

بررسی اثر تنش یخزدگی در شرایط گلخانه بر روی اکوتیپ‌های نخودسیاه *Cicer arietinum* L. (تیپ دسی)

سعیده ملکی فراهانی^{۱*} و محمد رضا چائی چی^۲

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ وصول: ۱۳۸۷/۰۸/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۰۴

چکیده

به منظور بررسی مقاومت به یخزدگی اکوتیپ‌های نخود (تیپ دسی)، آزمایشی در شرایط طبیعی بر هشت اکوتیپ امیدبخش متحمل به سرمای نخود به شماره‌های ۴۳۰۱، ۴۳۲۲، ۴۳۶۰، ۴۳۶۱، ۴۳۶۶، ۴۳۸۰، ۴۷۱۵، ۴۸۱۶ به همراه یک اکوتیپ حساس به-سرما (۳۰۴) در تاریخ ۲۴ مهر انجام گرفت. سپس بوته‌های نخود (گل‌دان‌ها) در مراحل ۴، ۶ و ۸ برگی به تدریج در ژرمیناتور در معرض دماهای یخزدگی (تا ۱۰ درجه زیر صفر) قرار گرفتند. درصد بوته‌میری و خسارت برگ، ۲۰ روز پس از اعمال تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. اثر اکوتیپ، مراحل تنش و اثرات متقابل آنها بر صفات درصد بوته‌میری و درصد خسارت برگ (در سطح ۱٪) معنی‌دار بود. اکوتیپ‌های ۴۳۲۲ و ۴۷۱۵ کمترین و اکوتیپ‌های ۳۰۴ و ۴۳۰۱ بیشترین درصد خسارت برگ و بوته‌میری را داشتند. نخود سیاه در مراحل پیشرفته‌تر رشد رویشی به سرما حساس‌تر بود به طوری که در ۸ برگی بیشترین و در ۴ برگی کمترین درصد خسارت برگ را داشت ولی درصد بوته‌میری در ۶ و ۴ برگی کمتر از ۸ برگی بود.

واژه‌های کلیدی: بوته‌میری، تنش یخزدگی، خسارت برگ، کشت پاییزه، نخود سیاه *Cicer arietinum*

مقدمه

کشت حبوبات در سیستم‌های زراعی دیم در مناطق مدیترانه‌ای (حدود ۹۰ درصد کل بقولات در این مناطق تولید می‌شوند) از اهمیت خاصی برخوردار است (۳). از بررسی سطح زیر کشت لگوم‌های دانه‌ای در ایران و جهان چنین بر می‌آید که نخود^۱ به لحاظ اهمیت سومین لگوم دانه‌ای بعد از لوبیا و نخود فرنگی در جهان و اولین لگوم دانه‌ای مورد کشت در ایران است (۳).

سیستم کشت سنتی نخود در ایران، کشت بهاره می‌باشد که عموماً به دلیل کاهش طول دوره رویش و عدم استفاده کامل از نزولات زمستانه در حساس‌ترین دوره رشد خود (تشکیل غلاف و پر شدن دانه) به تنش خشکی آخر فصل برخورد نموده و دچار کاهش عملکرد می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که کشت زمستانه نخود به جای کشت بهاره در مناطق مدیترانه‌ای ۷۰٪ افزایش عملکرد به همراه داشته است و گیاهان کاشته شده در زمستان از رطوبت بهتری بهره می‌برند و ارتفاع بلندتری نسبت به گیاهان کاشته شده در بهار دارند که این امر باعث سهولت برداشت مکانیزه با کمباین در کشت زمستانه می‌شود (۱۳). وارنر (۱۹۷۲) گزارش کرد که در بین ۲۷-۱۱ رقم نخود که در جنوب شرقی فرانسه (۷۸۰-۵۰ متر بالاتر از سطح دریا) برای مقاومت به یخبندان (حداقل دما ۱۰- تا ۱۸/۵- درجه سانتی‌گراد) مورد بررسی قرار گرفتند، تنوع وجود داشت.

