Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 64-72
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۷۲-۶۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تحمل به یخزدگی اکوتیپ‌های رازیانه رشد یافته در مزرعه، تحت شرایط کنترل شده

آسیه سیاهمرگویی[1*]- گلثومه عزیزی[2]- احمد نظامی[3]- مریم جهانی کندری[4]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۰/۱۶
تاریخ پذیرش:۹۰/۲/۶

چکیده

به منظور بررسی تحمل به یخ زدگی رازیانه(*Foeniculum vulgare* mill.) رشد یافته در مزرعه تحت شرایط آزمایشگاهی، آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو توده بومی رازیانه (خراسان و کرمان)، ۶ سطح تنش یخ زدگی (۰، ۳- ،۶- ، ۹- ، ۱۲- و ۱۵- درجه سانتی گراد) و دو سطح تاریخ کشت (۱۷ مهر و ۸ آبان ماه) بودند. گیاهان در تاریخ ۱۳۸۳/۹/۱۶ از مزرعه برداشت، به آزمایشگاه منتقل شده و در معرض تیمارهای دمایی در شرایط کنترل شده قرار گرفتند. سپس درصد بقاء و رشد مجدد گیاهان پس از بیست و یک روز در شرایط گلخانه و پس از شش روز در شرایط آزمایشگاه در داخل لوله آزمایش، به صورت دو آزمایش مجزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط گلخانه، دو توده خراسان و کرمان از نظر درصد بقا، ارتفاع و تعداد گره اختلاف معنی داری با هم نداشتند، اما توده کرمان دارای تعداد برگ بیشتری در مقایسه با توده خراسان بود. تاریخ کاشت تاثیر معنی داری بر درصد بقا، ارتفاع، تعداد برگ، تعداد گره و درصد وزن خشک گیاه داشت، بطوریکه تاریخ کاشت ۸ آبان ماه در کلیه خصوصیات مذکور در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۷ مهرماه برتری داشت. همچنین با کاهش دما، درصد بقا، ارتفاع، تعداد برگ، تعداد گره و وزن خشک رازیانه روند کاهشی داشت. در شرایط آزمایشگاه میزان نکروز شدن گیاهان در روز ششم بعد از یخزدگی، در تاریخ کاشتهای مختلف، از نظر آماری اختلاف معنی داری داشت و در تاریخ کاشت ۱۷ مهرماه و ۸ آبان ماه به ترتیب ۳/۴ و ۲/۸ بود. درجه نکروز شدن در تیمارهای مختلف دمایی در روز ششم نیز از نظر اماری معنی دار ($P\leq0.01$) بود. بیشترین درجه نکروز در تیمار یخزدگی ۱۵- درجه سانتیگراد مشاهده شد که تقریبا معادل ۲ برابر درجه نکروز در دمای صفر درجه سانتیگراد بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، درجه نکروز، درصد بقاء، وزن خشک

مقدمه

گیاهان برای رشد مطلوب نیاز به دامنه دمایی معینی دارند و با تغییر دمای محیط، بسیاری از فعالیتهای حیاتی گیاه و به دنبال آن رشد و نمو تحت تاثیر قرار می گیرد (۳). بنابراین دما عامل مهمی در تعیین پراکنش جغرافیایی و تولید گونه های گیاهی است و در مناطقی که شرایط محیطی برای رشد یک گونه خاص بسیار مطلوب می باشد، تغییرات غیر قابل پیش بینی درجه حرارت ممکن است سبب بروز خسارت، کاهش رشد و تولید گیاه گردد (۱۷). اغلب گیاهان موجود در مناطق معتدله کره زمین تحت تاثیر سرما و یخزدگی قرار دارند و به نظر می رسد مرحله رشدی گیاهان پاییزه، عامل مهمی در بقا، رشد و عملکرد آنها باشد (۱۶).

گیاهان پاییزه، به دلیل فصل رشد طولانی تر و تولید زیست توده بیشتر، ممکن است دارای عملکرد بالاتر و با ثبات تر در مقایسه با محصولات بهاره باشند. علاوه بر این، به دلیل جلو افتادن زمان گلدهی و به دنبال آن رسیدگی گیاه، احتمال مواجه شدن گیاه با تنشهای گرما و خشکی در پایان فصل رشد، کاهش خواهد یافت. دستیابی به این مزیتها منوط به توانایی خوسرمایی گیاه[5] و مقابله با تنشهای سرما و یخزدگی در طول زمستان است (۱۰).

چن و همکاران (۱۲) با اعمال تیمارهای یخزدگی بر روی گندم در شرایط کنترل شده مشاهده کردند که رشد مجدد اندام های هوایی

۱-استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: Siahmargue@yahoo.com
۲-استادیار دانشگاه پیام نور سبزوار
۳و۴- استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

