Archive of SID

بررسی بقاء زمستانه ژنوتیپ‌های گلرنگ در اصفهان

محمدرضا شهسواری[۱*] و طلعت یساری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۷)

چکیده

هرساله میزان متفاوتی از خسارت سرما بر تولیدات زراعی گزارش شده است. در بعضی از سال‌ها بسته به میزان سرما، این خسارت شدید و دارای ابعاد اجتماعی و اقتصادی وسیعی است. بر این اساس شناسایی و معرفی ارقام متحمل به سرما در کاهش این خسارت و افزایش تولید محصولات زراعی بسیار مؤثر است. هر ساله در آزمایشات مقایسه عملکرد گلرنگ پاییزه در اصفهان، بسته به میزان سرمای زمستان، درجات مختلفی از خسارت سرما به ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مشاهده می‌شود. در این پژوهش بررسی تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های گلرنگ در اصفهان طی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام شد. در این آزمایش ۲۰ ژنوتیپ گلرنگ برای تاریخ کاشت پاییزه بیست و هشتم مهر ماه در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مقایسه شدند. اثر ژنوتیپ بر درصد بقا، طول دوره روزت و رسیدگی و درجه روز رشدهای مربوط، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ضریب همبستگی بین درصد بقا با عملکرد دانه، طول دوره روزت و رسیدگی و درجه روزرشدهای مربوط مثبت و معنی‌دار بود. ضریب همبستگی بین درصد بقا با وزن هزار دانه منفی و معنی‌دار شد. ارقام پرنیان و لاین KW4 به‌ترتیب با ۷۹ و ۷/۹ درصد بقاء زمستانه بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. بر اساس نتایج این آزمایش ژنوتیپ‌های با دوره روزت طولانی‌تر، مثل پرنیان، ورامین ۲۹۵ و زرقان ۲۷۹ تحمل بیشتری به سرما نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: روزت، عملکرد دانه، سرمازدگی

۱. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
۲. استادیار دانشکده علوم، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Shahsavari_mr@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سرما و یخبندان از جمله پدیده‌های مهم و عمدتاً زیان‌آور مورد مطالعه در اقلیم‌های کشاورزی هستند. این پدیده‌ها با تولید در بخش کشاورزی ارتباط تنگاتنگی دارند. تنش سرما از طریق کاهش پتانسیل عملکرد ژنتیکی گیاه و یا از طریق تأثیر بر بقاء آن عمل می کند (۴، ۵، ۸ و ۱۴). به‌طور کلی در ایران بیش از ۲/۵ میلیون هکتار از مزارع کشاورزی در مناطق سرد، در معرض آسیب سرمای زمستان قرار دارند. طی سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ خسارت‌های ناشی از سرمازدگی و یخبندان در کل کشور و در استان اصفهان به‌ترتیب ۳۸۶۵۹۷۲ و ۴۶۰۶۲۷ میلیون ریال بوده است (۱). خسارت‌های زیاد ناشی از این تنش محیطی در برخی سال‌ها، تمامی ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گلرنگ پاییزه از لحاظ طول دوره رشد و قرار گرفتن اکثر مراحل نمو آن در شرایط مناسبی از حرارت و رطوبت، عملکرد بیشتری نسبت به گلرنگ بهاره تولید می‌کند. گلرنگ پاییزه (*Carthamus tinctorious* L.) به‌عنوان یک گیاه دولپه‌ای پتانسیل بالایی برای قرار گرفتن در تناوب زراعی با گیاهان تک‌لپه‌ای مانند گندم در مناطق نیمه‌خشک را دارد و در این صورت عملکرد هر دو گونه افزایش می‌یابد (۲۸ و ۲۹). با وجود این گلرنگ پاییزه با خطر سرمازدگی در زمستان روبه‌رو است. در بسیاری از نقاط جهان ژنوتیپ‌های مقاوم به سرمای گلرنگ کمک قابل توجهی به کشاورزان در مدیریت کشت خود می‌کنند (۲۰).

تحمل به سرما در گیاه پدیده‌ای پیچیده است که معمولاً با بیش از یک ژن کنترل می‌شود (۱۱). به‌طور کلی تحمل به سرما مربوط به جلوگیری از دست دادن آب سلول و از بین رفتن غشای سلول می‌شود (۱۹ و ۲۷). این تحمل به سرما در ارتباط با مواد و واکنش‌های پیچیده فیزیولوژیکی از جمله افزایش قند و آمینواسیدها (۱۲) و کاهش نشاسته و افزایش پرولین (۲۴) در سلول است. به‌طور کلی مطالعات مربوط به تنش یخزدگی گیاهان زراعی یا در شرایط کنترل شده و یا در شرایط مزرعه انجام می‌گیرد (۳۰). اگر چه اکثر این مطالعات به‌علت مشکلاتی از جمله کنترل شدت سرما، عدم وقوع هر ساله زمستان مناسب جهت به‌گزینی و همچنین بالا بودن هزینه آزمایش و طولانی بودن زمان آزمایش در شرایط طبیعی، در شرایط کنترل شده انجام می‌گیرند. در زیر مروری بر مطالعات انجام شده در هر دو نوع شرایط ارائه می‌شود.

اعمال تیمارهای یخزدگی در شرایط کنترل شده و سپس مطالعه بقا و رشد مجدد گیاه پس از گذشت دوره بازیافت و بررسی صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد برگ و سطح آنها یکی از روش‌های بررسی تحمل به یخزدگی گیاهان است (۲۸ و ۳۰). دمای کشنده ۵۰ درصد نمونه‌های گیاهی یا LT50 و نیز دمای کاهنده۵۰ درصد وزن خشک یا RDMT50 از جمله شاخص‌هایی هستند که در این گونه مطالعات استفاده می‌شوند (۲۱ و ۲۵). نظامی و برومند رضازاده (۲۲) ژنوتیپ‌های گلرنگ کرج ۳، کرج ۶، کرج ۱۶، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵ و گلدشت را در شش دمای یخزدگی شامل صفر، ۴-، ۸-، ۱۲-، ۱۶- و ۲۰- را در شرایط کنترل شده مقایسه کردند، بر اساس نتایج به‌دست آمده با کاهش دما، درصد بقا کاهش یافت. بیشترین درصد بقا در تیمار شاهد (صفر درجه سانتی‌گراد) به میزان ۱۰۰درصد و کم‌ترین آن در دماهای ۱۶- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد به میزان صفر درصد مشاهده شد. یکی دیگر از روش‌های ارزیابی تنش یخزدگی، اندازه‌گیری نشت الکترولیت از سلول‌های گیاهی پس از اعمال تنش یخزدگی است. هنگامی که بافت‌های گیاهی در شرایط سرما آسیب می‌بینند، فعالیت غشا مختل شده و الکترولیت داخل سلول به خارج آن نشت می‌کنند (۷ و ۱۹). آزمایشات نشان داده است که اولین مکان خسارت سرما، غشای سلولی است و سرما باعث تغییر حالت غشا از کریستال- مایع به حالت جامد- ژل می شود و با این تغییر، فعالیت غشا مختل می‌شود (۱۳). با همین روش شش ژنوتیپ گلرنگ به نام‌های کرج ۳، کرج ۶ ، کرج ۱۶، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵ و گلدشت در شرایط کنترل شده در دماهای صفر، ۴-، ۸-، ۱۲-، ۱۶- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بر اساس نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