او گزارش کرد که در تحمل به سرمای گیاه مرحله فنولوژیکی اهمیت دارد، مقاومت به سرما با پیشرفت رشد گیاه از جوانه‌زنی به سمت مرحله گل‌دهی کاهش یافت. او نسبت «مقاومت به یخبندان» (تعداد گیاهان در زمان برداشت تقسیم بر تعداد گیاهان سبز شده) را به عنوان یک پارامتر برای تحمل به سرما به کار برد و بر این اساس ژنوتیپ‌ها را در سه گروه تقسیم بندی کرد: تیپ پائیزه (مقاوم به یخ-بندان)، تیپ زمستانه (متحمل به یخبندان)، و تیپ بهاره

(حساس به یخبندان). کشت زمستانه نخود در نواحی مدیترانه‌ای گیاه را در مراحل اولیه رشد رویشی با یخبندان زمستانه مواجه می‌نماید که این امر باعث بوته‌میری شدید در زراعت می‌شود اما تحقیقات نشان داده است که بعضی اکوتیپ‌های نخود در شرایطی که دما در زمستان تا ۱۲- درجه سانتیگراد زنده می‌مانند (۱۲). لذا تلاش برای یافتن اکوتیپ‌هایی که مقاومت به دماهای زیر صفر زمستان را داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات وسیعی در مرکز تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) بر روی مقاومت به سرما و یخ‌زدگی در نخود بر روی اکوتیپ‌های موجود صورت گرفته است (۸) و اکوتیپ‌های مناسب معرفی گردیده‌اند ولی در مورد اکوتیپ‌های نخود موجود در ایران تا کنون تحقیقات اندکی انجام شده است (۱). در این تحقیق سعی بر آن بود که حساس‌ترین مرحله رشد رویشی نخود به دماهای یخ‌زدگی مشخص شود تا با تنظیم تاریخ کشت بتوان از خطر نابودی گیاهان در سرماهای زمستانه جلوگیری نمود و هدف دیگر این تحقیق، شناسایی اکوتیپ‌هایی بود که بیشترین درصد بقاء را در زمستان و در مواجهه با دماهای یخ‌زدگی داشته باشند و به این ترتیب با افزایش طول دوره رشد، باعث افزایش عملکرد نخود شوند و همچنین با باقی ماندن گیاهان در طول زمستان بر روی سطح خاک از فرسایش خاک جلوگیری گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مقدماتی بر روی ۳۶۴ اکوتیپ نخود سیاه موجود در کلکسیون طرح حبوبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران طی آزمایش‌های صحرایی در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۹ صورت گرفت. در ارزیابی‌های مقاومت به سرما تعداد ۸ لاین به‌عنوان اکوتیپ‌های مقاوم و یک لاین به‌عنوان اکوتیپ حساس به سرما شناسایی شدند (۲). در این بررسی تعداد ۸ لاین امیدبخش مقاوم به سرمای نخود (تیپ دسی) به همراه یک لاین حساس به سرما (۳۰۴) در

^۱*Cicer arietinum* L.

مانده از خسارت سرما و یخ‌بندان در گل‌دان شمارش شده و درصد خسارت برگ و بوته‌میری آنها اندازه‌گیری شد (۱۴). پس از تبدیل جذری داده‌ها، با استفاده از برنامه MSTATC تجزیه واریانس اطلاعات انجام شد و میانگین‌ها به روش LSD مورد مقایسه قرار گرفتند. آنالیز کلاستر اکوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد بررسی با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر اکوتیپ، مراحل تنش یخ‌زدگی و اثرات متقابل آنها (در سطح ۱٪) بر روی درصد بوته‌میری و درصد خسارت برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اکوتیپ ۳۰۴ و ۴۳۰۱ بیشترین خسارت برگ و درصد بوته‌میری (۱۰۰٪) را داشتند. در حالی که اکوتیپ‌های ۴۳۲۲ و ۴۷۱۵ از کمترین درصد خسارت برگ (۳۸) و بوته‌میری (به ترتیب ۳۰ و ۳۷) برخوردار بودند (جدول ۲). تنش در مرحله ۸ برگ‌گی به طور معنی‌داری باعث افزایش درصد بوته‌میری گردید (جدول ۳).

