نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 1، بهار 1390، ص. 71-65

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 1, Spring 2011, p. 65-71

ارزیابی تحمل به یخزدگی در ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط کنترل شده

احمد نظامی[1*] و زینت برومند رضازاده[2]

تاریخ دریافت: 1389/04/15
تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش یخزدگی بر ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجراء درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از رقم (شامل پنج رقم پاییزه با نامهای K.W. 3، K.W. 6، K.W. 16، زرقان 279 و لاین 295 و رقم بهاره-پاییزه IL-111) و دماهای یخزدگی (شامل شش دمای صفر، 4-، 8-، 12-، 16- و 20- درجه سانتی‌گراد). کاشت در اوایل پاییز انجام و به منظور ایجاد خوسرمایی، گیاهان تا مرحله 7-5 برگی در شرایط آب و هوایی طبیعی رشد یافته و پس از آن تیمارهای یخزدگی در شرایط کنترل شده بر روی آنها اعمال شد. سپس گلدان‌ها به محیط طبیعی منتقل شده و پس از سه هفته درصد بقاء و بازیافت (رشد مجدد) گیاهان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که درصد بقاء ارقام تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مقدار LT_{50} برای ارقام مختلف بین 13- تا 13/5- درجه سانتی‌گراد بود. بررسی بازیافت بوته‌ها سه هفته پس از تیمار یخزدگی نشان داد که وزن خشک ارقام گلرنگ تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان وزن خشک را رقم IL-111 دارا بود. همچنین با کاهش دما به 12- درجه سانتی‌گراد وزن خشک ارقام کاهش یافت. از نظر LT_{50} و دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک گیاهان ($RDMT_{50}$) نیز کمترین مقدار مربوط به لاین 295 و رقم IL-111 بود که این امر می‌تواند نشان دهنده بازیافت ضعیف‌تر این دو رقم نسبت به سایر ارقام باشد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، درصد بقاء، دمای کشنده 50 درصد نمونه‌ها، تحمل به یخزدگی، دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک.

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، یکی از گیاهان بومی ایران است که دامنه سازگاری بالایی نسبت به برخی تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری داشته (Kafi & Rostami, 2007) و روغن آن به دلیل دارا بودن میزان زیادی اسید لینولئیک از کیفیت بالایی برخوردار است (Forouzan, 1999). متأسفانه این گیاه از جمله گیاهان در حال فراموش شدن است و در حال حاضر توجه چندانی به آن نمی‌شود. لذا لازم است با توجه به ویژگی‌های ارزشمند این گیاه، مطالعات بیشتری برای شناخت بهتر گیاه و نیز بهینه‌سازی شرایط رشد و تولید آن صورت گیرد.

در گیاهانی که کشت پاییزه و یا بهاره آنها امکان‌پذیر است، کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره به دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه، بهره‌گیری بهتر گیاه از امکانات محیطی و به دنبال آن بهبود عملکرد مناسب‌تر است. در همین راستا و با وجود اینکه گیاه گلرنگ نیز از جمله گیاهانی است که امکان کشت آن به دو صورت بهاره و پاییزه وجود دارد (Karimi, 1996; Mohammadi Nikpour & Koocheki, 1999; Fazeli et al., 2008)، ولی در مناطق معتدله کشت پاییزه گیاهان به دلیل بروز تنش‌های زمستانه نظیر یخزدگی، استقرار ضعیف گیاهچه، خسارات حاصل از بیماری، آفات و پوشش برف و صدمات ناشی از آن ممکن است منجر به کاهش تولید گردد (Blum, 1988).

تنش یخزدگی از جمله مهمترین تنش‌های زمستانه است که از طریق صدمات شدیدی که به سلول‌ها و بافت‌های گیاهی وارد می‌کند سبب بروز خسارت‌های جبران ناپذیر و حتی گاهی نابودی کامل گیاه زراعی می‌گردد (Mirmohammadi Maibodi & Tarkesh Esfahani, 2004). لذا شناسایی ارقام متحمل به سرما یکی از مهمترین عوامل موفقیت گیاهان در کشت پاییزه است. از آنجایی که ارزیابی ارقام متحمل به سرما در شرایط مزرعه به دلیل عدم امکان

1 و 2- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: nezamiahmad@yahoo.com)