5- Cold hardening

www.SID.ir

Archive of SID

گندم در دماهای ۱۵- و ۲۰- درجه سانتیگراد نسبت به تیمار عدم یخزدگی به ترتیب ۶۰ و ۸۰ درصد کاهش داشت. راشدمحصل و همکاران (۱) با بررسی تحمل به سرمای دو توده رازیانه (گناباد و کرمان) در شرایط کنترل شده، دریافتند که تحمل به یخزدگی و رشد مجدد اکوتیپ گناباد بهتر از اکوتیپ کرمان بود که احتمالا به دلیل رشد و سازگاری این اکوتیپ در منطقه ای سرد مثل گناباد (نسبت به کرمان) بوده است. ایشان همچنین اظهار داشتند که خوسرمایی، درصد بقا را در هر دو اکوتیپ گناباد و کرمان نسبت به تیمار عدم خوسرمایی افزایش داد. عزیزی و همکاران (۲) نیز مشاهده کردند که واکنش ارقام مختلف گندم به یخزدگی متفاوت بوده و در بین ارقام مورد بررسی، رقم بزوستایا رشد مجدد بهتری نسبت به سایر ارقام داشت. اولد و همکاران (۷) با بررسی تحمل به سرمای ژنوتیپهای نخود فرنگی در شرایط مزرعه و کنترل شده، مشاهده کردند که با کاهش دما، درصد بقای لاینهای نخود فرنگی در هر دو محیط کاهش یافت. نامبردگان اظهار داشتند که با به گزینی در دمای ۹- درجه سانتیگراد می توان گیاهان غیر مقاوم به یخزدگی را حذف کرد.

رازیانه به عنوان یک گیاه دارویی بطور متداول بصورت چندساله رشد می کند. بقای زمستانه این گیاه منوط به توانایی طوقه آن در تحمل یخبندانهای زمستانه است. در واقع رشد مجدد رازیانه پس از زمستان از ناحیه طوقه آغاز می شود، بنابراین تولید مطلوب این گیاه وابسته به حفظ و بقای طوقه در شرایط وقوع تنش سرما در زمستان است. گاستا و همکاران (۱۴) اظهار داشتند که درصد بقای گیاه در مزرعه علاوه بر خصوصیات گیاهی، تا حد زیادی وابسته به میزان پوشش برف، دما، رطوبت خاک و سایر عوامل محیطی است و هرچند در مطالعات مزرعه ای، گیاه تحت شرایط واقعی زمستان مورد بررسی قرار می گیرد، ولی به دلیل تنوع مکانی و زمانی در بروز سرما ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود (۱۴). ضمن اینکه هزینه اینگونه آزمایش ها زیاد بوده و نیازمند زمان طولانی نیز می‌باشد (۹). لذا آزمون یخزدگی در شرایط کنترل شده (۶ و ۱۱) و به دنبال آن ارزیابی خسارت و تعیین بقا گیاهان به عنوان روش های مناسب، مورد توجه محققان قرار گرفته است.

با توجه به مطالب ذکر شده هدف از این مطالعه بررسی تحمل به یخزدگی گیاه دارویی رازیانه رشد یافته در مزرعه تحت شرایط کنترل شده بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۳ در دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به مرحله اجرا در آمد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو توده بومی رازیانه (خراسان و کرمان)، ۶ سطح تنش دمای یخ زدگی (۰، ۳-، ۶-، ۹-، ۱۲- و ۱۵- درجه سانتی گراد) و دو سطح تاریخ کشت (مهر و آبان ماه) بودند.

در این آزمایش مشابه با مطالعات اندرسون و تالیافرو (۸) بر روی برموداگراس (*Cynodon* spp.) از نمونه های رشد یافته در مزرعه استفاده شد. در روش مذکور، بذور در شرایط مزرعه کشت شده و گیاهچه‌ها پس از سبز شدن به طور طبیعی در معرض خوسرمایی قرار گرفته و سپس جهت اعمال تیمارهای یخزدگی در شرایط کنترل شده مورد مطالعه قرار گرفتند. به این منظور، بذور توده های بومی رازیانه در شانزده مهرماه و هفتم آبان ۱۳۸۳در مزرعه کشت شدند. در شانزدهم آذرماه و هنگامیکه گیاهان در مرحله شش برگی (تاریخ کاشت اول) و یا چهاربرگی (تاریخ کاشت دوم) بودند، نمونه های گیاهی توسط بیلچه از عمق ۱۰تا۱۵ سانتیمتر از خاک مزرعه خارج شده و به منظور اعمال تنش یخزدگی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، خاک‌های همراه ریشه گیاهچه ها با آب شسته شد. در مرحله بعد، نمونه های گیاهی به لوله آزمایش با قطر ۲ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر منتقل شدند.

برای هر تیمار دمایی از ۵ نمونه گیاهی استفاده شد. در مرحله بعد لوله های آزمایش به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش ۵ درجه سانتیگراد بوده و پس از قرار دادن نمونه ها با سرعت ۲ درجه سانتیگراد در ساعت کاهش یافت. به منظور ایجاد هستک یخ در گیاهچه ها در دمای ۲- درجه سانتی گراد، محلول ایجاد کننده هستک یخ بر روی آنها پاشیده شد. نمونه‌های گیاهی در هر دمای آزمایش به مدت یک ساعت باقی مانده و پس از اعمال دمای یخ زدگی، لوله های آزمایش از فریزر خارج شدند و به منظور تعیین بقای گیاهان و رشد مجدد آنها از دو روش ذیل به طور مجزا استفاده شد.

بررسی بقا در گلخانه: بمنظور بررسی بقا در گلخانه، ابتدا خاکی با نسبت ۲:۱:۱ به ترتیب از خاک، ماسه و خاکبرگ تهیه و درون گلدانهایی به قطر ۱۰ و ارتفاع ۱۲ سانتیمتر ریخته شد. سپس از هر تیمار دمایی، سه گیاهچه در این گلدانها و در محیط گلخانه قرار گرفتند.

