تعداد شاخه‌های ثانویه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و از ۴ تا ۱۲ شاخه در بوته متغیر بود. سینگ و سکسینا (۱۸) نیز اظهار داشتند که لاین‌های نخود متحمل به سرما پس از سرمازدگی شاخه یا شاخه‌های اولیه، قادرند از طریق تولید شاخه‌های ثانویه خسارت اولیه را جبران کنند.

مجموع طول شاخه در بوته در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از ۱۳۳ تا ۱۳۰۰ سانتی‌متر متغیر بود و بر این اساس، آنها در چهار دسته طبقه‌بندی شدند (شکل ۸). تفاوت ژنوتیپ‌ها و شاهدهای آزمایش، همچنین ژنوتیپ‌ها با یکدیگر، از نظر مجموع طول شاخه در بوته، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه عملکردی۵، مجموع طول شاخه در بوته از ۲۶۷ تا ۸۵۴ سانتی‌متر متغیر بود. در این گروه، ژنوتیپ‌های MCC767، MCC776 و MCC785 به‌ترتیب با ۸۵۴، ۸۳۸ و ۶۳۶ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC809، MCC736 و MCC802 به‌ترتیب با ۲۶۷، ۳۰۳ و ۳۲۶ سانتی‌متر کمترین میزان مجموع طول شاخه در بوته را داشتند. ژنوتیپ‌های این



شکل ۸: گستره مجموع طول شاخه در بوته ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کاشت پاییزه در مشهد

گروه عملکردی از حیث این صفت، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اختلاف بین ژنوتیپ‌های این گروه عملکردی با بهترین شاهد (کرج۳۱-۶۰-۱۲ با طول شاخه در بوته معادل ۶۶۷ سانتی‌متر) معنی‌دار نبود. در میان کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های MCC283، MCC496 و MCC145 به‌ترتیب با ۱۳۰۰، ۱۱۲۲ و ۱۰۵۶ سانتی‌متر بیشترین میزان مجموع طول شاخه در بوته را داشتند که به‌ترتیب با عملکردهایی معادل ۱۱۵، ۲۰۲ و ۱۷۴ گرم در مترمربع، در گروه‌های عملکردی ۲، ۴ و ۳ قرار گرفتند. در این آزمایش، طول شاخه در بوته با طول دوره سبز شدن تا گلدهی، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ($r=۰/۲۲^{**}$). همچنین ارتفاع بوته با طول شاخه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۳۲^{**}$) نشان داد. در آزمایش سایر محققین نیز مشاهده شد که در کاشت پاییزه، طول شاخه در بوته نخود بهبود یافته است (۳).

محاسبات همبستگی میان صفات فنولوژیک و مورفولوژیک نشان داد که همبستگی‌های معنی‌داری میان برخی از این صفات با یکدیگر وجود دارد (جدول۲). به‌عنوان نمونه، همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری میان طول دوره سبز شدن تا گلدهی با هر یک از صفات تعداد و طول شاخه در بوته وجود دارد. محاسبه همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش با عملکرد دانه نیز نشان داد که از میان آنها، تنها صفات تعداد روز از کاشت تا سبز شدن ($r=-۰/۲۸^{**}$)، سبز شدن تا گلدهی ($r=۰/۲۰^{**}$) و ارتفاع گیاه ($r=۰/۳۷^{**}$)، همبستگی‌های معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. نتایج نشان داد که از میان ۱۵۲ ژنوتیپ، ژنوتیپ‌هایی که بیشترین ارتفاع و نیز کمترین تعداد روز از کاشت تا سبز شدن را دارا بودند، در گروه عملکردی۵ قرار داشتند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در صورت تأیید تحمل به سرما در این ژنوتیپ‌ها در آزمایشات بعدی، بتوان از آنها در برنامه‌های اصلاحی جهت دستیابی به ارقامی با عملکردهای بالا در کشت پاییزه دست یافت.

با توجه به این‌که میانگین عملکرد دانه نخود در ایران، حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار است و نیز با نظر به این‌که در این آزمایش، عملکرد دانه ۵۲ درصد از ژنوتیپ‌ها (۷۷ نمونه)، بیش از ۱۷۶۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دانه ۳۰ ژنوتیپ، بیش از ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد، می‌توان نتیجه گرفت که اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در نخود جهت کشت پاییزه امکان‌پذیر است. با این حال، با در نظر گرفتن این نکته که دما در سال مورد بررسی، به پایین‌تر از ۹/۲- درجه‌سانتی‌گراد نرسید، لذا برای اطمینان از تحمل این ژنوتیپ‌ها، پیشنهاد می‌شود در سال‌های آتی مجدداً مورد بررسی بیشتر قرار گیرند تا تأثیر سرماهای سخت‌تر نیز بر آنها مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود، این بررسی با نمونه‌های بیشتر (ارزیابی ارقام نخود موجود و نیز اضافه کردن ارقام جدید متحمل به سرما) و در مناطق با ارتفاع بیشتر و سردتر از مشهد ادامه یابد. همچنین انجام آزمایش‌های تکراردار بر روی نمونه‌های انتخاب شده و ارزیابی دقیق‌تر آنها از جهت تحمل به سرما و نیز بررسی سایر صفات مناسب آگرونومیکی جهت کشت در سایر مناطق، از دیگر پیشنهادات به‌منظور ادامه تحقیقات پیرامون تحمل به سرما است.