کنترل شدت سرما و نیز عدم وقوع هرساله زمستان‌های مناسب جهت به‌گزینی و همچنین بالا بودن هزینه آزمایش‌ها و طولانی بودن زمان آزمایش، بسیار مشکل و یا غیرممکن است (Gusta et al., 2000). لذا محققان به دنبال آزمون‌هایی هستند که ضمن دارا بودن سهولت، سرعت و اعتبار کافی، قابل تکرار نیز باشند (Rife & Zeinali, 2003; Teutonico et al., 1993; Blum, 1988). در این راستا انواع مختلفی از آزمون‌ها جهت مطالعه اثرات تنش سرما ابداع شده است (Fowler et al., 1981) که کنترل دما را امکان‌پذیر ساخته و این امکان را نیز فراهم می‌سازند تا در طول زمان، تکرار آزمون نیز صورت پذیرد (Gusta & Fowler, 1977). یکی از این روش‌ها اعمال تیمارهای یخ‌زدگی در شرایط کنترل شده و سپس مطالعه درصد بقاء و رشد مجدد گیاه پس از گذشت دوره بازیافت و بررسی صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد برگ و سطح آنها می‌باشد. همچنین از دمای کشنده 50 درصد نمونه‌های گیاهی[1] (LT_{50}) (Nezami et al., 2007; Rashed Mohassel et al., 2009; Bridger et al., 1996.) و نیز دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک[2] ($RDMT_{50}$) بعنوان شاخصی مناسب برای اندازه‌گیری تحمل نسبت به سرما استفاده شده است (Rashed Mohassel et al., 2009). میرزایی اصل و همکاران (Mirzaie Asl et al., 2002) در مطالعه ارزیابی تحمل به سرما در گندم (*Triticum aestivum* L.) همبستگی بالایی را بین LT_{50} حاصل از طوقه‌های گیاهان در شرایط مزرعه با LT_{50} حاصل از گیاهانی که در گلدان کشت شده بودند گزارش کردند. همچنین نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) برای ارزیابی تحمل به یخ‌زدگی در نخود (*Cicer arietinum* L.) و تخمین LT_{50} و $RDMT_{50}$ از شرایط کنترل شده استفاده نموده‌اند. آزمایش حاضر جهت ارزیابی تحمل به یخ زدگی و تعیین LT_{50} و $RDMT_{50}$ ارقام گلرنگ در شرایط کنترل شده اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال 1385 در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجراء درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از پنج رقم پاییزه با نام‌های K.W. 3، K.W. 6، K.W. 16، زرقان 279 و لاین 295 و رقم بهاره-پاییزه IL-111 و شش دمای یخ‌زدگی شامل دمای صفر، 4-، 8-، 12-، 16- و 20- درجه سانتی‌گراد. کشت بذور در اوایل پاییز در گلدان‌های پلاستیکی با قطر 10 سانتیمتر که حاوی نسبت مساوی از خاک مزرعه، خاکبرگ و ماسه بودند انجام شد و در مرحله دو تا سه برگی تعداد گیاهان به پنج عدد در هر گلدان تقلیل یافت. به منظور ایجاد خوسرمایی، گیاهان تا مرحله 7-5 برگی در شرایط آب و هوایی طبیعی رشد یافته و پس از آن تیمارهای یخ‌زدگی بر روی آنها اعمال شد. برای اعمال یخ‌زدگی گلدان‌ها به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش 5 درجه سانتی‌گراد بود و پس از قرار دادن نمونه‌ها با سرعت 2 درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت. به منظور اطمینان از یخ‌زدگی و ایجاد هستک یخ در گیاهچه‌ها، در دمای 2- درجه سانتی‌گراد محلول حاوی باکتری‌های ایجاد کننده هستک یخ روی گیاهان پاشیده شد (Rashed et al., 2009). سپس دما با سرعت 2 درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت تا به دمای مورد نظر هر تیمار رسید. به منظور ایجاد تعادل در دمای محیط، گیاهان به مدت یک ساعت در هریک از دماهای آزمایش باقی مانده و سپس از فریزر خارج شدند. برای جلوگیری از ذوب شدن سریع یخ در گیاهچه‌ها، گلدان‌ها پس از خروج از فریزر به مدت 24 ساعت در اتاقک سرد با دمای 2±4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس گلدان‌ها به محیط طبیعی منتقل شده و پس از سه هفته درصد بقا آنها تعیین شد. درصد بقای گیاهان از طریق شمارش تعداد بوته زنده در هر گلدان و از طریق معادله (1) محاسبه شد:

درصد بقاء = (تعداد گیاهان قبل از اعمال یخ‌زدگی/تعداد گیاهان زنده سه هفته پس از اعمال یخ‌زدگی)×100 معادله (1)

همزمان جهت تعیین بازیافت (رشد مجدد) گیاهان نیز تعداد و سطح برگ و وزن خشک ساقه، برگ و کل بوته اندازه‌گیری شد. درجه حرارت کشنده برای 50 درصد نمونه‌ها و دمای کاهنده 50 درصد وزن بوته‌ها به ترتیب با رسم نمودار درصد بقاء و وزن خشک گیاهان در برابر دماهای یخ‌زدگی تعیین گردید (Rashed et al., 2009).

