ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود درکشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در منطقه مشهد: ۱- خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک

محسن زعفرانیه[۱]، احمد نظامی[۲]، مهدی پارسا[۲]، عبدالرضا باقری[۲] و حسن پُرسا[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های متحمل به سرمای نخود در شرایط آبیاری تکمیلی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های جزئی متعادل با ۸۱ ژنوتیپ نخود و سه تکرار در کشت پاییزه (۲۱ مهر) در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش از میان حدود ۷۰۰ ژنوتیپ نخود بانک بذر دانشگاه فردوسی مشهد که طی ۱۰ سال در مطالعات مقاومت به سرما مورد بررسی قرار گرفته بودند، انتخاب شدند. در طی فصل رشد، سه نوبت آبیاری شامل بلافاصله پس از کاشت، ۲۰ روز بعد از آبیاری اول و نیز در آغاز مرحله گلدهی، انجام شد. تیپ و مرحله رشدی ژنوتیپ‌ها پیش از سرمای زمستان تعیین شد. همچنین ویژگی‌های فنولوژیک (تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن، سبزشدن تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی) و مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها در بوته و مجموع طول شاخه‌ها در بوته) ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. بر اساس نتایج، تفاوت میان ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه خصوصیات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۵$). دوره رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی) در ۵۷ درصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۱۷۰ روز بود. ارتفاع بوته در ۲۷ درصد از ژنوتیپ‌ها بیش از ۴۶ سانتی‌متر بود و ۱۱ درصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۲۶ شاخه در بوته داشتند. بدین‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که تأثیرات مثبت در اثر بهبود صفات فنولوژیک در کشت پاییزه باعث بهبود صفات مورفولوژیک و در نهایت عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، تحمل به سرما، خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک، ژنوتیپ، کشت پاییزه، نخود.

مقدمه

تاریخ کاشت تأثیر زیادی بر رشد گیاه دارد زیرا نوع شرایط محیطی را که مراحل مختلف فنولوژیک گیاه با آن مواجه خواهد شد، تعیین خواهد کرد. این نکته به‌ویژه برای گیاهی مانند نخود که عمدتاً به‌صورت بهاره در شرایط خشک و با تکیه بر رطوبت ذخیره شده در خاک کشت می‌شود و با درجات حرارتی بالا در طول فصل رشد مواجه است، حایز اهمیت می‌باشد (۲۳). انتخاب تاریخ کاشت مناسب به‌منظور دست‌یافتن به حداکثر پتانسیل عملکرد به‌ویژه در گیاهانی مانند نخود که نسبت به دما و نور حساس هستند امری مهم می‌باشد (۴). در مناطق مرتفع به‌علت کاهش دما در پاییز و نوسانات در میزان بارش، ممکن است جوانه‌زنی و سبزشدن گیاه تحت تأثیر واقع شود و لذا چنانچه گیاه در هنگام وقوع سرمای زمستان در مرحله رشدی مناسبی نباشد در اثر سرما از بین می‌رود. همچنین ممکن است به علت انتخاب تاریخ کاشت نامناسب، نتایج مطلوبی به‌دست نیاید (۱۰). تمام حبوبات در دوره جوانه‌زنی و سبزشدن، نیاز زیادی به آب دارند. این گیاهان در مرحله آبنوشی بسته به گونه و خصوصیات بذر، بین ۹۰ تا ۱۲۰ درصد وزن خودشان آب جذب می‌کنند. برای تأمین نیاز آبی در این مرحله توصیه شده است که کاشت بذور، خیلی زود و زمانی که هنوز رطوبت و نزولات جوی پاییزه در حد خوبی است انجام شود (۱۹). هنگامی که گیاهان سبز می‌شوند کاهش درجه‌حرارت روزانه سبب بروز خسارت در