جدول ۲: ضرایب همبستگی بین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک نخود در کشت پاییزه در مشهد

	کاشت تا سبزشدن	سبز شدن تا گلدهی	گلدهی تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	طول شاخه در بوته
کاشت تا سبزشدن	۱					
سبز شدن تا گلدهی	-۰/۳۸**	۱				
گلدهی تا رسیدگی	۰/۱۷**	۰/۰۰۵	۱			
ارتفاع بوته	-۰/۲۲**	۰/۰۰۵	۰/۳۲**	۱		
تعداد شاخه در بوته	۰/۰۶	۰/۲۵**	۰/۰۶	۰/۱۹*	۱	
طول شاخه در بوته	۰/۰۹	۰/۲۲**	۰/۱۴	۰/۳۲**	۰/۰۰۸	۱

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد. **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

منابع

۱- باقری، ع. ۱۳۷۷. بِه‌نژادی حبوبات 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.، نظامی، ا. و م. سلطانی. ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنش‌ها. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی، ۴۴۵ ص.

۳- پُرسا، ح.، ع. باقری، ا. نظامی، ع.ا. محمدآبادی و م. لنگری. ۱۳۸۰. بررسی امکان کاشت پاییزه- زمستانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم شمال خراسان. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۶: ۱۵۲-۱۴۳.

۴- کافی، م.، ع. گنجعلی، ا. نظامی، و ف. شریعتمدار. ۱۳۷۹. آب و هوا و عملکرد گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۱ص.

۵- 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.

۶- کوچکی، ع.، سلطانی، ا. و م. عزیزی. ۱۳۷۶. اکوفیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۷۱ص.

۷- نظامی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تحمل به سرما در نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌منظور کشت پاییزه آن در مناطق مرتفع. پایان‌نامه دوره کتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- نظامی، ا.، ع. باقری. ۱۳۸۰. ارزیابی کلکسیون نخود (*Cicer arietinum* L.) مشهد برای تحمل به سرما در شرایط مزرعه. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۵: ۱۶۲-۱۵۵.

9 - Ageeb, O.A.A. 1974. Effect of sowing date on the grain yield of *Cicer arietinum* L. *In* "Annual Report". Hudeida Agricultural Research Station, Ed-Damer, Sudan.

10 - Auld, D.L., B.L. Bettis, J.E. Crock and K.D. Kephart. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea. Agron. J. 80: 909-914.

11 - IBPGR/ICRISAT/ICARDA. 1993. Descriptors for chickpea (*Cicer arietinum* L.). ICRISAT, Patancheru, India.

12 - Keating, J.D.H. and P.J.M. Cooper. 1983. Kabuli chickpea as a winter - sown crop in northern Syria: moisture relations and crop productivity. J. Agric. Sci. Camb. 100: 667 -680.

13 - Saxena, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. *In* "Proc, of the First International Workshop on Chickpea Improvement" pp. 89-96. 1979, ICRISAT. India. *In* "Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) pp. 125. 1984. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

14 - Saxena, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. *In* "Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) pp. 123-139. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

15 - Saxena, M.C. 1984. Effects of climatic stress and soil chemical toxicities on productivity of chickpea in West Asia and North Africa. *In* "Adaptation of Chickpea and Pigeonpea to Abiotic Stresses" pp. 135-141. Proc. of the Consultants' Workshop and Pigeonpea to Abiotic Stresses" pp. 135-141. Proc. of the Consultant's Workshop, 19-21 Dec. 1984, ICRISAT. Patancheru, India: ICRISAT.

16 - Saxena, M.C. and H.E. Gridely. 1984. Screening chickpeas for cold tolerance and frost resistance. *In* "Ascochyta Bilght and Winter Sowing of Chickpea" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh). PP. 167-177. ICARDA. Aleppo. Syria.

17 - Singh, K.B. 1993. Genotype-environment interaction for protein. *In* "Legume program" Annual Report for 1993. PP. 44.

18 - Singh, K.B. and M.C. Saxena. 1999. Chickpeas. The Tropical Agriculturalist. McMillan Education LTD, UK.

19 - Singh, K.B., M.C. Saxena and B.E. Gridley. 1984. Screening chickpea for cold tolerance and frost resistance. P 167-177. *In* "Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh). Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publ., The Hague, The Netherlands.

20 - Singh, K.B., R.S. Malhotra and M.C. Saxena. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. Crop Sci. 29: 282-285.

21 - Singh, K.B., R.S. Malhotra and M.C. Saxena. 1995. Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild *Cicer* species. Crop Sci. 35: 1491-1497.

22 - 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.

23 - Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.H. Halila, E.J. Knights and M. Verma. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-149.

Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes in fall planting

S. Najibnia, A. Nezami, A. Bagheri, H. Porsa

Abstract

In order to evaluate phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant genotypes, a field trial carried out on 2004-2005 at the experimental field of College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. In this study 152 cold tolerant accessions with 4 checks (Karaj12-60-31, ILC482, ILC3279 and FLIP84-48C) were evaluated in the Augmented preliminarily design in fall planting (9 October). There were considerable variations among genotypes with each other and with checks about phonological stages (days from sowing to emergence, emergence to flowering and flowering to ripening) and morphological characteristics (plant height, number of branches and their length per plant). The differences in all cases were significant ($p \leq 0.05$). Vegetative growth period was more than 165 days in 84% of accessions and reproductive growth period was more than 29 days in 87% of them. The height of plant in 86% of accessions was more than 30cm, and total branch length per plant was more than 300cm in 82% of accessions. According to the results and regarding to the remarkable yield of some accessions, there is a suitable possibility for selecting genotypes with suitable agronomical characteristics in order to continue cold tolerance trials in replicated experiments.

Keywords: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), cold tolerant, genotype, morphology, phenology

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.