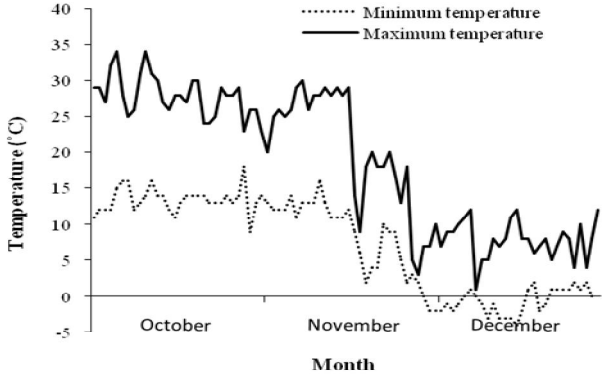
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MINITAB–ver 13 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول 1 آمده است. از نظر درصد بقاء بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول 1) ولی تأثیر دما بر این صفت معنی‌دار ($p<0/01$) بود و با کاهش دما، درصد بقاء کاهش یافت (جدول 3). بیشترین درصد بقاء در تیمار شاهد (صفر درجه سانتی‌گراد) (100 درصد) و کمترین آن در دماهای 16- و 20- درجه سانتی‌گراد (صفر درصد) مشاهده شد (جدول 3). رایف و زینلی (Rife & Zeinali, 2003) نیز در بررسی خود در خصوص تحمل به سرمای سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.) بیان نمودند.

1- Lethal Temperature 50

2- Reduced Dry Matter Temperature 50



شکل 1- درجه حرارت حداقل و حداکثر روزانه در پاییز سال 1385 در شرایط مشهد

Fig. 1- Daily minimum and maximum temperatures in Mashhad conditions during autumn 2006

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد بقاء، تعداد و سطح برگ و وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه در ارقام گلرنگ تحت تأثیر یخزدگی در شرایط کنترل شده

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower genotypes affected by freezing under controlled conditions

وزن خشک Dry weight			سطح برگ	تعداد برگ	درصد بقاء	درجه آزادی	منبع تغییر
گیاه Plant	برگ Leaf	ساقه Stem	Leaf area	Leaf No.	Survival percentage	df	S.O.V.
33122**	15170**	5668.6*	114.2^{ns}	5.0**	83.9^{ns}	5	ژنوتیپ Genotype (G)
381630**	220862**	22724.7*	845.7**	173.1**	34904.0**	5	دما Temperature (T)
7767^{ns}	4599^{ns}	1283.6^{ns}	62.8^{ns}	1.6**	44.2^{ns}	25	ژنوتیپ$\times$ دما G ×T
4798	4431	823.3	73.2	0.8	38.1	72	خطا Error

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

ns, * , ** are non- significant, significant at %5 and %1 level of probability, respectively.

.

جدول2- مقایسه میانگین درصد بقاء، LT_{50}، تعداد و سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه ارقام گلرنگ سه هفته پس از اعمال تیمار یخزدگی

Table 2- Mean comparison of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes three weeks after freezing

وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)			سطح برگ گیاه	تعداد برگ	دمای کشنده 50 درصد گیاهان	درصد بقاء	ژنوتیپ
گیاه Plant	برگ Leaf	ساقه Stem	Leaf area	Leaf number	LT_{50} (°C)	Survival percentage	Genotype
181	139	42	3.7	0.7	-13.4	54.2*	K.W. 3
160	133	27	3.9	0.7	-13.5	56.2	K.W. 6
254	192	62	4.9	0.6	-13.4	56.5	K.W. 16
208	139	70	3.7	0.7	-13.5	58.6	Zarghan279
176	136	39	3.5	1.0	-13.1	52.3	Line 295
129	102	27	4.3	0.7	-13.0	56.1	IL-111
46	44	19	0.58	0.19	0.71	4.1	LSD (%5)

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at α =0.05.