تاریخ ۲۴ مهر در شرایط طبیعی (خارج از گل‌خانه) در گل‌دان‌های پلاستیکی به تعداد ۵ بذر در هر گل‌دان کشت شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. نه اکوتیپ به شماره‌های ۴۳۰۱، ۴۳۲۲، ۴۳۶۰، ۴۳۶۱، ۴۳۶۶، ۴۳۸۰، ۴۷۱۵، ۴۸۱۶ و ۳۰۴ و سه مرحله تنش شامل ۴، ۶ و ۸ برگ‌گی در نظر گرفته شد. پس از رسیدن به مراحل تنش، گل‌دان‌های مربوطه به ژرمیناتور منتقل شدند و تحت تیمار ۴ ساعت در حرارت صفر درجه سانتیگراد، ۵ ساعت کاهش تدریجی درجه حرارت تا ۱۰- درجه سانتیگراد (کاهش ۲ درجه سانتیگراد در هر ساعت)، ۲ ساعت توقف در ۱۰- درجه سانتیگراد و ۵ ساعت افزایش تدریجی درجه حرارت تا ۲ درجه سانتیگراد قرار گرفتند (۱۸). قبل از بردن گل‌دان‌ها به ژرمیناتور برای اعمال تنش، تعداد بوته‌ها در هر گل‌دان شمارش شد تا در زمان تخمین درصد مرگ گیاهچه از آن استفاده شود.

پس از اعمال درجه حرارت‌های فوق، گیاهان به شرایط طبیعی منتقل شده و پس از ۲۰ روز گیاهان باقی-

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر اکوتیپ و مراحل تنش یخ‌زدگی بر درصد بوته‌میری و خسارت برگ اکوتیپ‌های نخود سیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	درصد بوته‌میری
تکرار	۳	۲/۰۰۵	۹/۳۹۷
اکوتیپ	۸	۲۲۴/۰۱۰*	۲۵۲/۲۴۱*
مراحل مختلف تنش یخ‌زدگی	۲	۶۰/۷۴۶*	۸۰/۸۴۰*
اکوتیپ × مراحل مختلف تنش یخ‌زدگی	۱۶	۳۴۲/۰۵۸*	۳۹۹/۰۸۶*
خطای آزمایشی	۷۸	۱۱۳/۱۹۷	۵۱۴/۰۶۳

* معنی‌دار در سطح ۵٪

جدول ۲- اثر اکوتیپ بر درصد خسارت برگ و بوته‌میری

صفت	۴۳۰۱	۴۸۱۶	۴۳۶۱	۴۳۶۶	۴۳۲۲	۴۳۸۰	۴۳۶۰	۴۷۱۵	۳۰۴
خسارت برگ (درصد)	۱۰۰ a	۷۷ b	۸۰ ab	۹۵ ab	۳۸ c	۹۸ a	۸۰ ab	۳۸ c	۱۰۰ a
بوته‌میری (درصد)	۱۰۰ a	۵۷ bc	۶۰ bc	۷۰ ab	۳۰ d	۸۵ ab	۸۰ ab	۳۷ cd	۱۰۰ a

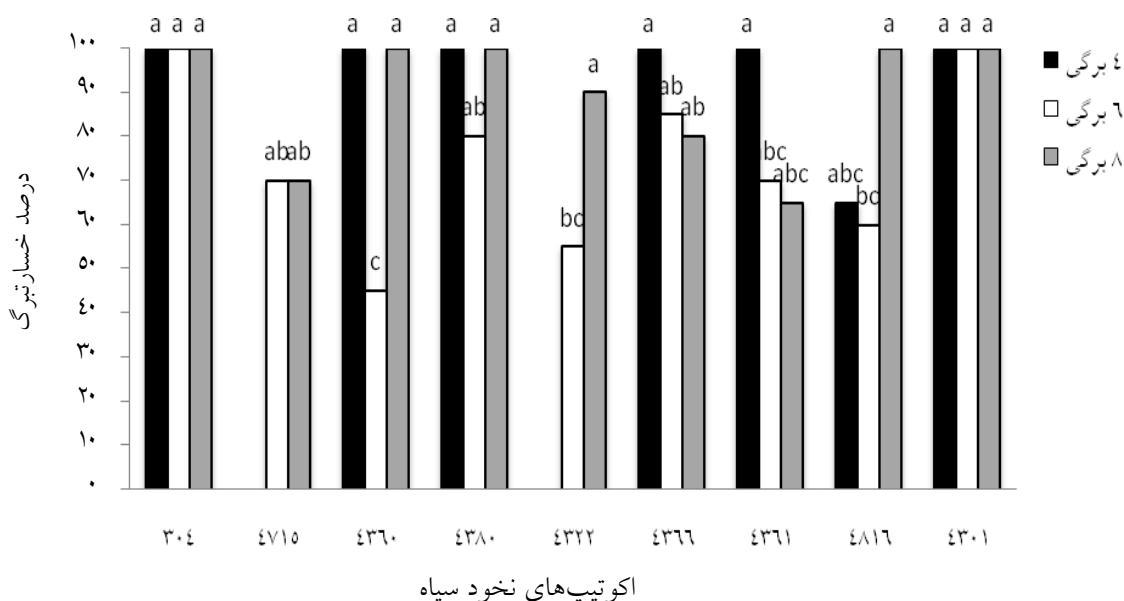
میانگین‌های مربوط به هر صفت در تیمارهای مختلف که دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- اثر مراحل مختلف تنش یخ‌زدگی بر درصد خسارت برگ و بوته میری