در طی اجرای آزمایش، میانگین دمای گلخانه ۲۴/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی آن ۶۵ تا ۶۸ درصد بود. نمونه ها به مدت ۲۱ روز در این محیط نگهداری شدند. درصد بقائ گیاهان از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

۱۰۰×(تعداد بوته در روز بیست و یکم/تعدادبوته هنگام کاشت در گلدان)= درصد بقا

در پایان این دوره همچنین جهت ارزیابی رشد مجدد گیاهان صفاتی نظیر وزن تر و خشک، ارتفاع، تعداد برگ و تعداد گره اندازه گیری و ثبت شد.

www.SID.ir

Archive of SID

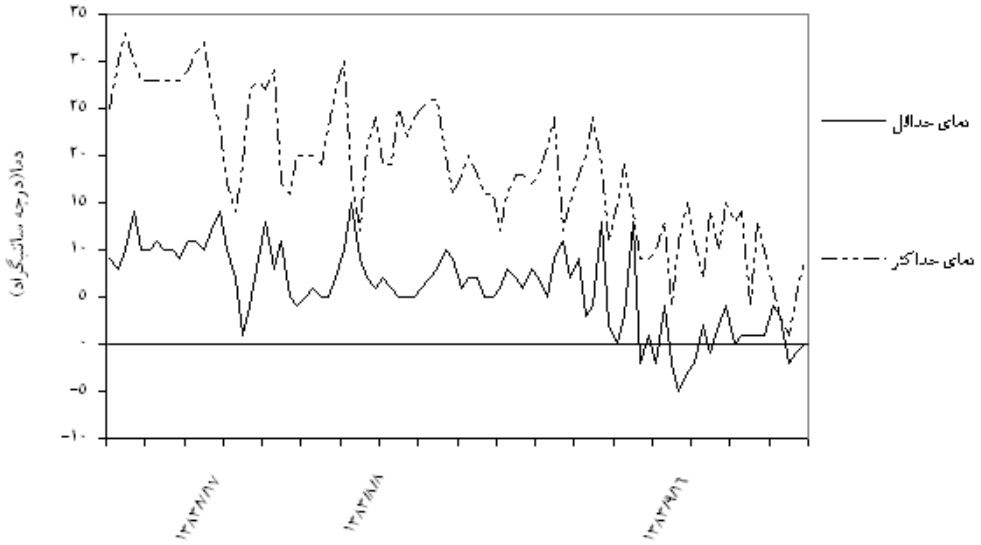
بررسی بقا در آزمایشگاه: برای بررسی بقا در آزمایشگاه، از لوله های آزمایش حاوی پنبه مرطوب با قطر ۲ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر استفاده شد. این پنبه ها به عنوان بستر گیاه در یک سانتی‌متری انتهای لوله آزمایش قرار گرفتند و دو نمونه درون لوله های آزمایش قرار داده شدند. در طی دوره آزمایش، میانگین دمای آزمایشگاه ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی آن ۵۰ درصد بود.

برای ارزیابی بقای گیاهان، نمونه ها روزانه بازدید شده و بر اساس تغییر رنگ و نکروزه شدن آنها درجه بندی شدند. در این مطالعه برای گیاهان کاملا سالم درجه یک، ۲۵درصد تغییر رنگ و نکروزه شدن درجه دو، ۵۰درصد تغییر رنگ و نکروزه شدن درجه سه، ۷۵درصد تغییر رنگ و نکروزه شدن درجه چهار و بالاخره گیاه کاملا نکروزه شده درجه پنج در نظر گرفته شد (۵).

داده ها با استفاده از نرم افزار MINITAB var.13 تجزیه آماری شده و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL و SIGMA PLOT استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

در شکل ۱ روند تغییرات حداقل و حداکثر دمای روزانه در پاییز سال آزمایش نشان داده شده است. بر این اساس، گیاهان رشد یافته در مزرعه در طول دوره رشد خود تا مرحله نمونه‌برداری در معرض دماهای خوسرمایی قرار گرفتند. گاستا و همکاران (۱۳) اظهار کردند هنگام قرار گرفتن گیاهان در معرض دمای کمتر از ۱۰ تا کمی کمتر از صفر درجه سانتیگراد، در گیاه پدیده خوسرمایی ایجاد می‌شود.



شکل۱- تغییرات دمای حداکثر و حداقل روزانه شرایط آب و هوایی مشهد در پاییز سال ۱۳۸۳

(کاشت اول: ۱۳۸۳/۰۷/۱۶، کاشت دوم:۱۳۸۳/۰۸/۰۷، نمونه برداری از مزرعه: ۱۳۸۳/۰۹/۱۶)

بررسی بقاء و رشد مجدد در گلخانه

جدول تجزیه واریانس اثر توده بومی، تاریخ کاشت و دمای یخ زدگی بر برخی از خصوصیات موفولوژیکی و فیزیولوژیکی رازیانه در شرایط گلخانه در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می شود اثر دمای یخ زدگی بر کلیه پارامترهای مورد بررسی از نظر آماری معنی دار بود. تاریخ کاشت نیز پارامترهای اندازه گیری شده به استثنای درصد ماده خشک را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد.

تاثیر توده بومی و تاریخ کاشت بر درصد بقای رازیانه و برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سه هفته پس از رشد در محیط گلخانه در جدول ۲ نشان داده شده است. دو توده خراسان و کرمان از نظر درصد بقا، ماده خشک، درصد ماده خشک، ارتفاع، تعداد برگ و تعداد گره اختلاف معنی داری با هم نداشتند، اما توده کرمان در تمامی خصوصیات فوق الذکر نسبت به توده خراسان برتری داشت.