۱ و ۲ - به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

آنها می‌شود که شدت خسارت، بسته به طول مدت قرارگرفتن گیاه در معرض سرما، مرحله رشدی و خصوصیات ژنتیکی رقم، متفاوت است. رشد مجدد گیاهان خسارت دیده، بستگی به درجه خسارت و شرایط محیطی پس از بروز خسارت در گیاه دارد. برخی گیاهان نیز با تولید شاخه‌های جانبی، رشد مجدد خود را آغاز می‌کنند (۱۸). در گیاه نخودفرنگی، حداکثر تحمل به سرما در مرحله سه تا شش برگی آن است زیرا در مراحل اولیه رشد، گیاه به ذخایر دانه وابسته است و پس از آن مرحله اتوتروفی (لزوم استفاده گیاه از فتوسنتز خود) آغاز می‌شود (۵). بر طبق گزارش‌های محققان، در ارقام مختلف نخود با پیشرفت رشد گیاه از جوانه‌زنی به سمت گلدهی از مقاومت به سرمای آن کاسته می‌شود (۲۳). مطالعه پنج تاریخ کاشت نخود از ۱۲ نوامبر تا ۱۵ مارس در تل‌حدیه سوریه نشان داد که طول هر یک از مراحل فنولوژی گیاه شامل کاشت تا سبزشدن، سبزشدن تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی به‌ترتیب در هر تاریخ کاشت زودتر نسبت به کاشت بعدی، بیشتر است (۲۱). از طرفی دوره رشد رویشی و زایشی گیاه در کاشت زمستانه با رژیم‌های رطوبتی بهتر و حرارتی ملایم‌تری منطبق شده و در نتیجه گیاه دارای ساختار رویشی بزرگتری می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگتری را نیز تغذیه نماید و به میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد و بدین ترتیب میزان تولید افزایش می‌یابد (۱۶). سینگ و همکاران (۲۴) با مطالعه چندین لاین اصلاح شده نخود در طی ۱۰ سال در دو کاشت زمستانه و بهاره به این نتیجه رسیدند که دوره طولانی‌تر رشد در کاشت زمستانه نسبت به کاشت بهاره از طریق تولید بیوماس بیشتر، موجب افزایش قابل توجه عملکرد بذر شده است. در این آزمایش در حالی‌که دوره کاشت تا ۵۰٪ گلدهی در کشت زمستانه ۱۳۶روز بود، در کشت بهاره به ۶۶ روز تقلیل یافت. طول دوره رشد زایشی نیز در کاشت زمستانه نسبت به بهاره، بیشتر بود. آنها تأکید کردند که دوره طولانی‌تر رشد زایشی در کاشت زمستانه از عوامل مهم در افزایش عملکرد بذر بوده است. همچنین رابرتز و همکاران (۲۰) بر اهمیت تأثیر تداوم نسبی دوره رشد در مراحل قبل و بعد از گلدهی بر روی مورفولوژی و عملکرد اقتصادی گیاه نخود تأکید کردند. نتایج برخی تحقیقات نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت بر طول دوره زایشی گیاه نخود معنی‌دار نبود ولی با این وجود گیاهانی که در پاییز کشت شدند به‌دلیل رشد رویشی بیشتر قابلیت بهتری برای تأمین نیازهای اندام‌های زایشی گیاه داشتند (۳). دمای پایین در طول فصل رشد سبب می‌شود که زمان گلدهی به‌تعویق بیفتد و هنگامی‌که در این شرایط رطوبت به خوبی تأمین شود، بیوماس زیادی تولید خواهد شد. از طرفی حبوبات در دوره گرده‌افشانی نسبت به دمای بالا بسیار حساس هستند. هوای گرم و خشک این دوره را کوتاه می‌کند در حالی‌که هوای سرد و مرطوب سبب افزایش دوره گرده‌افشانی می‌شود (۱۹). از آنجا که کشت نخود در اکثر مناطق در شرایط خشک انجام می‌گیرد لذا مقدار رطوبت ذخیره شده در خاک برای رشد آن اهمیت دارد. به این ترتیب، زمان کاشت که تعیین کننده شرایط محیطی در مراحل فنولوژیک این گیاه است تأثیر به‌سزایی در رشد و نمو این گیاه دارد (۱۸). سینگ (۲۶) در آزمایشی در تل‌حدیه، نخود رقم ILC482 را در چهار تاریخ کاشت از ۲۰ نوامبر تا ۱۱ مارس مورد بررسی قرار داد. میزان عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و کاه، همچنین کارآیی مصرف آب در کاشت‌های زمستانه نسبت به بهاره بیشتر بود و به‌عنوان نمونه، میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۲۰ نوامبر نسبت به ۱۱مارس، به ترتیب ۲۵۱ و ۲۴۹ درصد افزایش نشان داد. محققان عامل عمده این بهبود عملکرد را به‌علت همزمانی مراحل رشد رویشی و به‌خصوص رشد زایشی با رژیم‌های حرارتی مطلوب می‌دانند. استراتژی کشت پاییزه نخود در غرب آسیا و شمال آفریقا، بر این اصل استوار است که گیاه قادر خواهد بود مراحل متوالی فنولوژی خود را در شرایط خنک‌تری نسبت به کاشت بهاره کامل کند و بنابراین عملکردهای بهتری به‌دست خواهد آمد. در بررسی اثرات تنش گرما بر عملکرد نخودفرنگی مشاهده شد که میانگین درجه‌حرارت ۲۰ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد برای عملکرد نخودفرنگی، درجه‌حرارت مطلوب بوده و مرحله‌ای که نسبت به تنش گرما بیشترین حساسیت را داشت، ۵ تا ۱۰ روز پس از پایان گلدهی بود. مطالعات نشان داده‌است که عملکرد نخودفرنگی با مجموع درجه‌حرارت‌های بالاتر از ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد در طی گلدهی، همبستگی منفی دارد. درجه‌حرارت بالا، تعداد ساختمان‌های گل و در نهایت تعداد غلاف‌های تشکیل شده

را در گیاه کاهش داده و به عملکردهای کمتر منجر می‌شود (۲۷). دمای پایین در طول فصل رشد سبب می‌شود که زمان گلدهی به‌تعویق بیفتد و بیوماس زیادی تولید شود (۱۸). تأخیر در کاشت موجب کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی می‌شود. بر اساس یک تحقیق، طول دوره گلدهی با تعداد روز از کاشت تا گلدهی رابطه مثبت داشت و با متوسط حرارت در طول گلدهی رابطه منفی نشان داد (۱۲). بر اساس اظهارات دکستر (۹) فاکتورهای زراعی مانند تاریخ کاشت، تراکم گیاه و نیز عوامل محیطی مانند زهکشی و پوشش برف، بر بقای ارقام نخودفرنگی در کاشت زمستانه مؤثرند. رابطه بین عملکرد و دما در طول دوره گرده‌افشانی نخود منفی است. دوره بحرانی عملکرد گیاه در مقابل افزایش دما، ۲۰روز قبل از گرده‌افشانی است و دمای زیاد در این زمان سبب کاهش عملکرد می‌شود. در حقیقت در این مرحله اجزای عملکرد گیاه از جمله جوانه‌های گل تشکیل می‌شوند (۱۵). نخود عمدتاً در جهان به‌صورت دیم کشت می‌شود، در نتیجه خشکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید آن است. میزان کاهش عملکرد در اثر خشکی، به زمان تنش، شدت تنش و میزان تحمل ارقام زراعی بستگی دارد (۲۸). در آزمایش یاداو و همکاران (۲۹) انجام آبیاری تکمیلی در مرحله قبل از گلدهی و پُرشدن غلاف‌ها گرچه اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰ دانه نخود داشت ولی تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نداشت، با این حال باعث افزایش عملکرد به میزان ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید.