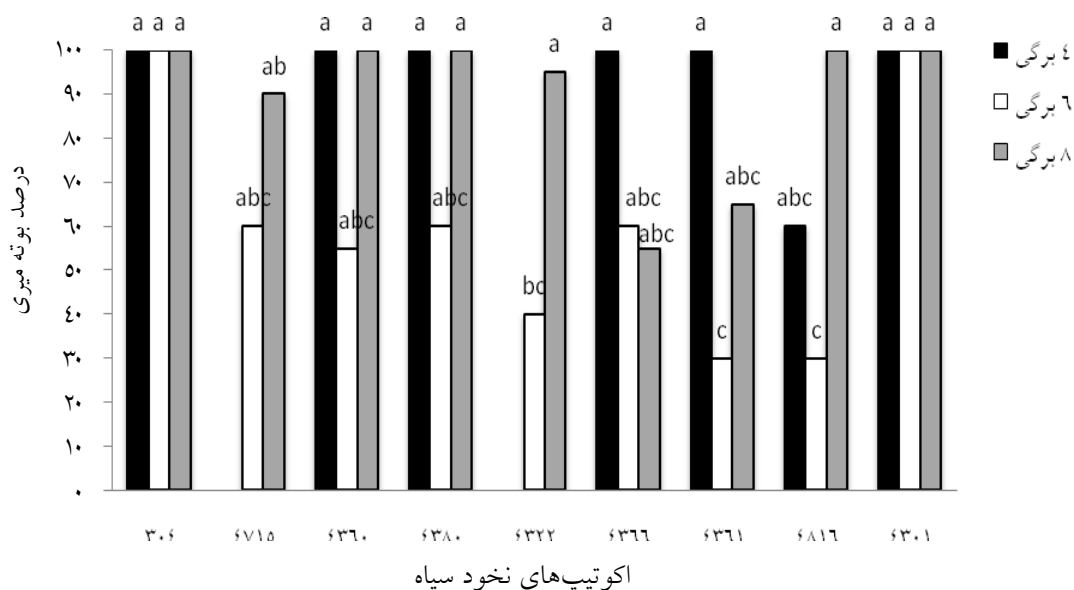
مراحل مختلف تنش یخ‌زدگی			صفت
۸ برگی	۶ برگی	۴ برگی	
۱۰۰ a	۷۸ b	۶۰ c	خسارت برگ (درصد)
۸۸ a	۵۸ b	۶۰ b	بوته میری (درصد)

میانگین‌های مربوط به هر صفت در تیمارهای مختلف که دارای حروف مشترک می‌باشند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

اکوتیپ‌های ۳۰۴ و ۴۳۰۱ در مراحل مختلف تنش ۱۰۰٪ خسارت دیدند ولی اکوتیپ‌های دیگر عکس‌العمل‌های متفاوتی را نشان دادند. در اکوتیپ‌های ۴۳۲۲ و ۴۷۱۵ با پیشرفت رشد گیاه، تنش باعث افزایش خسارت برگ و بوته میری شد (شکل ۱ و ۲).