جدول3- مقایسه میانگین درصد بقاء، تعداد و سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه ارقام گلرنگ سه هفته پس از اعمال تیمار یخزدگی

Table 3- Mean comparison of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower in freezing temperatures three weeks after freezing

دمای یخزدگی (°C) Freezing temperatures	درصد بقاء Survival percentage	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ (سانتی‌متر مربع) Leaf area (cm^2)	وزن خشک (میلی‌گرم) Dry weight (mg)		
				ساقه Stem	برگ Leaf	گیاه Plant
0	100.0*	1.1	6.0	14.4	77	285
-4	76.0	1.0	6.3	15.0	75	316
-8	83.1	1.2	6.2	11.8	57	276
-12	74.7	1.0	5.4	10.0	59	233
-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LSD (0.05)	4.1	0.19	0.58	5.7	44	46

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at α =0.05.

جدول 4- تجزیه واریانس صفات LT_{50} و $RDMT_{50}$ گلرنگ تحت شرایط کنترل شده

Table 4- Analysis of variance of LT_{50} and $RDMT_{50}$ of safflower in controlled conditions

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	دمای کشنده 50 درصد گیاهان LT_{50}	دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک $RDMT_{50}$
ژنوتیپ Genotype	5	0.14^{ns}	4.28^{ns}
خطا Error	12	0.16	3.10

ns: غیر معنی‌دار در سطح پنج درصد

ns: non-significant at %5 probability level

با کاهش دما، درصد بقاء گیاه کاهش یافت به طوری کـه از 64 درصد دردمای 6- درجه سانتی‌گراد به 27، 9 و 7 درصد به ترتیب در دماهای 8-، 10- و 12- درجه سانتی‌گراد رسید. عزیزی و همکـاران (Azizi et al., 2007) نیز با مطالعـه درصـد بقـاء ارقـام گنـدم در تیمارهای مختلف یخ زدگی به نتایج مشابهی دست یافتند. همانگونه که در جدول 2 مشاهده می‌شود مقدار LT_{50} برای ارقام مختلف بـین 13- تا 13/5- درجه سانتی‌گراد بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما به لحاظ کمّی مقدار LT_{50} در ژنوتیـپ IL-111 و لایـن 295 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها کمتر بود.

ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری ($p<0/01$) نشـان دادنـد (جـدول 1)، بطوریکـه ژنوتیـپ K.W. 16 بیشترین و لاین 295 کمترین تعداد برگ (به ترتیب 4/9 و 3/5 برگ) را داشتند. همچنین تأثیر دما بر این صـفت معنـی‌دار ($p<0/01$) بـود (جدول 1) و در بین گیاهان زنده کمترین تعداد برگ (5/4 بـرگ) در دمای 12- درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که نسبت به شاهد 10 درصد کمتر بود (جدول 3). در آزمایشی که بر روی ژنوتیـپ‌هـای مختلـف تریتیکاله انجام شد نیز مشاهده گردید که اثر ژنوتیپ بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار بود (Nezami et al., 2010). همچنین تعداد بـرگ در بین تیمارهای دمایی مختلف تفاوت معنی‌داری نشان داد و بیشترین و کمترین تعداد برگ به ترتیب در دمای صفر و 12- درجه سانتیگراد به دست آمد (جدول 3).

تفاوت سطح برگ ژنوتیپ‌های مورد بررسی معنـی‌دار ($p<0/05$) نبود (جدول 1)، ولی تیمارهای دمایی تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ داشتند (جدول 1) و با کاهش دما سطح برگ کاهش یافت، بطـوری که در تیمار دمایی 16- درجه سانتی‌گراد به صفر رسید. با وجود ایـن اختلاف سطح برگ بین تیمارهای دمایی گستره صفر تـا 12- درجـه سانتی‌گراد بـه لحـاظ آمـاری معنـی‌دار نبـود (جـدول 3). عزیـزی و همکاران (Azizi et al., 2007) گزارش کردند که بیشـترین سـطح برگ گندم در تیمار شاهد و 4- درجه سانتی‌گراد (به ترتیـب 11/3 و 10/9 سانتیمتر مربع) به دست آمد و کمترین سطح برگ گیاه نیـز در تیمار دمایی20- درجه سانتی‌گراد حاصل شد.