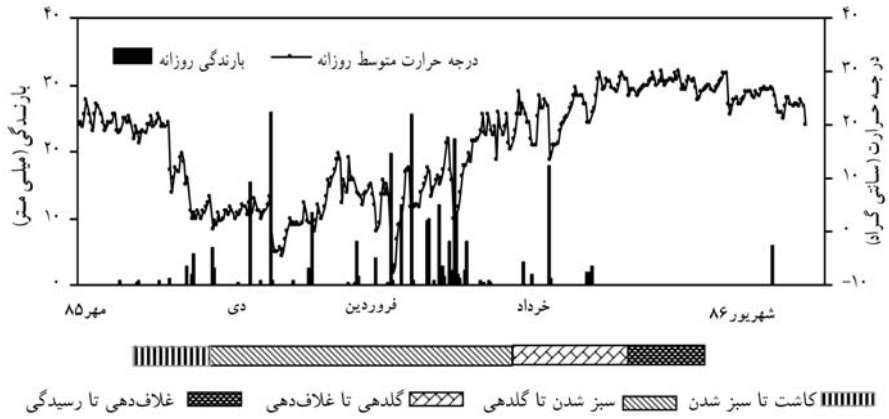
با توجه به موارد مطرح شده در بالا و در راستای تداوم هدفمند پژوهش‌های پیشین، آزمایش حاضر با هدف بررسی خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک ۸۱ ژنوتیپ نخود (شامل ژنوتیپ‌های بِه‌گزینی شده جهت تحمل به سرما حاصل آزمایش‌های گذشته در مشهد و نیز ۷ ژنوتیپ رایج کشور) در کاشت پاییزه و در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. اقلیم مشهد بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک بوده و متوسط بارندگی سالانه آن ۲۸۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه آن ۴۳ و ۲۷/۸- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک مزرعه از نوع سیلتی‌لوم گزارش شده است.

در این آزمایش، ۸۱ ژنوتیپ نخود شامل ۵۷ ژنوتیپ بِه‌گزینی شده جهت تحمل به سرما حاصل آزمایش سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ (۶) که بر اساس صفات برتر (شامل درصد سبز بالا، درصد بقای بالاتر از ۶۷٪، عملکرد دانه بالای یک تُن در هکتار حداقل در یک سال و وزن ۱۰۰ دانه بالای ۲۰ گرم) گزینش شده بودند، ۱۷ ژنوتیپ بِه‌گزینی شده جهت تحمل به سرما در آزمایش‌های سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸-۱۳۷۷ (۷) و نیز ۷ ژنوتیپ رایج در کشور شامل ارقام کاکا، کرج، جم، آرمان، ILC482، ILC3279 و FLIP84-48C مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به تعداد زیاد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، این آزمایش درقالب بلوک‌های جزئی متعادل با سه تکرار (لاتیس سه‌تایی) شامل ۹ بلوک در هر تکرار و ۹ کرت در هر بلوک انجام گرفت. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک‌متر و فاصله تکرارها از یکدیگر، ۳ متر بود. قبل از کاشت از هر یک از کودهای اوره و سوپرفسفات آمونیوم، به ترتیب معادل ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمین پخش شد. ژنوتیپ‌ها در ۲۱ مهرماه سال ۱۳۸۵ در ردیف‌های با فاصله ۵۰ سانتی‌متر، طول دو متر و فاصله بذرها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در عمق ۷ سانتی‌متری کاشت شدند. برای اطمینان از سبز شدن یکنواخت و سریع بذور، دو نوبت آبیاری، یکی بلافاصله پس از کاشت و دیگری ۱۵روز بعد از آبیاری اول، انجام شد. همچنین به‌منظور انجام آبیاری تکمیلی، یک نوبت آبیاری در زمان گلدهی انجام شد. مبارزه با علف‌های‌هرز در دو نوبت، ۲۰ روز پس از آبیاری نوبت دوم و دیگری پس از سرمای زمستان (۲۵ فروردین) انجام گرفت.

پس از شروع رشد در بهار، تیپ رشدی با توجه به زاویه اکثریت شاخه‌ها در بوته نسبت به خط عمود بر زمین (۰ تا ۳۰ درجه = ایستاده، ۳۰ تا ۶۰ درجه = نیمه ایستاده و ۶۰ تا ۹۰ درجه= خوابیده) تعیین شد. مرحله رشدی گیاه (بر اساس



شکل۱: درجه‌حرارت متوسط روزانه و بارندگی روزانه طی دوره کاشت تا رسیدگی ژنوتیپ‌های نخود در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

تعداد گره دارای برگ حقیقی کاملاً باز شده در ساقه اصلی) قبل از زمستان از طریق اندازه‌گیری بر روی سه بوته در هر کرت، تعیین شد. مراحل فنولوژیک گیاه نیز بر اساس زمان وقوع ۵۰٪ از هریک از مراحل سبز شدن، گلدهی و رسیدگی، ثبت شد. 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 و طول شاخه‌ها در بوته، اندازه‌گیری شد.

تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. با توجه به تعداد زیاد نمونه‌ها، سعی گردید تا در ارائه نتایج، ضمن بیان وضعیت معنی‌داری مربوط به تفاوت میان ژنوتیپ‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، ابتدا دامنه این صفات در میان نمونه‌ها ذکر شده و سپس نمونه‌هایی که بیشترین و کمترین مقادیر را نشان دادند، معرفی گردند. همچنین به‌منظور اطلاع از وضعیت کلی نمونه‌ها، فراوانی آنها در چند گستره از صفات اندازه‌گیری شده در قالب نمودار ارائه گردید.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های هواشناسی، گیاهان در فاصله کاشت تا سبز شدن در معرض دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار نگرفتند و پایین‌ترین میزان دما در طی این دوره، ۲ درجه‌سانتی‌گراد بود (شکل۱). در طی دوره رشد رویشی (سبز شدن تا گلدهی)، ۶۴ شب با دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد و نیز ۱۳ روز با پوشش برف اتفاق افتاد که پایین‌ترین درجه‌حرارت (حداقل روزانه) در طول این مدت، ۱۰- درجه سانتی‌گراد بود که در تاریخ‌های ۱۴ دی و 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 ۵۸ مورد بارندگی رُخ داد (شکل۱). تعداد بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلی‌متر، ۱۱ مورد بود که در طی ماه‌های دی تا خرداد اتفاق افتاد.

خصوصیات فنولوژیک

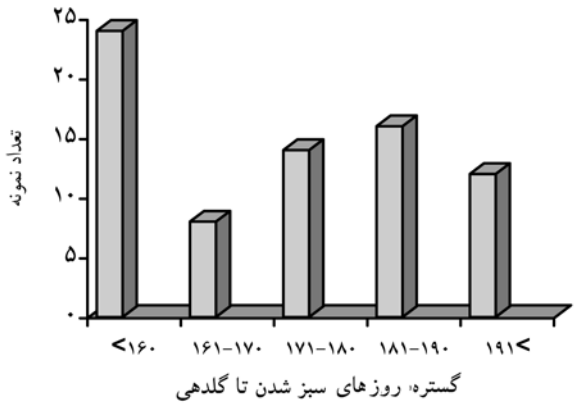
تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن: بر اساس نتایج، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش (۸۱ ژنوتیپ) از نظر تعداد روزهای کاشت تا سبزشدن، مشاهده شد به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۹ تا حداکثر ۴۳ روز متغیر بود. بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC738 و MCC811 هر کدام با ۴۳ روز و MCC746 و MCC800 هر کدام با ۳۹روز، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC770 با ۹ روز و MCC771 و MCC258 هر کدام با ۱۰ روز، کمترین تعداد روز از کاشت تا سبزشدن را دارا بودند. بررسی فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های تعداد روز از کاشت تا سبز شدن نشان داد که میزان این صفت در ۱۱ درصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۳۶ روز و در ۱۱ درصد از آنها، کمتر از ۱۵ روز بود.

تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی (دوره رشد رویشی) : بر اساس نتایج، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش (۸۱ ژنوتیپ) از نظر تعداد روزهای سبزشدن تا گلدهی وجود داشت به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۱۳۶ تا حداکثر ۲۰۲ روز متغیر بود. ژنوتیپ‌های MCC770 و MCC771 به‌ترتیب با ۲۰۲ و ۲۰۰ روز بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC780 با ۱۳۶ روز و MCC800 و MCC738 هر کدام با ۱۳۸ روز، کمترین تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی را دارا بودند. بر اساس نمودار فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های تعداد روز از سبزشدن تا گلدهی، میزان این صفت در ۱۵درصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۱۹۱ روز و در ۳۰ درصد از آنها، کمتر از ۱۶۰ روز بود (شکل۲).

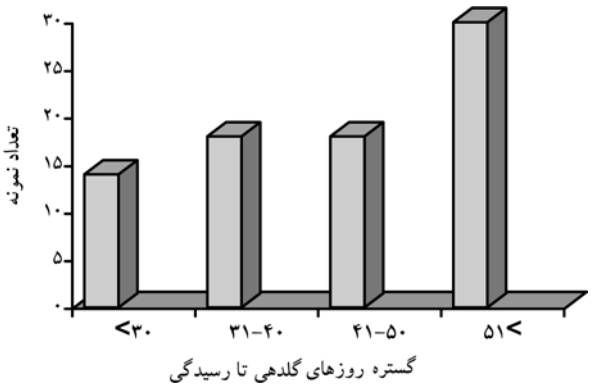
نتایج آزمایش‌های اشل (۱۲) و داهایا و همکاران (۸) در مورد نخود نشان داده است که توسعه دوره سبز شدن تا گلدهی در کشت زمستانه باعث می‌شود که دوره رشد گیاهان، با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناسب‌تری روبه‌رو شده و در نتیجه رشد رویشی، بهبود یافته و زمینه جذب تشعشع فعال فتوسنتزی بیشتری نسبت به کشت بهاره فراهم شود که این موضوع به افزایش عملکرد منجر می‌شود.

سکسینا (۲۱) نیز بیان داشت که کاشت زمستانه نخود در شرایط مدیترانه‌ای سبب افزایش دوره رشد رویشی گیاه و قرارگرفتن مراحل رشد رویشی و زایشی آن در شرایط رطوبتی بسیار مناسب شده است. همچنین به‌دلیل افزایش رشد رویشی و تأمین مطلوب مخزن‌های زایشی توسط اندام‌های رویشی، عملکرد دانه بهبود یافته است. در تحقیقی که به‌منظور بررسی امکان کاشت پاییزه-زمستانه نخود در شرایط دیم شمال خراسان صورت گرفت، مشاهده شد که دوره رشد رویشی در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ در تاریخ کاشت ۱۳ آذر و ۱۳ دی، 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 رطوبت ذخیره خاک و همچنین از بارندگی‌های محدود اواخر فروردین و نیمه اول اردیبهشت در جهت رشد رویشی مناسب‌تر، استفاده کنند (۱).