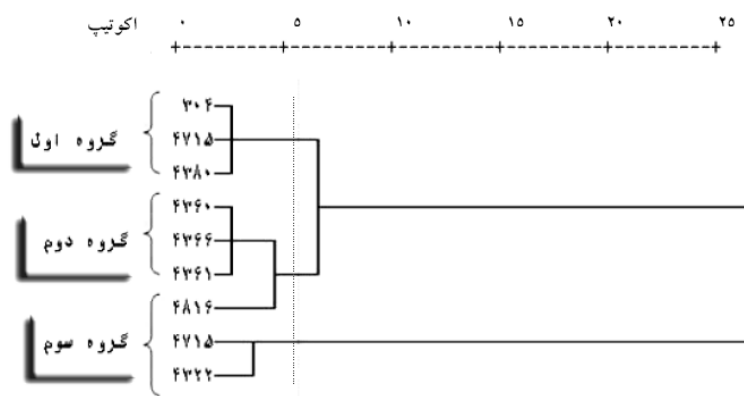
نمودار ۱. اثر متقابل اکوتیپ‌های نخودسیاه و مراحل تنش یخ‌زدگی بر درصد خسارت برگ



نمودار ۲. اثر متقابل اکوتیپ‌های نخودسیاه و مراحل تنش یخ‌زدگی بر درصد بوته میری

اکوتیپ‌های ۳۰۴، ۴۷۱۵ و ۴۳۸۰ در یک گروه و اکوتیپ‌های ۴۷۱۵ و ۴۳۲۲ در گروهی دیگر قرار گرفتند (نمودار ۳). برای این اساس و مطابق با یافته‌های وری (۱۹۹۰) می‌توان این اکوتیپ‌ها را به سه گروه حساس به یخبندان (تیپ بهاره)، تیپ زمستانه (متحمل به زمستان) و تیپ پائیزه (مقاوم به یخبندان) تقسیم‌بندی کرد.

در اکوتیپ‌های ۴۳۶۱ و ۴۳۶۶، گیاهان در مراحل پیشرفته تر رشد، درصد خسارت برگ کمتری داشتند. در اکوتیپ‌های ۴۳۶۰، ۴۳۸۰ و ۴۸۱۶ خسارت برگ و بوته‌میری با تنش در مرحله ۶ برگی، کمتر از ۴ برگی بود و در ۸ برگی بیشتر از سایر تیمارها بود. در آنالیز کلاستر که بر اساس صفات بوته‌میری و خسارت برگ صورت گرفت، سه گروه به دست آمد که



نمودار ۳- دندروگرام حاصل از آنالیز کلاستر اکوتیپ‌های نخود سیاه بر اساس صفات وابسته به مقاومت به سرما

اکوتیپ‌های ۴۳۶۰، ۴۳۸۰ و ۴۸۱۶، گیاه در مرحله ۶ برگی بیشترین مقاومت را نشان داد که این امر نشان‌دهنده فعالیت مکانیسم‌های مقاومت به تنش یخبندان در این اکوتیپ‌ها در مرحله ۶ برگی است، بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را در پائیز زودتر از اکوتیپ ۴۳۲۲ کاشت. ولی در اکوتیپ ۴۳۲۲ چون مقاوم‌ترین مرحله رشد رویشی به تنش یخبندان مرحله ۴ برگی بود باید زمانی اقدام به کشت این اکوتیپ نمود که در مرحله ۴ برگی وارد سرماهای پائیزه و زمستانه شود. در مجموع گیاهان در مراحل پیشرفته رشد رویشی حساسیت بیشتری به سرما داشتند که این مطلب مطابق با یافته‌های کالکاگنو و گالو (۱۹۹۳) و سینگ و همکاران (۱۹۸۹) می‌باشد. گیاهان حساس به یخزدگی در دماهای زیر ۱/۵- درجه سانتیگراد صدمه می‌بینند یا از بین می‌روند.

عکس‌العمل‌های مختلف اکوتیپ‌ها در مراحل مختلف تنش ممکن است ناشی از خصوصیات ژنتیکی و منشاء جمع‌آوری آنها (اردبیل) باشد. روند تغییرات درصد خسارت برگ در اکوتیپ‌های مختلف و مراحل مختلف تنش تقریباً همانند روند تغییرات درصد بوته‌میری بود. به طوری که اکوتیپ‌های ۳۰۴ و ۴۳۰۱ از لحاظ هر دو صفت به‌عنوان ضعیف‌ترین و اکوتیپ ۴۳۲۲ به‌عنوان بهترین اکوتیپ‌ها شناخته شدند. اکوتیپ ۴۳۲۲ در مراحل پیشرفته رشد رویشی حساسیت بیشتری نسبت به تنش یخبندان نشان داد که توانایی این اکوتیپ در دوره رشد فعال در حفظ مکانیسم‌های مقاومت به یخبندان کاهش می‌یابد. در حالی که اکوتیپ‌های ۳۰۴ و ۴۳۰۱ از اول دوره رشد قادر به ایجاد مکانیسم‌های مقاومت به سرما نیستند. ولی در