تاریخ کاشت تاثیر معنی داری بر درصد بقا، ارتفاع، تعداد برگ، تعداد گره و وزن خشک گیاه داشت. بطوریکه تاریخ کاشت آبان ماه در کلیه خصوصیات مذکور در مقایسه با تاریخ کاشت مهرماه برتری داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر توده بومی، تاریخ کاشت و دمای یخ زدگی بر برخی از خصوصیات موفولوژیکی و فیزیولوژیکی رازیانه در شرایط گلخانه

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		بقا (درصد)	وزن تر (میلی گرم)	وزن خشک (میلی گرم)	ماده خشک (درصد)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد برگ در بوته	تعداد گره در بوته
توده بومی	۱	۷۵۶/۰۰^{ns}	۰/۰۵۵۵^{ns}	۰/۰۰۱۲^{ns}	۱۴۳/۱۰^{ns}	۳۱/۶۰^{ns}	۸/۱۳^{ns}	۱/۰۳^{ns}
تاریخ کاشت	۱	۱۴۸۳۵/۰۰*	۰/۲۰۰۵*	۰/۰۰۶۸*	۲۳۰/۱۰^{ns}	۳۹۷/۱۵*	۳۶/۴۱*	۹/۳۹*
دمای یخ زدگی	۵	۷۰۹۰/۰۰*	۰/۰۹۲۰*	۰/۰۰۲۲*	۶۶۰/۲۰*	۱۸۵/۵۲*	۳۶/۵۴*	۴/۷۵*
توده×تاریخ کاشت	۱	۳۸۶/۰۰^{ns}	۰/۰۰۸۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۳۳۰/۷۰^{ns}	۱/۹۷^{ns}	۲/۲۸^{ns}	۰/۲۲^{ns}
توده×دمای یخ زدگی	۵	۱۲۳۷/۶۰^{ns}	۰/۲۰۵۵*	۰/۰۰۲۹*	۶۳/۵۰^{ns}	۳۴/۸۰^{ns}	۵/۰۷^{ns}	۱/۴۸*
تاریخ کاشت× دمای یخ زدگی	۵	۱۲۳۷/۶۰^{ns}	۰/۲۲۸۸*	۰/۰۰۱۱^{ns}	۵۷/۹۰^{ns}	۴۷/۴۰*	۳/۳۴^{ns}	۱/۳۲*
توده ×دمای یخ زدگی×تاریخ کاشت	۵	۲۷۵/۳۰^{ns}	۰/۰۰۳۸^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}	۱۷۲/۶۰^{ns}	۲/۶۳^{ns}	۱/۵۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}
خطا	۴۸	۷۸۷/۴۰	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۰۷	۲۳۷/۵۰	۱۵/۱۴	۲/۸۱	۰/۳۸

جدول ۲- تاثیر توده بومی و تاریخ کاشت بر درصد بقاء و رشد مجدد رازیانه سه هفته بعد از اعمال دماهای تنش یخزدگی در شرایط گلخانه

		بقا (درصد)	وزن خشک (میلی گرم)	ماده خشک (درصد)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد برگ در بوته	تعداد گره در بوته
توده بومی	خراسان	۲۷/۸ a	a۸/۰	۹/۸ a	۳/۹ a	۱/۷ a	۰/۶ a
	کرمان	۳۴/۳ a	a۱۶/۰	۱۲/۶ a	۵/۳ a	۲/۴ a	۰/۸ a
تاریخ کاشت	مهرماه	۱۶/۷ b	b۲/۰	۹/۴ a	۲/۲ b	۱/۴ b	۰/۴ b
	آبان ماه	۴۵/۴ a	a۲۲/۰	۱۲/۶ a	۶/۹ a	۲/۸ a	۱/۱a

* حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

مطالعات نشان می دهد که واکنش گیاه به تنش سرما وابسته به خصوصیات گیاهی و عوامل محیطی می باشد (۱و۱۴). عزیزی و همکاران (۲) نیز مشاهده کردند که واکنش ارقام مختلف گندم به یخزدگی متفاوت بوده و در بین ارقام مورد بررسی، رقم بزوستایا با داشتن دمای کاهش دهنده ۵۰ درصد وزن خشک گیاه معادل ۱۴/۲ درجه سانتیگراد زیر صفر، رشد مجدد بهتری نسبت به سایر ارقام داشت. بررسی اثر تیمار یخزدگی در گستره دمایی صفر تا ۲۰- درجه سانتیگراد در ۱۴ ژنوتیپ گندم مشخص نمود که وزن خشک ژنوتیپ های گندم، سه هفته بعد از اعمال تیمار یخزدگی و رشد در گلخانه، تفاوت معنی داری داشتند، بنحویکه ژنوتیپ بزوستایا با ۷۷۳ میلی گرم به ازای هر بوته، بیشترین وزن خشک و ژنوتیپ مارون با ۱۱۲ میلی گرم به ازای هر بوته، کمترین مقدار وزن خشک را دارا بودند. فولر و همکاران (۱۳) نیز اظهار داشتند که پس از اعمال تیمار یخزدگی تفاوت معنی داری بین ژنوتیپهای مختلف گندم از لحاظ وزن خشک وجود داشت.

همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می شود گیاهان تاریخ کاشت آبان ماه، وزن خشک بیشتری در مقایسه با تاریخ کاشت مهر ماه داشت. بطوریکه وزن خشک گیاهان در تاریخ کاشت آبان، یازده برابر برابر وزن خشک گیاهان در تاریخ کاشت مهرماه بود.