تعداد روزهای گلدهی تا رسیدگی (دوره رشد زایشی): بر اساس نتایج، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از نظر تعداد روزها از گلدهی تا رسیدگی وجود داشت به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۲۲ تا حداکثر ۶۴ روز متغیر بود. ژنوتیپ MCC770 با ۶۴ روز و ژنوتیپ‌های MCC771، MCC740 و MCC488 هر کدام با ۶۱ روز، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC738، MCC800 و MCC811 هر کدام با ۲۲ روز، کمترین دوره رشد زایشی را دارا بودند. بر اساس نمودار فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های تعداد روز دوره رشد زایشی، میزان این صفت در ۳۹ درصد از ژنوتیپ‌ها بیش از ۵۱ روز و در ۱۶درصد از آنها، کمتر از ۳۰ روز بود (شکل۳).



شکل۲: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود در گستره‌های تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

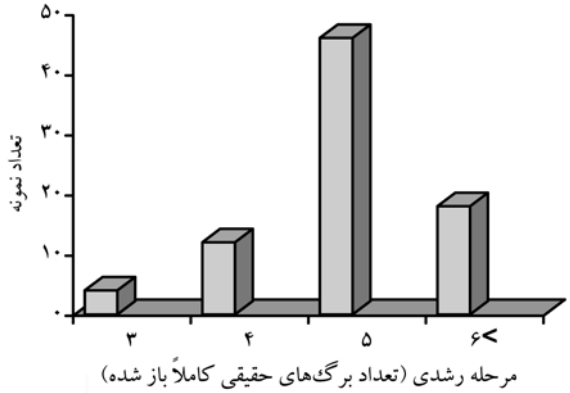


شکل ۳: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود در گستره‌های تعداد روز از گلدهی تا رسیدگی در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی درمشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

سینگ و همکاران (۲۴) با مطالعه چندین لاین اصلاح شده نخود در طی ۱۰ سال در مناطق مدیترانه‌ای غرب آسیا در دو کاشت زمستانه و بهاره مشاهده کردند تعداد روز تا رسیدگی در کاشت زمستانه نسبت به بهاره، ۷۹ روز بیشتر بود. آنها تأکید کردند که دوره طولانی‌تر رشد زایشی در کاشت زمستانه از عوامل مهم در افزایش عملکرد دانه (به‌میزان ۷۰ درصد) بوده است. همچنین در آزمایشی که بر روی کشت پاییزه نخود در شرایط دیم شمال خراسان انجام شد، دوره رشد زایشی در هر یک از تاریخ‌های کاشت ۱۳ آذر و ۱۳ دی، به‌مدت ۶ روز بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ فروردین بود و لذا گیاهان در کاشت‌های ۱۳آذر و ۱۳ دی، فرصت بیشتری جهت رشد زایشی در اختیار داشتند در حالی‌که بروز شرایط خشکی و وقوع دماهای بالا در مراحل انتهایی فصل رشد از جمله همزمان با شروع مرحله گلدهی در گیاهان کاشت ۱۵ فروردین، باعث شد دوره رشد زایشی در این تاریخ کاشت، کمتر از کاشت‌های ۱۳آذر و ۱۳دی باشد (۱).

خصوصیات مورفولوژیک

مرحله و تیپ رشدی گیاهان قبل از سرما: پیش از شروع سرمای زمستان، کمتر از پنج درصد از ژنوتیپ‌ها در مرحله سه برگی، ۱۵ درصد در مرحله چهاربرگی، ۵۷/۵ درصد در مرحله پنج‌برگی و ۲۲/۵ درصد در مرحله شش برگی یا بیشتر بودند (شکل ۴).



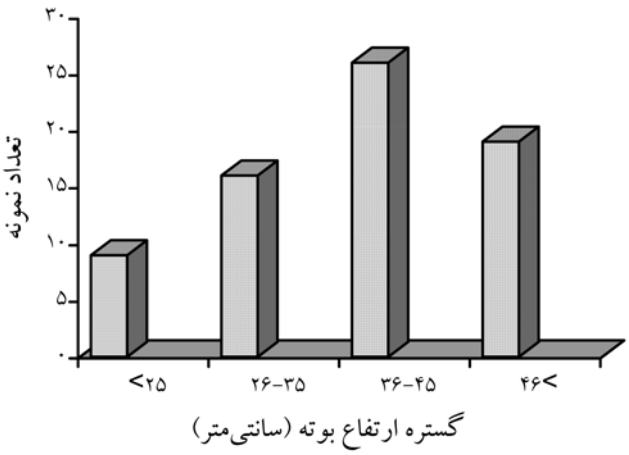
شکل ۴: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود مربوط به مرحله رشدی آنها قبل از سرما در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی درمشهد طی سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶

در این آزمایش، تیپ‌رشدی ۵۲/۶ درصد از ژنوتیپ‌ها ایستاده، ۳۴/۲ درصد نیمه ایستاده و ۱۳/۶ درصد، خوابیده بود.