ارتباط بین پارامترهای مرفولوژیک مثل عادت رشدی، موقعیت گل، برگ، کرک‌ها، روزنه‌ها و ساختارهای آوندی و خصوصیات فیزیولوژیک در مرحله رشد رویشی وجود دارد (۷). در نخود طویل شدن ساقه در طی مرحله رویشی مکانیسمی است برای اینکه اندام هوایی گیاه در هوای سردتر از آنچه که در نزدیک سطح خاک است قرار گیرند در نتیجه در حالت رشد رزت نسبت به عادت رشدی ایستاده ممکن است وسیله ای برای فرار از بدترین دماهای یخ‌زدگی باشد زیرا میکروکلیمای نزدیک به سطح خاک به سردی طبقات هوای بالاتر نیست (۱۰).

به‌طورکلی از اکوتیپ‌های ۴۳۲۲ و ۴۷۱۵ می‌توان به عنوان ذخایر ژنتیکی برای دستیابی به ژن‌های مقاومت به سرما استفاده کرد و با استفاده از تکنیک‌های مولکولی جدید راه‌های مناسبی را برای انتقال ژن‌های مقاومت به سرما به ارقامی که پتانسیل عملکرد بالایی دارند، پیدا کرد. علاوه بر این، با توجه به مقاومت به تنش یخ‌زدگی این اکوتیپ‌ها می‌توان با کشت زمستانه آنها از حصول عملکرد اقتصادی اطمینان حاصل کرد.

این پدیده معمولا به علت تشکیل یخ در فضاها بین سلولی رخ می‌دهد و تشکیل یخ باعث کاهش پتانسیل آب می‌شود که منجر به از دست دادن آب سلول می‌شود (۶) و حساسیت به دماهای یخ‌زدگی به این علت است که گیاهان حساس قادر به ایجاد مکانیسم‌های تنظیم اسمزی در دوره فعال رشد نمی‌باشند (۱۹).

بعضی از گیاهان می‌توانند تشکیل بیش از حد یخ را تحمل کنند ولی ساختمان‌های سخت یخ با کاهش دما گسترش می‌یابند و ممکن است که به حدی به دیواره‌های سلولی و غشاها نفوذ کند که با فرآیندهای معمولی جبران ناپذیر باشد. در دوره رشد فعال بیشتر گونه‌ها یخ‌زدگی را تحمل نمی‌کنند. در نخود نواحی طویل شدن ساقه اغلب اولین جایی است که از یخ‌زدگی تاثیر می‌پذیرد (۹). مقاومت به یخ‌زدگی اغلب به مکانیسم‌هایی در سطح سلول شامل افزایش سیاله غشاء و تنظیم اسمزی (۵، ۲۰، ۱۷، ۴) و همچنین سوپرکولینگ بدون تشکیل یخ (۱۱) وابسته می‌باشد. در بسیاری از محصولات نشان داده شده است که میکروکلیمای اثر معنی‌داری روی درجه خسارت ناشی از دماهای پائین دارد. در نخود اطلاعات محدودی درباره