از آنجائیکه در زمان نمونه برداری گیاهان از مزرعه و انتقال آنها به آزمایشگاه، گیاهان کشت مهرماه در مرحله ۶ برگی و گیاهان کشت آبان ماه در مرحله ۴ برگی بودند، به نظر می رسد رشد بیشترگیاهان در تاریخ کاشت مهر ماه در حساسیت بیشتر این گیاهان به تنش یخ زدگی و بروز خسارت و کاهش رشد بعدی آنها موثر بوده است (۵). وانر و جونتیلا (۱۸) نیز اظهار داشتند که برگ‌های جوان و مناطق مریستمی برگ‌های جوان نسبت به برگ‌های مسن‌تر نسبت به دماهای پایین‌تر متحمل تر بودند. در گیاهانی نظیر نخود نیز در شرایط مزرعه مشاهده شده است که گیاهانی که در زمان وقوع سرما در مراحل پیشرفته رشد رویشی بوده اند، تحمل به سرمای کمتری نسبت به گیاهانی داشته اند که در مراحل ابتدایی تر رشد رویشی بوده اند (۶). بر این اساس و با توجه به اینکه مرحله رشدی در تحمل گیاه به تنش یخ زدگی موثر است، لذا تاریخ کاشت از طریق تاثیر بروی مرحله رشدی گیاه و به تبع آن اندازه بوته در زمان شروع سرما از جمله عوامل موثر در میزان خسارت تنش یخ زدگی می باشد.

همانطوریکه در جدول ۳ ملاحظه می شود، با کاهش دما از ۶- درجه سانتیگراد به پایین، درصد بقا، ارتفاع، تعداد برگ و تعداد گره رازیانه، روند کاهشی داشته است. راشدمحصل و همکاران (۱) نیز دریافتند که درصد بقاء گیاه رازیانه و تعداد گره آن در ساقه اصلی، تا دمای ۶-درجه سانتیگراد کاهش معنی داری نسبت به تیمار عدم یخزدگی نداشت، ولی بعد از آن بطور معنی داری کاهش یافت.

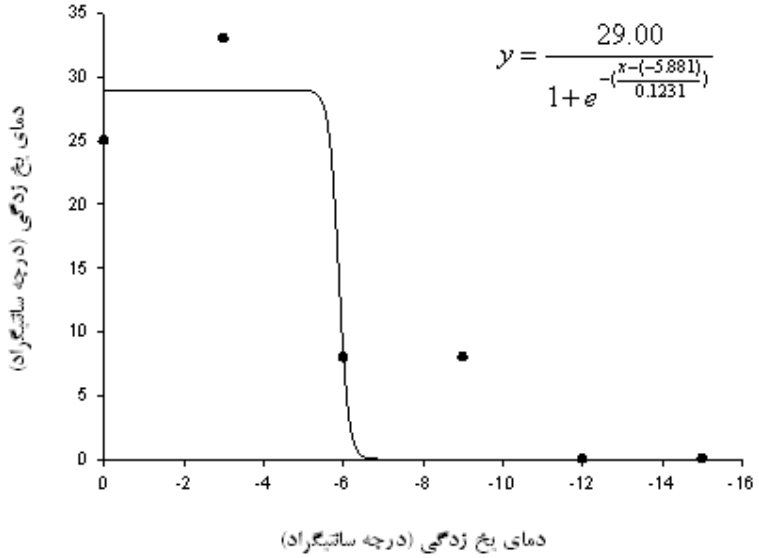
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر دماهای مختلف یخزدگی بر درصد بقا، ارتفاع، تعداد برگ، تعداد گره گیاه رازیانه پس از سه هفته رشد مجدد در شرایط گلخانه

	بقا(درصد)	ارتفاع(سانتیمتر)	تعداد برگ	تعداد گره
۰	۵۸/۳a	۹/۱a	۴/۲a	۱/۵a
-۳	۵۲/۸a	۷/۹a	۳/۷ab	۱/۲a
-۶	۴۱/۷ab	۶/۹a	۲/۶bc	۱/۱a
-۹	۲۷/۸bc	۳/۳b	۱/۸c	۰/۵b
-۱۲	۵/۵cd	۰/۴b	۰/۲d	۰/۱b
-۱۵	۰d	۰b	۰d	۰b

* حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین وزن خشک گیاه رازیانه با دماهای مختلف یخ زدگی

همانطوریکه در شکل ۲ مشاهده می شود، با افزایش شدت یخ زدگی، وزن خشک گیاه روند نزولی داشته است.

در بررسی اثر تنش یخزدگی بر گندم مشاهده شد که با کاهش درجه حرارت، وزن خشک گیاه بطور معنی داری کاهش یافت (۲). چن و همکاران (۱۲) نیز با اعمال تیمارهای یخزدگی در شرایط کنترل شده بروی گندم مشاهده کردند که کاهش دمای یخزدگی از ۵- به ۱۰- درجه سانتیگراد سبب کاهش ۲۰درصدی رشد مجدد اندامهای هوایی گندم شد.

اثر متقابل تاریخ کاشت و دمای یخزدگی بر ارتفاع، وزن تر و تعداد گره گیاه رازیانه در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطوریکه ملاحظه می شود ارتفاع، وزن تر و تعداد گره در تاریخ کاشت آبان ماه و در اغلب دماهای مورد نظر نسبت به تاریخ کاشت مهرماه برتری داشت. این وضعیت تا ۶- درجه سانتیگراد کاملا مشهود بود. لازم به ذکر است، در هر دو تاریخ کاشت، گیاه رازیانه قادر به تحمل نسبی دماهای یخزدگی تا ۹- درجه سانتیگراد بوده و دماهای پایینتر از این محدوده، رشد مجدد گیاه را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. راشدمحصل و همکاران (۱) اظهار داشتند که افزایش شدت یخزدگی پس از تیمار دمایی ۳- درجه سانتیگراد سبب کاهش ارتفاع گیاه شد و وزن خشک گیاه نیز در تیمارهای یخزدگی کمتر از شاهد بود.