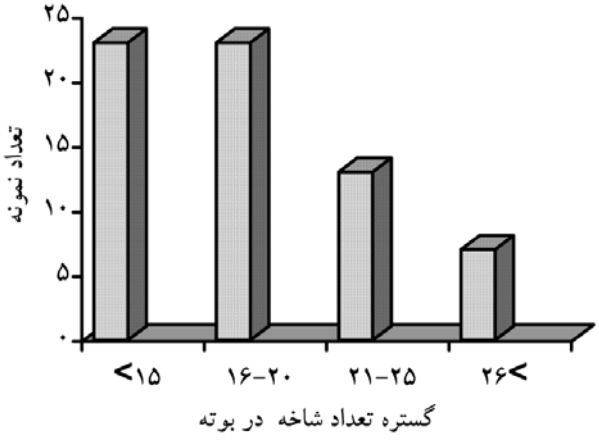
در مورد نخودفرنگی مشاهده شده است که لاین‌های مقاوم به سرما دارای تیپ رشدی خوابیده بودند (۱۶). در مطالعات سایر گیاهان نظیر نخود نیز مشاهده شده است که بین تیپ رشدی روزت (خوابیده) قبل از زمستان و تحمل به سرما، همبستگی خوبی وجود دارد (۲۲). در آزمایشی که بر روی تأثیر تراکم پایین و بالا بر روی لاین‌های نخود در تیپ رشدی ایستاده و خوابیده انجام گرفت، مشخص شد که در تراکم بالا، عملکرد بیولوژیک رقم ایستاده، ۱۷٪ بیش از رقم خوابیده بود که این امر نشان دهنده پتانسیل زیاد در تراکم بالا است. از طرفی کارآیی مصرف آب به‌منظور تولید دانه در رقم ایستاده ۳۹٪ کاهش داشت که به‌علت شاخص برداشت کمتر بود. علت، این بود که رقم ایستاده دو هفته دیرتر وارد گلدهی شد، لذا می‌توان گفت چنانچه ارقام ایستاده قادر باشند زودتر گل بدهند، بر کارآیی مصرف آب آنها افزوده می‌شود (۱۵).

ارتفاع بوته : در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر میزان ارتفاع بوته، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) وجود داشت به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۲۰ تا حداکثر ۵۷ سانتی‌متر متغیر بود. بر این اساس، ژنوتیپ‌های MCC202 و MCC758 هر کدام با ۵۷ سانتی‌متر و نیز ژنوتیپ MCC779 با ۵۵ سانتی‌متر، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC327 با ۲۰ سانتی‌متر و MCC719 و MCC743 هر کدام با ۲۳ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع بوته را داشتند. نمودار فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های ارتفاع بوته نشان داد که ۲۳ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای ارتفاع بوتهٔ بیش از ۴۶ سانتی‌متر بوده و ۱۱ درصد از آنها، ارتفاع بوته کمتر از ۲۵ سانتی‌متر را دارا بودند (شکل۵). همبستگی ارتفاع بوته با طول دوره رشد رویشی، مثبت و معنی‌دار بود ($r=۰/۸۵^{**}$).

سینگ و همکاران (۲۴) متوسط ارتفاع بوته نخود را در کاشت زمستانه حدود ۴۷ سانتی‌متر و در کاشت بهاره ۳۶ سانتی‌متر ذکر کردند و لذا در گیاهان کاشت زمستانه، امکان برداشت مکانیزه توسط کمباین به‌علت افزایش ارتفاع بوته امکان‌پذیر گردیده در صورتی‌که درگیاهان کشت شده در بهار به علت ارتفاع بوته کمتر و لزوم برداشت توسط دست،



شکل ۵: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود در گستره‌های ارتفاع بوته در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵



شکل ۶: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود در گستره‌های تعداد شاخه در بوته در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

هزینه کارگری افزایش می‌یابد. محققان اظهار داشتند که گیاهان کاشت پاییزه- زمستانه نخود قادر به استفاده از رطوبت حاصل از ریزش نزولات جوی هستند و در این حالت بخش بیشتری از آب ذخیره شده در خاک صرف تأمین نیاز آبی گیاه می‌شود. از سوی دیگر گیاهان کاشت بهاره غالباً از رطوبت ذخیره شده در خاک استفاده می‌کنند و طبیعی است که کمبود بارندگی در این زمان شدیداً بر رشد گیاه و در نتیجه ارتفاع، تأثیر خواهد گذاشت (۱۴). نجیب‌نیا (۶) در آزمایشی که به منظور ارزیابی کشت پاییزه نخود در مشهد انجام داد مشاهده نمود که در ۶۴ درصد از ۱۵۲ ژنوتیپ نخود مورد مطالعه، ارتفاع بوته بین ۳۱ تا ۴۵ سانتی‌متر بود.

تعداد شاخه در بوته: بر اساس نتایج، در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر تعداد شاخه در بوته تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) وجود داشت به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۶ تا حداکثر ۳۱ شاخه متغیر بود. ژنوتیپ MCC186 با ۳۱ شاخه و ژنوتیپ‌های MCC742 و MCC808 هر کدام با ۲۸ شاخه، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC67، MCC510 و MCC782 هر کدام با ۶ شاخه، کمترین تعداد شاخه در بوته را دارا بودند. بررسی نمودار فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های تعداد شاخه در بوته نشان داد که ۹ درصد ژنوتیپ‌ها بیش از ۲۶ شاخه در بوته و ۲۹ درصد از آنها، کمتر از ۱۵ شاخه در بوته داشتند (شکل۶). در این آزمایش، همبستگی میان تعداد شاخه در بوته با طول دوره رشد رویشی ($r=۰/۳۱^{**}$) و نیز طول دوره رشد زایشی ($r=۰/۲۹^{**}$)، مثبت و معنی‌دار بود.

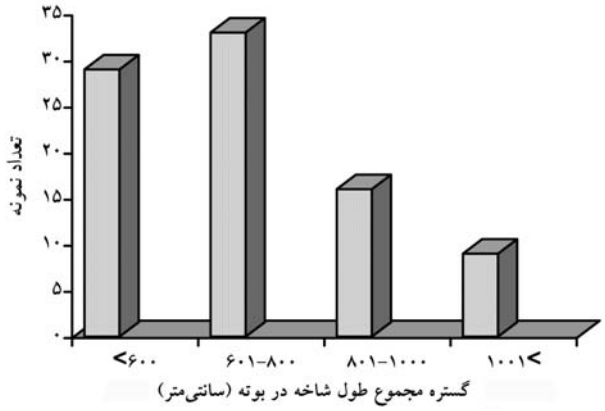
گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد که تعداد شاخه در گیاهان کشت پاییزه نسبت به بهاره به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است که علت آن، رشد بیشتر در اثر بهبود نسبی شرایط محیطی از نظر دما و رطوبت در طی دوره رشد رویشی بوده است (۲ و ۱۱).