منابع

- 1- جهانگیری، ع. ۱۳۷۶. بررسی خزانه بین المللی لاین‌های نخود، گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه، نشریه شماره ۲۷۳.
- 2- چائی چی، م، ملکی فراهانی، س. ۱۳۸۳. بررسی مقاومت به سرما و تنش یخ‌زدگی در اکوتیپ‌های مختلف نخود سیاه، چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. گیلان. رشت.
- 3- Anonymous, FAO. 2008. Available from URL: www.fao.org.
- 4- Beck, E. H., S. Fettig, C. Knake, K. Hartig, and T. Bhattarai. 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress. *Journal of Biosciences*, 32: 501-510.
- 5- Buddenhagen, I. W. and R. A Richards. 1988. Breeding cool season food legumes for improved performance in stress environments. In: *World Crops: Cool Season Food Legumes*, pp. 81-95 (ed. R. J. Summerfield), Kluwer Academic, Dordrecht.
- 6- Browse, J. and Z. Xin. 2001. Temperature sensing and cold acclimation. *Current Opinion in Plant Biology*, 4, 241-246.
- 7- Calcagno, F and G. Gallo. 1993. Physiological and morphological basis of abiotic stress resistance in chickpea. In *Breeding for stress Tolerance in Cool- season food legumes* (ed. K. B. Singh, R. S. Malhotra, and M.C. Saxena), pp. 293-309. John Wiley and Sons. West Sussex, UK.
- 8- Clarke, H. J. and K. H. M. Siddique. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. *Field Crop Research*, 90, 323-334.

- 9- Croser, J. S., H. J. Clarke, K. H. M. Siddique and T. N. Khan. 2003. Low temperature Stress: Implications for Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Improvement. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22:185-219.
- 10- Lawes, D. A., D. A. Bond and M. H. Poulson. 1983. In *The faba Bean* (ed. P. D. Hebblethwaite), pp. 23-26. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 11- Olien, C. R. and M. N. Smith (Eds). 1981. *Analysis and Improvement of Plant Cold Hardiness*, pp. 215. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- 12- Saxena, M. C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. In *Proc. International Workshop on chickpea Improvement*. Hyderabad. India: ICRISAT.
- 13- Singh, K. B., Saxena, M. C. and E. Grdleyh. 1984. Screening chickpeas for cold tolerance. In *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas* (ed. Saxena, M. C. and K.B. Singh). Pp. 167-177. Martinus Nijhoff Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
- 14- Singh, K. B., R. S Malhotra and M. C. Saxena. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. *Crop Science*, 29: 282-285.
- 15- Singh, K. B. and S. Jana. 1993. Diversity for responses to some biotic and abiotic stresses and multivariate associations in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, 68: 1-10.
- 16- Singh, K. B., R. S Malhotra and M. C. Saxena. 1995. Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild *Cicer* species. *Crop Science*, 35:1491-1497.
- 17- Stoddard, F. L. C. Balko, W. Erskine, H. R. W. Link and A. Sarker. 2006. Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica*, 147: 167-186.
- 18- Warner, D. D and V. A. Johnson. 1972. Crown freezing and natural survival comparison in winter wheat. *Agronomy Journal*, 64: 285-288.
- 19- Wery, J. 1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implication in plant breeding. In *Present status and future Prospect of chickpea crop production and Improvement in the Mediterranean countries* (Saxena, M. C., Cubero, J. I., and Wery, J. Eds.) pp.77-85.
- 20- Wery, J., S. N. Silim, E. J. Knights, R. S. Malhotra and R. Cousin. 1993. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes. *Euphytica*, 73, 73-83.

Effects of Freezing Stress (*in vitro*) on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Ecotypes (Desi type)

S. Maleki Farahani ^{1,*} and M. R. Chaichi ²

1. Assistant Professor, Department of Crop production and Plant Breeding, College of Agricultural Sciences, University of Shahed, Tehran
2. Associate Professor, Department of Crop production and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Received: 27/10/2008

Accepted: 22/02/2009

Abstract:

To evaluate the resistance of promising chickpea ecotypes to freezing temperatures, an experiment with eight promising cold tolerant chickpea was performed. The ecotypes consisting of 4301, 4322, 4360, 4361, 4366, 4380, 4715, 4816 along with a sensitive one (304) were sown in pots at natural conditions. All the chickpea ecotypes were exposed to freezing temperatures at controlled conditions during 4, 6 and 8 leaf growing stages. Experimental treatments were arranged factorially and were compared in a complete randomized block design with four replications. After 20 days, plant survival and leaf damage percentages were recorded. Stress at the eight-leaf stage caused the highest plant mortality and leaf damage while at the 4 leaf stage the least mortality and leaf damage was recorded. Ecotypes 4322 and 4715 indicated the highest resistance to freezing stress at the 4-leaf stage. A higher sensitivity to freezing damage for chickpea at more advanced vegetative stages was observed in this experiment.

Keywords: Autumn sowing, Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Freezing stress, Leaf damage, Plant survival.