به دست آمده نشت الکترولیت از سلول برگ گلرنگ از دمای ۴- درجه سانتی‌گراد شروع شده و با کاهش دما افزایش یافت. تفاوت درصد نشت الکترولیت بین ارقام مختلف گلرنگ معنی‌دار بود، به‌طوری که بیشترین درصد نشت را ورامین ۲۹۵ و زرقان ۲۷۹ دارا بودند و کرج ۶ کمترین درصد نشت را داشت (۲۳). بر این اساس اعلام شد که پایین‌تر بودن میزان نشت الکترولیت در ارقام کرج ۶ و کرج ۳ احتمالاً نشان‌دهنده تحمل بیشتر این ارقام نسبت به تنش یخزدگی است. در آزمایشی که روی تحمل به سرمای ۲۴ ژنوتیپ کلزا انجام شد، ژنوتیپ متحمل CR3198 در شرایط سرما از نظر صفات طول ریشه، میزان سبزینگی و نسبت فلورسانس بیشینه به فلورسانس متغیر دارای میزان بالا و از نظر نشت الکترولیتی دارای کمترین مقدار بود. در این آزمایش برخی از نشانگرهای ریزماهواره، مرتبط با ویژگی‌های اندازه‌گیری در شرایط سرما از جمله وزن خشک ساقه و ریشه و شاخص تحمل تنش به سرما بودند (۳). در مطالعه‌ای که روی ۸ ژنوتیپ گندم نان در شرایط کنترل شده اجرا شد، رقم مرودشت با داشتن بیشترین توان مقاومت به یخزدگی (۵/۲- درجه سانتی‌گراد) در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از نظر وزن خشک، ارتفاع گیاهچه و تعداد برگ در گیاهچه برتری داشت (۲۶).

در مطالعه‌ای که روی ۱۱ ژنوتیپ گلرنگ پاییزه در مزرعه‌ای در کانادا انجام شد، درصد بقا در بین ژنوتیپ‌ها از صفر تا ۹۰ درصد متغیر بود. بقا همبستگی منفی و معنی‌داری با عادت رشد ایستاده داشت. بر اساس نتایج این آزمایش عادت رشدی گیاه در پاییز یعنی رشد ایستاده یا خوابیده روی زمین، می‌تواند به پیش‌بینی درصد بقا در زمستان کمک کند (۱۵). قنواتی و نولز (۹) در آزمایشی ژنوتیپ‌های مقاوم به سرمای گلرنگ را از کلکسیونی که از شمال غربی ایران گردآوری شده بود جدا کرده و نتیجه گرفتند که طول دوره روزت با مقاومت به سرما دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری است. آیولد و همکاران (۲) دو ژنوتیپ PI291600 و KN144 را در شرق واشنگتن و ایداهوی شمالی مقاوم به سرما معرفی کردند. گیلبرت و لورنز (۱۰) دو ژنوتیپ N8 و Frio را در آزمایش‌های خود مقاوم به سرما معرفی کردند ولی بعد در آزمایشی که توسط جانسون و همکاران (۱۴) انجام شد این ژنوتیپ‌ها قدرت بقاء کمی در زمستان نشان دادند، آنها علت این تناقص را بهاره بودن این دو ژنوتیپ و همچنین کشت آنها در زمستان ملایم در جنوب غربی امریکا عنوان کردند. در مطالعه‌ای که طی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۳ و ۲۰۱۶-۲۰۱۵ در استان کونیای ترکیه روی ارتباط بقاء زمستانه و ارتباط آن با صفات مختلف واریته‌های تجاری و لاین‌های جدید گلرنگ انجام شد، در سال اول آزمایش با حداقل درجه حرارت ۱۴/۲ – درجه سانتی‌گراد، بقاء در واریته‌های تجاری بین ۱/۳۵ تا ۴۰/۷ درصد و در متحمل‌ترین لاین‌ها بین ۹۴ تا ۹۹/۵ درصد متغیر بود. در سال دوم آزمایش با حداقل درجه حرارت ۱۷/۳- درجه سانتی گراد این مقادیر به‌ترتیب بین صفر تا دو درصد و ۷۷/۶ تا ۸۵/۹ درصد متغیر بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد بقا با عادت رشدی گیاه، طول ریشه، ضخامت پوسته بذر و طول زمان طویل شدن ساقه به‌دست آمد. در این مطالعه همبستگی منفی و معنی‌دار بین درصد بقا و روغن گزارش شد (۱۸).