بررسی‌های متعدد نشان می‌دهد که بین تعداد شاخه در گیاه و عملکرد بذر همبستگی مثبتی وجود دارد چرا که افزایش تعداد شاخه در گیاه، افزایش تعداد غلاف و در نتیجه افزایش عملکرد دانه را در پی‌دارد (۱۷).

مجموع طول شاخه‌ها در بوته: بر اساس نتایج در میان ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر مجموع طول شاخه‌ها در بوته، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) وجود داشت به‌طوری که میزان این صفت در میان ژنوتیپ‌ها از حداقل ۴۹۳ تا حداکثر ۱۴۲۰ سانتی‌متر متغیر بود. ژنوتیپ‌های MCC800، MCC770 و MCC768، به‌ترتیب با مجموع طول شاخه ۱۴۲۰، ۱۳۹۲ و ۱۳۷۸ سانتی‌متر، بیشترین و ژنوتیپ‌های MCC782، MCC283 و MCC811، به‌ترتیب با ۴۹۳، ۵۴۰ و ۵۸۰ سانتی‌متر، کمترین طول شاخه در بوته را دارا بودند. بر اساس فراوانی ژنوتیپ‌ها در گستره‌های مجموع طول شاخه‌ها در بوته، میزان این صفت در ۹ درصد

ژنوتیپ‌ها بیش از ۱۰۰۰ سانتی‌متر و در ۳۷ درصد آنها، کمتر از ۶۰۰ سانتی‌متر بود (شکل۷). در این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌داری میان مجموع طول شاخه‌ها در بوته با طول دوره رشد رویشی (r=۰/۶۸**)، طول دوره رشد زایشی (r=۰/۶۵**)، ارتفاع بوته (r=۰/۲۷**) و تعداد شاخه‌ها در بوته (r=۰/۳۰**) مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت گیاهانی که از رشد رویشی بیشتری برخوردار هستند به دلیل افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته، مجموع طول شاخه در بوته آنها نیز افزایش می‌یابد.

تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر مجموع طول شاخه‌ها در بوته داشته و میزان آن در کاشت‌های پاییزه و زمستانه به‌دلیل انطباق بیشتر مراحل رشد رویشی و زایشی آنها با رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناسب، افزایش می‌یابد (۲۵). این محققان، اظهار داشتند که افزایش دوره رشد رویشی در گیاهان کشت پاییزه از طریق بهبود رشد اندام‌های گیاهی و بیوماس، سبب افزایش پتانسیل تولید در گیاه می‌شود.



شکل۷: فراوانی ژنوتیپ‌های نخود در گستره‌های مجموع طول شاخه‌ها در بوته در کشت پاییزه در شرایط آبیاری تکمیلی در مشهد طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵

نتیجه‌گیری

ژنوتیپ‌هایی که در مدت زمان کمتری جوانه زدند، این توانایی را داشتند که زودتر وارد مرحله رشد رویشی شده و در بهار از شرایط محیطی مناسب، استفاده بیشتری بنماید. به‌عنوان مثال، ژنوتیپ MCC488 با دوره رشد رویشی ۱۹۶ روز، بالاترین عملکرد (۲۰۱۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت و از نظر صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول شاخه‌ها در بوته، درصد بقاء، تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰ دانه (داده‌های مربوط به سه صفت اخیر نشان داده نشده است) نیز جزو ۲۰ ژنوتیپ برتر بود. روند مشابهی در ۲۰ ژنوتیپ برتر از نظر عملکرد دانه نیز مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد انتخاب تاریخ کاشت ۲۱مهر در این آزمایش، تأثیر مثبتی بر روی ایجاد تطابق به سرما در ژنوتیپ‌ها گذاشت. با توجه به مشاهدات حاصل از آزمایشات مشابه دیگر در همین منطقه در شرایط دیم، در این آزمایش، آبیاری در دو مرحله بعد از کاشت باعث سبزشدن یکنواخت و سریع‌تر ژنوتیپ‌ها شد. ژنوتیپ‌ها قبل از سرمای سخت زمستان (۱۰- درجه‌سانتی‌گراد در تاریخ ۱۴ دی، ۸ و ۹ اسفند) در مرحله گیاهچه‌ای (۵ تا ۷ برگی) بودند. با توجه به تحمل به سرمای بیشتر گیاه نخود در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به مراحل پیشرفته رشدی، در این آزمایش تلفات در اثر سرما کاهش یافت و در پی آن، درصد بقاء در ۸۵ درصد از ژنوتیپ‌ها، بالاتر از ۵۱ درصد بود. نتایج این آزمایش، ما را یک گام دیگر به دستیابی و معرفی ژنوتیپ‌های امیدبخش متحمل به سرما در شرایط منطقه نزدیک‌تر نمود.

منابع

۱. 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.

۲. خیرخواه، م.، ع. باقری، م. نصیری و ا. نظامی. ۱۳۸۰. به‌گزینی در ژرم‌پلاسم نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) برای کاشت انتظاری در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۶: ۱۸۰-۱۷۳.