نتایج مربوط به اثر متقابل توده بومی و دماهای یخزدگی بر وزن تر و تعداد گره رازیانه در جدول ۵ نشان داده شده است. در هر دو صفت مورد ارزیابی در اکثر دماهای مذکور (به جز ۶- و ۱۵-درجه سانتیگراد)، توده کرمان نسبت به توده خراسان برتری داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و دمای یخزدگی بر ارتفاع و وزن تر و تعداد گره رازیانه سه هفته پس از رشد مجدد در شرایط گلخانه

		۰	-۳	-٦	-۹	-۱۲	-۱۵
ارتفاع	مهرماه	۷/۱bc	۳/۶cde	۲/۰de	۰/۷e	۰/۰e	۰/۰e
	آبان ماه	۱۱/۱ab	۱۲/۱a	۱۱/۸ab	۵/۹cd	۰/۷e	۰/۰e
وزن تر	مهرماه	۰/۱bc	۰/۱cd	۰/۰cd	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰d
	آبان ماه	۰/۳a	۰/۳a	۰/۲ab	۰/۱bcd	۰/۰d	۰/۰d
تعداد گره	مهرماه	۱/۴ab	۰/۶cd	۰/۲d	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰d
	آبان ماه	۱/۷ab	۱/۸a	۱/۸a	۱/۰bc	۰/۲d	۰/۰d

* حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۵- اثر متقابل توده بومی و دمای یخزدگی بر وزن تر و تعداد گره رازیانه سه هفته پس از رشد مجدد در شرایط گلخانه

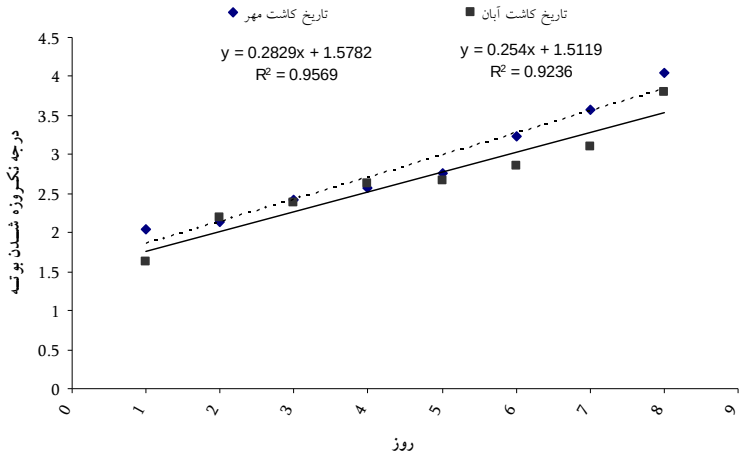
		۰	-۳	-٦	-۹	-۱۲	-۱۵
وزن تر	خراسان	۰/۱b	۰/۱Bc	۰/۱b	۰/۰bc	۰/۰c	۰/۰c
	کرمان	۰/۳a	۰/۳a	۰/۱b	۰/۱bc	۰/۰c	۰/۰c
تعداد گره	خراسان	۰/۹bcd	۰/۸cd	۱/۴abc	۰/۵de	۰/۰e	۰/۰e
	کرمان	۲/۱a	۱/۶ab	۰/۷de	۰/۵de	۰/۲de	۰/۰e

* حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند.

نظامی و همکاران (۶) در بررسی اثر تنش یخزدگی بر سه ژنوتیپ نخود دریافتند که بیشترین خسارت یخزدگی در ژنوتیپ حساس به سرما (MCC۵۰۵) مشاهده شد. بصورتی که تیمار دمایی ۱۲- درجه سانتیگراد سبب کاهش وزن خشک گیاه و ارتفاع این ژنوتیپ به میزان ۹۰درصد شد، در حالیکه در این تیمار دمایی در ژنوتیپ MCC۴۲۶ وزن خشک و ارتفاع گیاه به ترتیب ۵۵ و ۴۹ درصد و در ژنوتیپ MCC۲۵۲ به ترتیب ۶۰ و ۵۴ درصد نسبت به شاهد صفر درجه کاهش یافت.

بررسی بقاء در آزمایشگاه

روند تغییرات درجه نکروز گیاه رازیانه در تاریخ های کشت مهر و آبان تا روز هشتم آزمایش، در شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود، روند تغییرات نکروز در دو تاریخ کشت مذکور تقریبا مشابه بود، با این حال گیاهان تاریخ کشت مهر در مقایسه با گیاهان تاریخ کاشت آبان در طی دوره اندازه گیری، دارای درجه نکروز بیشتری بودند. این امر بیانگر حساسیت بالاتر گیاهان کشت شده در مهرماه در مقایسه با آبان ماه بوده و نتایج آزمایش گلخانه ای را تایید می کند.