هر ساله در آزمایش‌های گلرنگ پاییزه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان بسته به میزان سرمای زمستان درجات مختلفی از خسارت سرما به ژنوتیپ‌های مورد آزمایش دیده و اندازه‌گیری می‌شود، لذا هدف از این پژوهش بررسی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از لحاظ صفات مختلف، به‌خصوص تحمل به سرمای حادث شده طی زمستان این سال بود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته گلرنگ پاییزه به نام‌های پرنیان، محلی عجب‌شیر، محلی زرقان، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵، گلدشت و پدیده همگی دارای منشأ داخلی و KW2، KW3، KW4، KW5، KW6، KW7، KW8، KW9، KW10، KW11، KW12، KW13 و KW14 همگی حاصل از تک بوته‌های انتخابی کلکسیون‌های گلرنگ پاییزه موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر کرج، در ایستگاه کبوترآباد اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مشخصات خاک محل آزمایش در دو عمق مختلف

عمق خاک (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	درصد		
					شن	رس	سیلت
۰-۳۰	۲/۵	۰/۹۴	۰/۰۷	۱۹	۱۰	۴۲	۴۸
۳۰-۶۰	۲	۰/۹۰	۰/۰۵	۱۱	۸	۴۲	۵۰
میانگین	۲/۲۵	۰/۹۲	۰/۰۶	۱۵	۹	۴۲	۴۹

مورد مطالعه قرار گرفتند. این ایستگاه در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۹ درجه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۴۱ متر است. محل آزمایش مطابق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه‌سرد است. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی سیلتی از سری خاک‌های اصفهان است. متوسط اسیدیته خاک تا عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر حدود ۷/۸، هدایت الکتریکی آن در حدود ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو عمق مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است.

ژنوتیپ‌ها در تاریخ بیست و هشتم مهر ماه ۱۳۸۶ در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت شدند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۴۰ سانتی‌متر و طول ۳ متر بود. عملیات تهیه زمین و کودهی طبق آزمایشات معمول گلرنگ انجام گرفت. کشت به‌صورت خشکه‌کاری انجام شد. بذرها در شیارهای ایجاد شده با تراکم زیاد کشت شدند و در مرحله دو برگی با فاصله پنج سانتی‌متر از یکدیگر تنگ شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و به‌طور سبک انجام شد. سایر عملیات کاشت، داشت و برداشت طبق آزمایشات معمول گلرنگ انجام گرفت.

برای تعیین بقاء زمستانه، حدود یک ماه پس از کاشت و بعد از برطرف شدن سرمای زمستان در فروردین تعداد بوته‌های دو ردیف کاشت میانی در هر کرت شمارش و سپس از طریق تقسیم تعداد بوته در فروردین بر تعداد بوته قبل از زمستان، میزان بقاء زمستانه تعیین شد (۱۷). طول دوره روزت و رسیدگی بر اساس علائم مشاهده شده بر اساس روز اندازه‌گیری شد. درجه روز- رشدهای تجمعی دوره روزت و رسیدگی بر اساس فرمول زیر محاسبه شدند:

$$GDD = ((Tmin + Tmax)/2) - Tb$$

در این رابطه GDD درجه روز- رشد، Tmin کمینه درجه حرارت روزانه هوا با حد پایینی ۵ درجه سانتی‌گراد، Tmax بیشینه درجه حرارت با حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد است، Tb درجه حرارت پایه گلرنگ بوده و معادل ۵ درجه سانتی‌گراد منظور شد (۱۶). در مرحله رسیدگی کامل پس از حذف نیم متر حاشیه از طرفین دو خط میانی، صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن برای بوته‌های باقی‌مانده اندازه‌گیری و یا محاسبه شدند. درصد روغن دانه ژنوتیپ‌ها بر مبنای یک نمونه ۵ گرمی و بر اساس روش رزونانس مغناطیسی هسته (NMR) اندازه‌گیری شد.

اعداد خام حاصل از این مطالعه به‌کمک نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. با توجه به سرمازدگی بوته‌ها اعداد مربوط به عملکرد دانه مورد تجزیه کوواریانس قرار گرفت و میانگین‌های تصحیح شده در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. ضرایب همبستگی بین کلیه صفات اندازه‌گیری شده محاسبه شد. از آمار هواشناسی ایستگاه هواشناسی کبوترآباد اصفهان برای تعیین حداقل درجه

www.SID.ir

Archive of SID

حرارت‌های سطح خاک و درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل روزانه استفاده شد.

نتایج و بحث

داده‌های اقلیمی بلندمدت ایستگاه کبوترآباد شامل میانگین شبانه‌روزی دما، تفاوت دمای میانگین هر ماه از ماه قبل، ضریب تغییرات زمانی دمای میانگین، حداقل و حداکثر دما و دامنه تغییرات مربوط، حداقل و حداکثر مطلق دما و دامنه تغییرات مربوط در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

متوسط میانگین دمای شبانه‌روزی ایستگاه کبوترآباد ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد بود که به میانگین سیاره‌ای دما بسیار نزدیک است. دراین ایستگاه گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال به‌ترتیب تیر و دی با متوسط میانگین شبانه‌روزی ۲۷/۷ و ۳/۱ درجه سانتی‌گراد و دامنه تغییرات میانگین شبانه‌روزی نیز ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد بود. این دامنه تغییرات نسبتاً زیاد ناشی از حاکمیت اقلیم قاره‌ای در این منطقه است. بیشترین آهنگ افزایش دمای میانگین شبانه‌روزی (۵/۳+) مربوط به اردیبهشت و بیشترین آهنگ کاهش دمای میانگین شبانه‌روزی (۶/۱-) مربوط به آبان بود. دی و خرداد به‌ترتیب با ۵۹/۲ و ۴ درصد بیشترین و کمترین مقادیر ضریب تغییرات زمانی دمای میانگین شبانه‌روزی را به‌خود اختصاص داد. بنابراین همگنی دما با گرم‌تر شدن هوا افزایش و با سرد شدن هوا کاهش می‌یابد. علت این امر را می‌توان در سیستم‌های سینوپتیکی متنوعی جستجو کرد که در زمستان وارد منطقه می‌شوند. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد الگوی نرمال تغییرات ماهانه دما ناشی از تغییرات زاویه تابش خورشید در طول سال و جابه‌جایی سیستم‌های سینوپتیکی است که اقلیم منطقه را می‌سازند.

حداقل‌های دما در ماه‌های آذر، دی و بهمن دارای میانگین منفی و در سایر ماه‌ها بالاتر از صفر بودند. بیشترین و کمترین میانگین حداقل‌های دما به‌ترتیب ۱۸/۱ و۳/۷- درجه سانتی‌گراد و مربوط به ماه‌های تیر و دی بود. میانگین حداکثرهای دما در هیچ‌یک از ماه‌ها از حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر نبود و بیشترین و کمترین مقادیر آن به‌ترتیب با ۳۷/۲ و ۹/۹ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های تیر و دی حادث شد. بیشترین دامنه تغییرات دما به مقدار ۲۰/۵ درجه سانتی‌گراد مربوط به شهریور ماه و کمترین دامنه تغییرات دما به میزان ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد مربوط به دی‌ماه است. قابل ذکر است که عوامل مؤثر بر این دامنه تغییرات فصل سال، عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، باد، پوشش گیاهی و ابر هستند.