۳. سینگ، ک.ب.، و م. س. سکسینا. (مترجمین: باقری، ع.، ا. نظامی و م. سلطانی.) ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنش‌ها. انتشارات سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی، ۴۴۵ ص.

۴. کانونی، ه. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل به سرما در ژنوتیپ‌های نخود زراعی در خزانه‌های کشت پاییزه. مجله نهال و بذر ۲۰: ۹۹-۸۹

۵. کوچکی، ع. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۹۱ص.
۶. نجیب‌نیا، س. ۱۳۸۴. ارزیابی مقدماتی تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های نخود در مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. نظامی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تحمل به سرما در نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌منظور کشت پاییزه آن در مناطق مرتفع. پایان‌نامه دوره دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
8-Dahiya, B.S., K.R. Grupta and Waldia. 1983. Adaptation of chickpea varieties to late sowing. Indian J. Agric. Sci. 53: 673-676.
9-Dexter, S.T. 1956. The evaluation of crop plants for winter hardiness. Adv. Agron. 8: 203-239.
10-Erskine, W., K. Meyveci and N. Izgin. 1981. Screening of world lentil collection for cold tolerance. Intl. Lens Newsl. 8: 5-9.
11-Eser, D., H.H. Gecit and H.Y. Emeklier. 1991. Evaluation of germplasm of chickpea landraces in Turkey. Int. Chickpea Newsl. 24: 22-23.
12-Eshel, Y. 1967. Effect of sowing date on growth and seed yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). In "The Chickpea". (Eds. K.B. Singh and M.C. Saxena). PP. 215. C.A.B. International, UK.
13-Juza, J. 1971. The roles of some biological and economic characteristics of selected pea varieties (*Pisum sativum* L.) in yield formation. "Candidate of 20" (Ed. R.J. Summerfield) pp. 175-180. Kluwer Academic Publishers, The Netherland.
14-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.
15-Keatinge, J.D.H. and P.J.M. Cooper. 1984. Physiological and moisture-use studies on growth and development of winter-sown chickpeas. In "Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) pp. 141-157. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
16-Malhotra, R.S. and M.C. Saxena. 1993. Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In "Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes" (Eds. K.B. Singh and M.C. Saxena). pp. 227-244. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
17-Mckenzie, B.A. and G.D. Hill. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand J. of Crop and Hort. Sci. 23: 467- 474.
18-Panina, V.F. 1965. Parameters for the assessment of the agrometeorological conditions of yield formation in peas. Meteorologiyai gidrologiya: 2. In "Weather and Yield, Developments in Crop Science. 20" (Ed. J. Petr, 1991) pp. 203. Elsevier, New York, 288 pp.
19-Petr, J. 1991. Weather and Yield, Development in Crop Science. 20. Elsevier, New York, 288 pp.
20-Roberts, E.H., P. Hadley and R.J. Summerfield. 1985. Effect of temperature and photoperiod on flowering in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Annals of Botany 55: 881-892. In "The Chickpea" (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) pp. 180. C.A.B. International, UK, 409 pp.
21-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.
22-Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. In "Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes" (Eds. K.B. Singh and M.C. Saxena) pp. 3-14. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
23-Saxena, M.C. and K.B. Singh. 1987. The Chickpea. Wallingford, UK/Aleppo, Syria: CAB International / ICARDA.
24-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.
25-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.
26-Singh, S. 1984. Source-sink interaction in relation to seed development in (*Cicer arietinum* L.). Ph.D. Thesis. University of Delhi, India. In "The Chickpea". (Eds. M.C. Saxena and K.B. Singh, 1987) pp. 181. C.A.B. International, UK, 409 pp.
27-Summerfield, R.J., E.H. Roberts and P. Hadley. 1987. Photothermal effects on flowering in chickpea and other grain legumes. In "Adaptation of Chickpea and Pigeonpea to Abiotic Stresses" pp. 33-48. Proc. of the Consultants' Workshop, 19-21 Dec. 1984, ICRISAT. Patancheru, India: ICRISAT.
28-Xia, M.Z. 1997. Effects of drought during the generative development phase on seed yield and nutrient uptake of faba bean (*Vicia faba* L.). Aust. J. Agric. Res. 48: 447- 451.
29-Yadav, S.D., K. Chander and A. Kumar. 1994. Response of late-sown gram (*Cicer arietinum*) to irrigation and phosphorus. Indian J. Agric. Sci. 64: 24- 28.

Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms under complementary irrigation in Mashhad condition: 1- Phenological and Morphological characteristics

M. Zaferanieh, A. Nezami, M. Parsa, A. Bagheri, H. Porsa[1]

Abstract

In order to evaluate phenological and morphological characteristics of cold tolerant chickpea germplasms, an experiment was carried out based on incomplete block design with 81 chickpea germplasms and three replications in 12th Oct. 2006 at Mashhad Ferdowsi University, Agricultural Station. These germplasms had been selected among 700 accessions from RSPS (Research Center for Plant Sciences) Seed Bank after some cold tolerance studies in 10 years. Irrigation was done three times, immediately after sowing, 20 days after that and at flowering stage. Before occurring of winter cold, type and stage of plant growth were measured. Also, phenological and morphological characteristics of germplasms including emergence, flowering and ripening, stage, plant height, branches number per plant and branches length per plant were measured. Based on results, there were significant differences among germplasms for all of the measured characteristics. The length of vegetative period (emergence to flowering stage) was more than 170 days for 57% of germplasms. Plant height for 27% of the germplasms was more than 46 cm. 11% of the germplasms had more than 26 branch per plant. Thus, it can be concluded that positive effects resulted from improving of phenological traits in fall sowing, caused for morphological and yield enhancement.

Keywords: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), cold tolerant, complementary irrigation, fall sowing, phenological and morphological characteristics.

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