شکل ۳- روند تغییرات درجه نکروز گیاه رازیانه در دو تاریخ کاشت مهر و آبان هشت روز پس از یخزدگی تحت تاثیر دماهای مختلف و رشد مجدد در لوله آزمایش

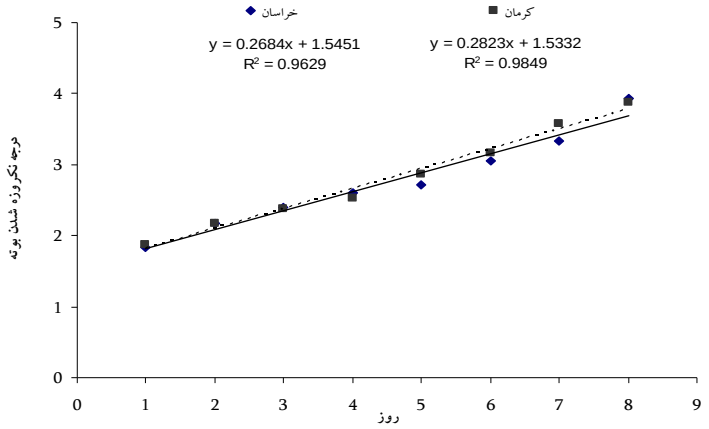
www.SID.ir

Archive of SID

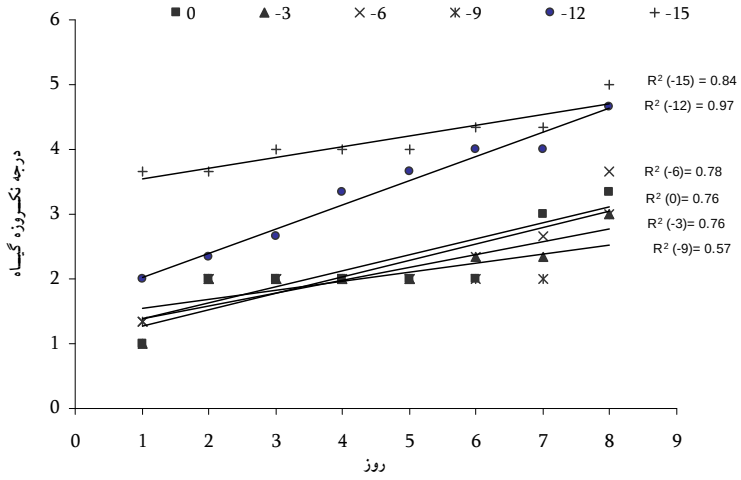
دو توده بومی خراسان و کرمان، از نظر درجه نکروز در طی دوره هشت روزه اندازه گیری، واکنش نسبتا یکسانی نشان دادند (شکل۴).

روند تغییرات درجه نکروز رازیانه در دماهای مختلف یخ زدگی تا روز هشتم آزمایش، در شکل ۵ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود، در ابتدای دوره آزمایش، گیاهانی که در دمای صفر درجه سانتیگراد قرار داشتند در مقایسه با سایر تیمارها دارای درجه نکروز کمتری بودند، اگرچه روند تغییرات درجه نکروز، بسته به تیمار دمایی، متفاوت بود.

درجه نکروز گیاه رازیانه در تیمارهای مختلف دمایی در روز ششم در شکل ۶ نشان داده شده است. از آنجا که درجه نکروز گیاه رازیانه در تیمارهای مختلف دمایی از روز ششم به بعد تغییر زیادی نکرد، درجه نکروز در روز ششم مورد بررسی قرار گرفت. همانگونه که در شکل ۶ ملاحظه می شود، بیشترین درجه نکروز در تیمار یخزدگی ۱۵- درجه سانتیگراد مشاهده شد که تقریبا معادل ۲ برابر درجه نکروز در دمای صفر درجه سانتیگراد بود. درجه نکروز رازیانه در دماهای صفر، ۳-، ۶- و ۹- اختلاف معنی داری از نظر آماری نداشتند.



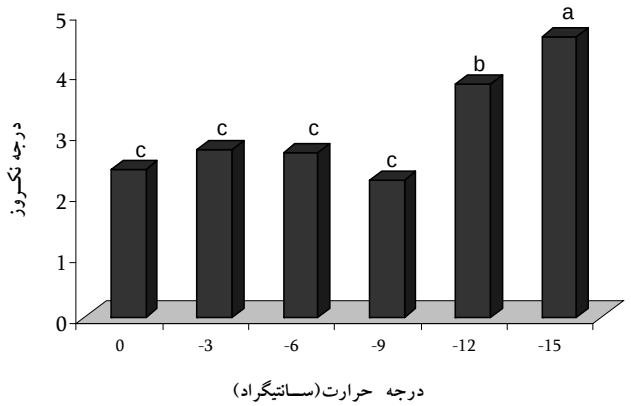
شکل ٤- روند تغییرات درجه نکروز دو توده بومی رازیانه خراسان و کرمان هشت روز پس از یخزدگی تحت تاثیر دماهای مختلف و رشد مجدد در لوله آزمایش



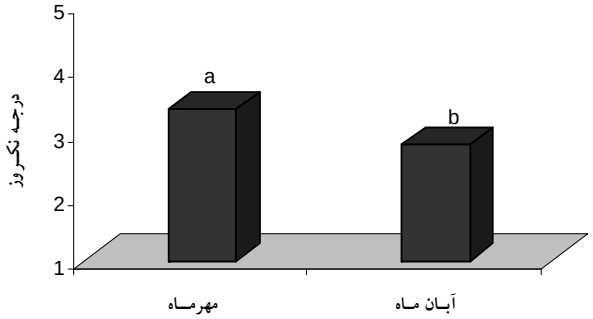
شکل ٥- روند تغییرات درجه نکروز گیاه رازیانه هشت روز پس از یخزدگی تحت تاثیر دماهای مختلف و رشد مجدد در لوله آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل٦- درجه نکروز گیاه رازیانه ششروز پس از یخ زدگی تحت تاثیر دماهای مختلف و رشد مجدد در لوله آزمایش
(حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند)