میانگین حداقل‌ها نشان می‌دهد که حداقل در سه ماه از دوره سرد سال یخبندان شبانه وجود دارد. تعداد روزهای یخبندان طی سال در ایستگاه کبوترآباد به‌طور متوسط ۹۶ روز محاسبه شد. پایین‌ترین حداقل مطلق دما در دی‌ماه به‌میزان ۱۸/۴- درجه و بالاترین حداکثر مطلق دما به اندازه ۴۲/۶ درجه سانتی‌گراد در تیرماه اتفاق افتاد. بیشترین و کمترین دامنه تغییرات مطلق دما به‌ترتیب مربوط به ماه دی با ۳۸/۶ درجه سانتی‌گراد و ماه‌های تیر و مرداد هر دو با ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲).

همان‌طور که ذکر شد بر اساس آمار درازمدت ایستگاه کبوترآباد دی‌ماه سردترین ماه سال در این ایستگاه است. بنابراین قابل انتظار خواهد بود که سرمازدگی ارقام گیاهی در این ماه اتفاق افتد. بر همین اساس در شکل ۱ حداقل درجه حرارت سطح خاک طی دی ماه سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ نشان داده شده است. بر اساس این شکل در تمامی روزهای دی ماه حداقل درجه حرارت‌های سطح خاک منفی و همچنین حداکثر و حداقل این درجه حرارت‌ها به‌ترتیب ۲- و ۱۸/۸- درجه سانتی‌گراد بود.

اثر ژنوتیپ بر بقاء زمستانه، طول دوره روزت و دوره رسیدگی، درجه روز- رشد دوره روزت، درجه روز- رشد تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

بیشترین و کمترین بقاء زمستانه به‌ترتیب مربوط به پرنیان و KW4 با ۷۹ و ۷/۹ درصد بود. رقم پرنیان از لحاظ این صفت با زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵، KW8 و KW 11 تفاوت معنی‌داری

www.SID.ir

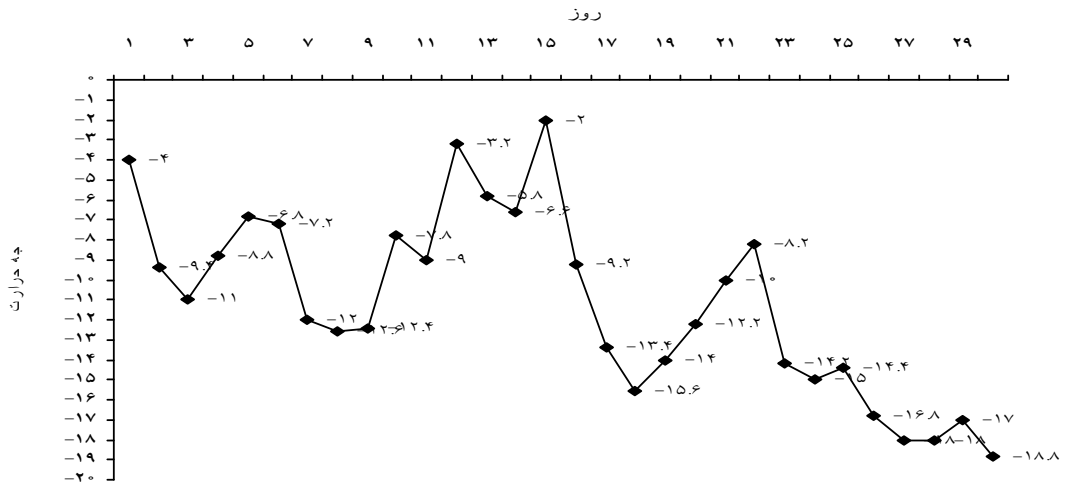
Archive of SID

جدول ۲. مقادیر ماهانه دمایی (سانتی‌گراد) و ضریب تغییرات زمانی (درصد) طی دوره آماری ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۷ ایستگاه کبوتر آباد اصفهان

ماه	میانگین شبانه روزی	تفاوت دمای هر ماه با ماه قبل	ضریب تغییرات زمانی	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	حداقل مطلق	حداکثر مطلق	دامنه مطلق تغییرات
فروردین	۱۳	+۴/۷	۱۰/۵	۵/۱	۲۰/۸	۱۵/۷	-۵/۲	۳۰/۲	۳۵/۴
اردیبهشت	۱۸/۳	+۵/۳	۶/۷	۹/۸	۲۶/۸	۱۷	۱/۶	۳۶/۶	۳۵/۰
خرداد	۲۳/۲	+۴/۹	۴	۱۳/۸	۳۲/۷	۱۸/۹	۶/۶	۴۰	۳۳/۴
تیر	۲۷/۷	+۴/۵	۴/۶	۱۸/۱	۳۷/۲	۱۹/۱	۱۱/۲	۴۲/۶	۳۱/۴
مرداد	۲۶/۶	- ۱/۱	۴/۵	۱۶/۷	۳۶/۴	۱۹/۷	۱۱	۴۲/۴	۳۱/۴
شهریور	۲۳/۳	-۳/۳	۵/۶	۱۳/۱	۳۳/۶	۲۰/۵	۲/۸	۳۹/۶	۳۶/۸
مهر	۱۷/۷	-۵/۶	۷	۷/۹	۲۷/۵	۱۹/۶	-۰/۴	۳۴	۳۴/۴
آبان	۱۱/۶	-۶/۱	۶/۵	۳/۰	۲۰/۲	۱۷/۲	-۶/۴	۲۸	۳۴/۴
آذر	۵/۶	-۶/۰	۲۳/۵	-۱/۴	۱۲/۷	۱۴/۱	-۱۱/۲	۲۱/۵	۳۲/۷
دی	۳/۱	-۲/۵	۵۹/۲	-۳/۷	۹/۹	۱۳/۶	-۱۸/۴	۲۰/۲	۳۸/۶
بهمن	۴/۲	+۱/۱	۳۷/۳	-۳/۲	۱۱/۶	۱۴/۸	-۱۴	۲۳/۴	۳۷/۴
اسفند	۸/۳	+۴/۱	۱۸/۶	۰/۵	۱۶/۰	۱۵/۵	-۹/۵	۲۶/۶	۳۶/۱

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. حداقل درجه حرارت‌های سطح خاک طی دی‌ماه

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس درصد سرمازدگی و صفات ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات								
		درصد بقا	طول دوره روزت	درجه روز- رشد دوره روزت	طول دوره رسیدگی	درجه روز- رشد دوره رسیدگی	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن
بلوک	۳	۷۳۵*	۹۷**	۱۲۵۰**	۰/۲۸	۲۰۲	۳	۱/۱۵	۱۶۳۸۹۳*	۳/۲
ژنوتیپ	۱۹	۱۱۱۴**	۱۶۱**	۲۲۱۹**	۱۱۱**	۶۵۳۳**	۱۱**	۵۵/۶۳**	۱۶۸۰۹۸۶**	۲۳/۶**
خطا	۵۷	۱۸۴	۱۲	۱۶۰	۳۰	۵۰۷	۱۱۲	۵۱	۴۲۰۱۹	۱/۲
ضریب تغییرات	–	۲۱/۱۶	۲/۴۴	۲/۰۱	۰/۲۱	۱/۰۱	۹/۶۱	۱/۹۹	۱۷/۴۴	۴/۱۰

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نداشت (جدول ۴). لاین KW4 از لحاظ این صفت با محلی عجب‌شیر و KW2 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بر این اساس پرنیان، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵، KW8 و KW11 متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها و KW4، KW2 و محلی عجب‌شیر حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به سرما هستند. قابل ذکر است در آزمایشاتی که نظامی و برومند رضازاده (۲۲) برای بررسی تحمل به یخزدگی تعدادی از ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط آزمایشگاهی انجام دادند، زرقان ۲۷۹ و ورامین ۲۹۵ به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد بقا در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را دارا بودند. همین‌طور در آزمایش که نظامی و ناقدی نیا (۲۳) روی همین ژنوتیپ‌ها انجام دادند لاین‌های ورامین ۲۹۵ و زرقان ۲۷۹ بیشترین نشت الکترولیت را داشتند و از این لحاظ حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به سرما بودند. بروز چنین عکس‌العمل متفاوتی از زرقان ۲۷۹ می‌تواند ضرورت انجام آزمایشات تکمیلی مزرعه‌ای را توجیه کند.

رقم پرنیان که بالاترین تحمل به سرمازدگی را داشت، بدون

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ از لحاظ درصد سرمازدگی و صفات دیگر

ژنوتیپ	درصد بقا	طول دوره روزت	درجه روز- رشد دوره روزت	طول دوره رسیدگی	درجه روز- رشد دوره رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن
پرنیان	۷۹/۰	۱۵۵	۶۷۷	۲۶۵	۲۲۷۵	۱۱۱/۵	۲۹/۷	۲۸۴۲	۲۵/۶
محلی عجب‌شیر	۱۷/۷	۱۳۸	۶۱۱	۲۵۸	۲۲۰۹	۱۱۱/۵	۳۸/۶	۶۸۵	۲۴/۶
محلی زرقان	۳۵/۴	۱۴۱	۶۲۰	۲۶۳	۲۲۶۰	۱۱۲/۳	۳۸/۱	۸۶۱	۲۶/۳
زرقان ۲۷۹	۷۲/۷	۱۵۱	۶۶۳	۲۶۸	۲۲۶۴	۱۱۱/۰	۳۱/۴	۲۳۹۶	۲۵/۱
ورامین ۲۹۵	۶۷/۵	۱۵۳	۶۶۸	۲۶۷	۲۲۹۹	۱۱۰/۵	۳۲/۰	۲۰۲۵	۲۶/۰
گلدشت	۳۸/۱	۱۴۱	۶۲۳	۲۵۰	۲۱۷۲	۱۰۵/۵	۳۲/۰	۹۶۰	۲۰/۰
پدیده	۵۵/۴	۱۴۸	۶۴۸	۲۶۸	۲۳۰۰	۱۰۷/۵	۳۲/۹	۱۵۵۸	۲۷/۰
KW2	۱۷/۷	۱۳۵	۶۰۰	۲۵۴	۲۱۸۶	۱۱۲/۳	۴۰/۲	۵۲۳	۲۳/۹
KW3	۳۲/۴	۱۳۸	۶۱۲	۲۵۸	۲۲۰۲	۱۱۰/۳	۳۷/۹	۶۸۲	۲۶/۲
KW4	۷/۹	۱۳۲	۵۹۴	۲۵۴	۲۱۹۴	۱۰۹/۵	۴۱/۷	۳۲۵	۲۴/۷
KW5	۳۳/۳	۱۳۹	۶۱۶	۲۵۷	۲۲۰۴	۱۰۸/۸	۳۷/۸	۸۱۷	۳۰/۵
KW6	۳۶/۰	۱۳۹	۶۱۴	۲۵۷	۲۲۰۴	۱۱۱/۳	۳۶/۱	۹۲۵	۲۳/۹
KW7	۴۷/۷	۱۴۳	۶۳۶	۲۶۴	۲۲۶۷	۱۱۲/۵	۳۴/۶	۱۲۷۵	۲۵/۹
KW8	۶۰/۲	۱۵۰	۶۵۴	۲۶۶	۲۲۸۴	۱۰۹/۸	۳۳/۲	۱۷۲۹	۲۶/۶
KW9	۴۰/۰	۱۴۲	۶۲۴	۲۶۵	۲۲۸۴	۱۰۹/۵	۳۴/۵	۹۹۲	۲۷/۵
KW10	۵۱/۲	۱۴۷	۶۴۵	۲۶۵	۲۲۷۶	۱۰۸/۰	۳۴/۴	۱۴۴۱	۲۹/۹
KW11	۷۰/۲	۱۳۷	۶۱۰	۲۶۰	۲۲۳۶	۱۱۰/۸	۳۸/۲	۸۷۵	۲۴/۸
KW12	۳۵/۸	۱۳۹	۶۱۵	۲۵۸	۲۲۱۲	۱۰۸/۸	۳۶/۵	۸۶۸	۲۹/۳
KW13	۴۱/۹	۱۴۱	۶۲۳	۲۵۹	۲۲۳۲	۱۱۰/۰	۳۳/۹	۱۰۷۳	۳۸/۷
KW14	۳۰/۴	۱۳۸	۶۱۰	۲۶۰	۲۲۱۳	۱۱۰/۵	۴۵/۱	۶۶۲	۲۸/۲
LSD≤٪۵	۱۹/۲	۴/۹	۱۷/۹	۰/۸	۳۱/۹	۲	۱	۲۹۰	۱/۵