شکل۷- درجه نکروز گیاهان رازیانه کشت شده در تاریخ کاشت مهرماه و آبان ماه تحت تاثیر یخزدگی و سپس رشد مجدد در روز ششم در شرایط آزمایشگاه

در شکل ۷، درجه نکروز رازیانه در تاریخ کاشت مهرماه و آبان ماه در روز ششم مشاهده می شود. بر این اساس، درجه نکروزگی گیاهان در تاریخ کاشتهای مختلف، اختلاف معنی داری از نظر آماری داشت. به طوری که این درجه، در تاریخ کاشت مهرماه و آبان ماه به ترتیب ۳/۴ و ۲/۸ بود. لازم به ذکر است درجه نکروز گیاه رازیانه دو توده کرمان و خراسان در روز ششم از نظر آماری معنی دار نبود.

بر این اساس و با توجه به اینکه اندازه بوته در تحمل گیاه به تنش یخ زدگی موثر است، لذا تاریخ کاشت و به تبع آن اندازه بوته در زمان شروع سرما یکی از عوامل کنترل کننده میزان خسارت یخ زدگی می باشد و بنابراین به نظر می رسد که می توان با تغییر تاریخ کاشت از شدت خسارت تنش سرما به میزان قابل توجهی جلوگیری کرد (۵). با توجه به نتایج این تحقیق می توان چنین اظهار داشت که نتایج حاصل از ارزیابی بقاء گیاهان در گلخانه با بقاء در شرایط آزمایشگاه، همبستگی نسبتا مطلوبی داشته و لذا شاید بتوان از روش آزمایشگاهی به عنوان یک روش سریع و کم هزینه در سایر مطالعات استفاده کرد.

منابع

۱- راشدمحصل م. و نظامی ا. ۱۳۷۳. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد محصول رازیانه در شرایط آب و هوایی مشهد. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- عزیزی ه، نظامی ا.، خزاعی ح.ر. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به سرمای ارقام گندم در شرایط مزرعه. پژوهشهای زراعی ایران. ج۶. ش۲. ۳۵۲-۳۳۳.

۳- میرمحمدی میبدی ع.م. ۱۳۸۳. مدیریت تنشهای سرما و یخزدگی گیاهان زراعی و باغی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

۴- نظامی ا.، عزیزی گ.، سیاهمرگویی آ.، محمدآبادی ع.ا. ۱۳۸۹. اثر تنش یخزدگی بر نشت الکترولیتها در گیاه رازیانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران. ج۸. ش۴. ۵۹۳-۵۸۷.

۵- نظامی ا.، باقری ع.، رحیمیان ح.، کافی م. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به یخزدگی ژنوتیپهای نخود(*Cicer arietinam* L.) در شرایط کنترل شده. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴):۲۶۹-۲۵۷.

6- Auld D.L., Ditterline R.L., Murray G.A., and Swensen J.B. 1983. Screening peas for winter hardiness under field and laboratory conditions. Crop Sci. 23:85-88.

7- Anderson J.A., and Taliaferro C.M. 1995. Laboratory freeze tolerance of field-grown forage Bermudagrass cultivars. Agronomy J. 87: 1017-1020.

8- Blum A. 1988. Plant Breeding for stress Environment. CRC press.

9- Bourion V., Lejeune-He'naut I., Munier-jolain N. and Salon C. 2003. Cold acclimation of winter and spring pease: carbon partitioning as affected by light intensity, Europe. J. Agronomy. 19:535-548.

10- Cardona C.A., Duncan R.R., and Lindstrom O. 1997. Low temperature tolerance assessment in Paspalum sp. Crop Sci. 37: 1283-1291.

11- Chen T.H., Gusta L.V., and Fowler D.B. 1983. Freezing injury and root development in winter cereals. Plant Physiol. 73: 773-777.

12- Fowler D.B., Dvorak J., and Gusta L.V. 1977. Comparative Cold Hardiness of Several Tritium Species and *Secale cereale* L.. Crop Sci. 17: 941 943.

13- Gusta L.V., Fowler D.B., and Tyler N.J. 1982. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In:. Plant cold hardiness and freezing stress - mechanisms and crop implications, Vol. 2,Li PH & Sakai A, eds, Academic Press, New York, 23-40.

14- Gusta L.V., Oconnor B.J., Gao Y.P., and Jana S. 2000. A re-evaluation of controlled freeze-tests and controlled environment hardening conditions to estimate the winter survival potential of hardy winter wheats. Can. J. Plant Sci. 80: 241-246.

15- Singh, V.K., and Dlxit R.S. 1992. Effect of moisture regime and sowing date on chick pea (Cicer arietinum). Indian Journal of Agronomy. 37:739-43.

16- Steponkus P.L., Uemura M., and Webb M.S. 1993. Redesignig crop for increased tolerance to frezzing stress. P. 697-714. In M.B. Jackson and C.R. Black(eds.) In teracting stresses on plants in a changing climate. Springer-Verley, Berlin.

17- Waner L.A., and Junttila O. 1999. Cold-induced freezing tolerance in Arobidopsis. Plant Physiol. 120:391-399.

www.SID.ir