اختلاف معنی‌دار با زرقان ۲۷۹ و ورامین ۲۹۵ با طول دوره روزت ۱۵۵ روز، طولانی‌ترین دوره روزت را دارا بود. KW4 با میانگین طول دوره روزت ۱۳۲ روزه و بدون اختلاف معنی‌دار با KW2 کمترین طول دوره روزت را داشت. به‌نظر می‌رسد با افزایش طول دوره روزت مقاومت به سرمای ژنوتیپ‌ها نیز افزایش می‌یابد. به‌طوری که پرنیان، زرقان ۲۷۹ و ورامین ۲۹۵ که کمترین آسیب را از سرما دیده بودند طولانی‌ترین دوره روزت را داشتند و KW2 و KW4 که حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به سرما بودند کم‌ترین طول دوره روزت را دارا بودند. چنین وضعیتی در مطالعات دیگر پژوهشگران نیز مشاهده شده است (۶، ۹، ۱۴ و ۲۹). دوره روزت طولانی منجر به افزایش درجه روز- رشدهای تجمعی

www.SID.ir

Archive of SID

مربوطه شد به‌طوری که پرنیان، محلی زرقان و ورامین ۲۹۵ بیشترین و KW4 و KW2 کمترین درجه روز- رشدها را طی این مرحله به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴).

دامنه تغییرات طول دوره رسیدگی و درجه روز- رشدهای مربوطه زیاد نبود به‌طوری که دامنه این تغییرات برای طول دوره رسیدگی و درجه روز- رشدهای مربوطه به‌ترتیب ۱۸ روز و ۱۲۸ درجه روز- رشد بود.

دامنه تغییرات ارتفاع بوته همانند دامنه تغییرات طول دوره رسیدگی و درجه روز- رشدهای مربوطه وسیع نبود و به ۷ سانتی‌متر رسید به‌طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته با مقادیر ۱۱۲/۵ و ۱۰۵/۵ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به KW7 و گلدشت بود (جدول ۴). در این رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد بقا گلرنگ زمستانه و مدت زمان طویل شدن ساقه گزارش شده است (۱۸).

KW14 و پرنیان به‌ترتیب با ۴۵/۱ و ۲۹/۷ گرم، بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند (جدول ۴). یادآور می‌شود بقاء زمستانه این ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب ۳۰/۴ و ۷۹ درصد بود. به‌نظر می‌رسد بقاء زمستانه بیشتر پرنیان و بقاء زمستانه کمتر KW14 در اثر سرمازدگی می‌تواند یکی از دلایل این امر باشد. یاد آور می‌شود وزن هزار دانه KW4 نیز که بیشترین درصد سرمازدگی را داشت نیز بالا و به‌میزان ۴۱/۷ گرم بود (جدول ۴).

پرنیان با اختلاف معنی‌دار با تمامی ژنوتیپ‌ها و عملکرد ۲۸۴۲ کیلوگرم دانه در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد (جدول ۴). همچنین KW4 بدون اختلاف معنی‌دار با KW2 و عملکرد ۳۲۵ کیلوگرم دانه در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۴). علت این امر می تواند در رابطه با تحمل به سرمای پرنیان و حساسیت به سرمای KW4 باشد، به‌طوری که درمورد KW4 سرمای شدید در زمستان باعث شد که حدود ۹۲ درصد بوته‌ها در زمستان از بین بروند ولی این مقدار برای پرنیان ۲۱ درصد بود (جدول ۴).

KW5 بدون اختلاف معنی‌دار با KW3 و KW10 بالاترین محتوای روغن (۳۰/۵) و گلدشت با متوسط ۲۰ درصد روغن و اختلاف معنی‌دار با بقیه ژنوتیپ‌ها کمترین محتوای روغن در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را دارا بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد محتوای روغن بیشتر تابع ژنوتیپ گیاه گلرنگ است و محیط اثر کمتری بر این صفت کیفی دارد.

ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده‌اند. درصد بقا دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با وزن هزار دانه بود که علت آن را می‌توان ایجاد تراکم کمتردر اثر سرمازدگی و رقابت کمتر بین دانه‌ها و درنتیجه درشت شدن دانه‌ها عنوان کرد. درصد بقا دارای همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار با طول دوره‌های روزت و رسیدگی و درجه روز- رشدهای مربوطه بود. با توجه به این همبستگی‌ها به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ‌هایی که دوره روزت طولانی‌تری دارند تحمل بیشتری به سرما دارند و دوره روزت طولانی‌تر نیز منجر به طولانی‌تر شدن دوره از کاشت تا رسیدگی می شود و طولانی ترشدن این دوره‌ها افزایش درجه روز - رشدهای مربوطه را درپی خواهد داشت. در همین ارتباط با آزمایشی که جانسون و داجو (۱۵) روی بقاء زمستانه ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ انجام دادند، همبستگی بین طول دوره روزت در زمستان و تحمل به سرما را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. درصد بقا همچنین با عملکرد دانه نیز دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود که علت آن در ارتباط با از بین رفتن بوته‌ها در اثر سرما و درنتیجه کاهش عملکرد دانه به‌واسطه کاهش تعداد بوته‌ها است. ارتفاع بوته با هیچ‌یک از صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری نداشت که علت آن می‌تواند نبود دامنه تغییرات قابل توجه در بین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در کشت پاییزه باشد. وزن هزار دانه با عملکرد دانه دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود که قابل انتظار نیست. این موضوع را می توان به کاهش عملکرد دانه در اثر سرمازدگی به‌علت از بین رفتن بوته‌ها و درشت‌تر شدن دانه‌ها در اثر تراکم کمتر ربط داد. عملکرد دانه با طول دوره روزت و رسیدگی و همچنین درجه روز - رشدهای مربوطه دارای همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار بود که علت آن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گلرنگ

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱- درصد بقا	۱								
۲- ارتفاع بوته	۰/۰۱	۱							
۳- وزن هزار دانه	-۰/۸۷**	۰/۰۱	۱						
۴- عملکرد دانه	۰/۹۵**	۰/۱۰	-۰/۸۴**	۱					
۵- درصد روغن	۰/۱	-۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۱	۱				
۶- طول دوره روزت	۰/۹۸**	-۰/۰۲	-۰/۸۶**	۰/۹۴**	۰/۱۰	۱			
۷- درجه روز رشد دوره روزت	۰/۹۸**	-۰/۰۲	-۰/۸۵**	۰/۹۵**	۰/۰۹	۰/۹۹**	۱		
۸- طول دوره رسیدگی	۰/۸۰**	۰/۱۴	-۰/۷۰**	۰/۷۲**	۰/۳۹	۰/۸۱**	۰/۸۰**	۱	
۹- درجه روز رشد دوره رسیدگی	۰/۷۳**	۰/۰۵	-۰/۶۳**	۰/۶۵**	۰/۳۵	۰/۷۸**	۰/۷۷**	۰/۹۶**	۱

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۶. تجزیه کوواریانس داده‌های مقاومت به سرمای ژنوتیپ‌های گلرنگ در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی

منابع تغییرات	درجات آزادی	مجموع حاصلضرب‌ها			درجه آزادی	Yبرای X تعدیل شده است		
		XX	XY	YY		SS	MS	F
بلوک	۳	۱۶۱۷	۲۸۱۴۹	۴۹۱۶۷۸	۱۹	۴۳۴۲۴۹۵	۲۲۸۵۵۲	۷/۳۱**
ژنوتیپ	۱۹	۳۵۸۴۸	۱۰۴۱۷۲۶	۳۱۹۳۸۷۳۷				
اشتباه	۵۷	۷۹۹۰	۷۰۴۷۳	۲۳۹۵۱۰۳	۵۶	۱۷۷۳۴۸۶	۳۱۶۶۹	
کل	۷۹	۴۵۴۵۴	۱۱۴۰۳۴۷	۳۴۸۲۵۶				

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۷. میانگین‌های تصحیح شده عملکرد ارقام گلرنگ مورد مطالعه بر اساس تجزیه کوواریانس

ژنوتیپ	عملکرد دانه	ژنوتیپ	عملکرد دانه	ژنوتیپ	عملکرد دانه	ژنوتیپ	عملکرد دانه
پرنیان	۲۴۴۸	گلدشت	۹۹۸	KW5	۹۰۵	KW17	۱۳۴۱
محلی عجب‌شیر	۸۳۲	پدیده	۱۴۱۳	KW6	۹۸۵	KW11	۱۰۰۱
محلی زرقان	۹۲۷	KW2	۷۷۷	KW7	۱۲۱۲	KW12	۹۳۰
زرقان ۲۷۹	۲۰۶۷	KW3	۸۱۳	KW8	۱۵۳۳	KW13	۱۰۷۱
ورامین ۲۹۵	۱۷۵۳	KW4	۶۸۵	KW9	۱۰۳۹	KW14	۷۸۲

می‌تواند در ارتباط با مثبت و معنی‌دار شدن همبستگی طول این دوره‌ها با درصد بقا و از طرف دیگر مثبت و معنی‌دار شدن ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و درصد بقا باشد. درصد روغن با هیچ‌یک از صفات اندازه‌گیری شده دارای همبستگی معنی‌دار نبود. به‌نظر می رسد این صفت تابع صفات دیگری باشد. گفتنی است که برخلاف نتایج این آزمایش، در آزمایشی که بر واریته‌های تجاری و غیرتجاری گلرنگ طی دو سال زراعی در شرایط مزرعه انجام شد همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد بقا و روغن گلرنگ گزارش شد (۱۸).

نتایج تجزیه کوواریانس عملکرد دانه با متغیر کمکی تعداد بوته ها در جدول ۶ نشان داده شده است. معنی‌دار شدن F جدول نشان‌دهنده سودمندی تجزیه کوواریانس است. بر اساس تجزیه کوواریانس و ضرایب به‌دست آمده میانگین‌های تصحیح شده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در جدول ۷ درج

www.SID.ir

Archive of SID

شده‌اند. بر این اساس پرنیان و KW4 به‌ترتیب با عملکرد تصحیح شده ۲۴۴۸ و ۶۸۵ کیلوگرم بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که رقم پرنیان علاوه بر مقاومت به سرما از لحاظ ژنتیکی نیز دارای پتانسیل عملکرد بالایی است و به‌همین دلیل جدیدترین رقم معرفی شده گلرنگ در کشور است.

به‌عنوان نتیجه نهایی از این آزمایش می‌توان به تحمل به سرمای ژنوتیپ های پرنیان، زرقان ۲۷۹، ورامین ۲۹۵، KW8 و KW11 اشاره کرد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین طول دوره روزت با بقاء زمستانه، همبستگی منفی و معنی‌دار بقاء زمستانه با وزن هزاردانه و نبود همبستگی بین ارتفاع بوته و درصد روغن با سایر صفات اندازه‌گیری شده و همچنین پتانسیل ژنتیکی بالای تولید دانه رقم پرنیان علاوه بر تحمل به سرمای آن قابل ذکر است.

منابع مورد استفاده

1. Anonymous, 2008. Agriculture's Office of Statistics and Information of Iran. Vice President of Planning and Budget of the Ministry of Agriculture. (In Farsi).
2. Auld, D. L., S. E. Ullrich and B. L. Behis. 1983. Screening safflower for winter hardiness in the Palouse region of Eastern Washington and Northern Idaho, University of Idaho, Agricultural Experiment Station Progress Report No. 225.
3. Barzan, Z., M. Dehdari and R. Amiri Fahliani. 2018. Evaluation of cold tolerance in rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes at seedling stage and its association with microsatellite markers. *Journal of Crop Production and Processing* 8(2): 33-46. (In Farsi).
4. Bertin, P. and J. Bouharmont. 1995. Heritable chilling tolerance improvement in rice through somoclonal variation and cell line selection. *Australian Journal of Botany* 44: 41-105.
5. Bridger, G. M., D. E. Falk, B. D. Mckersie and D. L. Smith. 1996. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. *Crop Science* 36: 150-157.
6. Carapetian, J. 2001. Characterization and inheritance of long rosette safflower. In*:* Proceeding of the 5th International Safflower Conference. Williston. USA.
7. Cardona, C. A., R. R. Duncan and O. Lindstorm. 1997. Low temperature tolerance assessment in paspalum. *Crop Science* 43: 1283-1291.
8. Eugenia, M., S. Nunes and G. R. Smith. 2003. Electrolyte leakage assay capable of quantifying freezing resistance in Rose clover. *Crop Science* 43: 1349-1357.
9. Ghanavati, N. A. and P. F. Knowles. 1977. Variation among winter- type selection of safflower. *Crop Science* 17: 44-46.
10. Gilbert, N. W. and D. G. Lorance. 1996. Registration of Frio safflower. *Crop Science* 6: 390.
11. Guy, C. L. 2003. Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. *Canadian Journal of Botany* 81(12): 1216-1223.
12. Haagenson, D. M., S. M. Cunnighnam and J. J. Volence. 2003. Root physiology of less fall dormant, winter hardy alfalfa selections. *Crop Science* 43(4): 1441-1447.
13. Hana, B. and J. C. Bischofa. 2004. Direct cell injury associated with eutectic crystallization during freezing. *Cryobiology* 48(1): 8-21.
14. Johnson, R. C., L. Dajue, C. Foiles and V. Bradley. 2005. Variation in winter hardiness among safflower accessions. In: Proceeding of 6th International safflower Conference. Istanbul. Turkey.
15. Johnson, R. C. and L. Dajue. 2006. Autumn growth and its relationship to winter survival in diverse safflower germplasm. *Canadian Journal of Plant Science* 6(3): 701-709.
16. Khajehpour, M. R. 2004. Industrial Crops. Jahad of Isfahan University of Technology. Isfahan. (In Farsi).
17. Khamadi, N., A. Nezami and A. Bagheri. 2011. Evaluation of yield and yield component of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation. *Iranian Journal of Field Crops Research* 9(6): 557-565. (In Farsi).
18. Koç, H. 2019. Relationships between survival in winter colds and some morphological and technological characteristics in safflower genotypes. *Genetika* 51(2): 525-537.
19. Mirmohammadi-Mibodi, S. A. 2004. Physiological and Breeding Aspects of Cold and Chiling Tensionsin Crops. Golbon. Isfahan. (In Farsi).
20. Mundel, H. H., H. C. Huang, L. D. Burch and F. Kiehn. 1987. Registration of "Saffire" safflower. *Crop. Science* 27:

www.SID.ir

364.
21. Nezami, A., A. Bagheri, H. Rahimian, A. Kafi and M. Nassiri. 2007. Evaluation of freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under controlled conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 10: 257-269. (In Farsi).
22. Nezami, N. and Z. Boromandea-Rezazadeh. 2011. Evaluation of cold tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under controlled conditions. *Journal of Agroecology* 3(1): 65-71. (In Farsi).
23. Nezami, N. and N. Naghedinia. 2011. Effects of freezing stress on electrolyte leakage of safflower genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Research* 6(8): 891-896. (In Farsi).
24. Patton, A. J., S. M. Cunninngham, J. J., Volence and Z. J. Reicher. 2007. Differences in freeze tolerance of zoysiagrasses: II. Carbohydrate and proline accumulation. *Crop Science* 47(5): 2170-2181.
25. Rashed Mohassel, M. H., A. Nezami, A. Bagheri, K. Hajmohammadnia and M. Bannayan. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel (*Foniculum vulgare* L.) ecotypes under controlled conditions. *Journal of Herbs, Species and Medicinal Plants* 15: 131-140. (In Farsi).
26. Saeidi, M., M. Abdoli and P. Elyasi. 2019. Cold tolerance evaluation in some bread wheat genotypes in seedling stages under laboratory conditions. *Journal of Wheat Research* 2(1): 35-52. (In Farsi).
27. 27-Thomashow, M. F. 1998. Role of cold-responsive genes in plant freezing tolerance. *Plant Physiology* 118(1): 1-8.
28. Yazdi Samadi, B. and A. A. Zali. 1979. Comparison of winter and spring – type safflower. *Crop Science* 19: 783-785.
29. Zimmerman, L. H. 1976. Genetics of time of internodes elongation and duration of rosette habit in *Carthamus tinctorius* L. and *C. flovescens* Spreng. *Crop Science* 16: 431-433.
30. Zimmerman, L. H. and B. B. Buck. 1977. Selection for seedling cold tolerance in safflower with modified controlled environment chambers. *Crop Science* 5: 679-682.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 10, No. 4, Winter 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigation of Winter Survival of Safflower Genotypes in Isfahan-Iran

M. R. Shahsavari[1*] and T. Yasari[2]

(Received: April 21-2020; Accepted: June 06-2020)

Abstract

Too often crop production is facing with different intensity of cold damage. In some years the damage is severe and has a large social and economic consequence. Therefore, selection and introduction of cold tolerant cultivars is very effective in reducing cold damage and increasing crop production. Frequently, in winter safflower yield trails in Isfahan province, depending on the intensity of winter cold, different degrees of damage are observed. Cold tolerance study of safflower was conducted in Isfahan province in central Iran during 2007-2008. In this experiment, 20 safflower genotypes were compared in a randomized complete block design with four replications. The effect of genotype on the survival rate, the length of the rosette and ripening period, and their corresponding GDD, plant height, 1000 seed weight, seed yield, and oil content was significant at the 1% probability level. The correlation coefficients between the survival rate with seed yield, length of the rosette period, and corresponding GDD were positive and significant. The correlation coefficient between the survival rates with 1000 seed weight was negative and significant. Covariance analysis showed that Parnian and KW4 had the highest and lowest seed yield with 79 and 7.9% winter survival, respectively. According to the results, genotypes with a longer rosette period such as Parnian,Varamin 295 and Zarghan 279 showed more tolerance to cold damage.

Keywords: Rosette, Seed yield, Frost bite.

1. Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor of Science Department, Zabol University, Zabol, Iran.
*: Corresponding Author, Email: Shahsavari_mr@yahoo.com

www.SID.ir