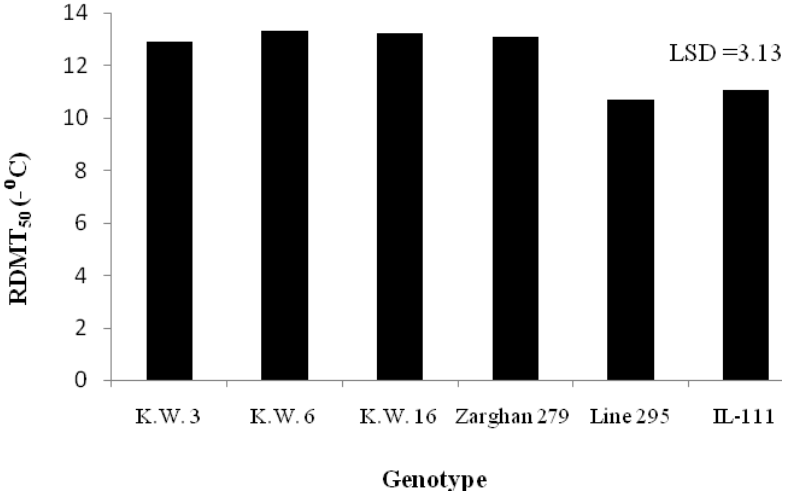
وزن خشک ساقه در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ تفاوت معنـی‌داری داشـت (جـدول 1) و دو رقـم زرقـان 279 و K.W. 16 از بـالاترین میانگین این صفت برخوردار بودند (جدول 2)، درحالیکه کمترین وزن خشک ساقه در دو رقم IL-111 و K.W. 6 مشاهده شد. از نظر تأثیر دما نیز همانگونه که در جدول 3 مشاهده می‌شود، با کاهش دمـا بـه

کمتر از 4- درجه سانتی‌گراد وزن خشک ساقه کاهش یافت، بطوریکه کمترین میزان وزن خشک ساقه در دمای 12- درجه سانتیگراد حاصل شد (24 درصد کاهش نسبت به شاهد).

همانطور که در جدول 2 ملاحظه می‌شود که بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر مقدار وزن خشک گیاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوریکه رقم K.W. 16 و زرقان 279 به ترتیب با 254 و 208 میلی‌گرم بیشترین و رقم IL-111 با 129 میلی‌گرم کمترین وزن خشک گیاه را دارا بودند. افزایش وزن خشک رقم K.W.16 نسبت به سایر ارقام به دلیل بیشتر بودن وزن خشک برگ و ساقه این رقم نسبت به سایر ارقام بوده است، در صورتیکه در رقم زرقان 279 این وضعیت به دلیل وزن خشک بیشتر ساقه در این رقم می‌باشد. از سوی دیگر با وجود اینکه بین ارقام IL-111 و K.W.6 از نظر وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی وزن برگ کمتر در رقم IL-111 منجر به تولید کمترین وزن خشک گیاه در این رقم شده است. نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) نیز با بررسی تحمل به یخزدگی ژنوتیپ‌های نخود دریافتند که پس از گذشت 21 روز از اعمال تنش یخزدگی، ژنوتیپ‌های نخود از نظر وزن خشک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

اثر دما بر وزن خشک گیاه در پایان دوره بازیافت معنی‌دار ($p<0/01$) بود. با وجود اینکه کاهش دما تا 8- درجه سانتیگراد کاهش معنی‌داری در وزن خشک گیاه و اجزاء آن ایجاد نکرد، ولی کاهش دما به 12- درجه سانیتگراد به ترتیب سبب کاهش 23، 16 و 12 درصدی وزن خشک ساقه، برگ و گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. راشد محصل و همکاران (Rashed Mohassel et al., 2009) در بررسی تحمل به یخزدگی دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گزارش کردند که با کاهش دما به پایین‌تر از صفر درجه سانتیگراد، میزان وزن خشک گیاه در تمامی تیمارها کاهش یافت. گریفت و مک‌اینتایر (Griffith & McIntyre, 1993)، اظهار داشتند که بخش هوایی گیاه چاودار (*Secale cereal* L.) در دمای کم، ماده خشک کمتری در خود جمع می‌کند. هکنبای و همکاران (Hekneby et al., 2006) نیز در آزمایش خود در خصوص تحمل به یخزدگی چند ژنوتیپ یونجه (*Medicago* sp.) و شبدر یکساله (*Trifolium* sp.) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

از نظر $RDMT_{50}$ نیز، هرچند که اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود، ولی به لحاظ کمّی پایین‌ترین آن در لاین 295 و رقم IL-111 بدست آمد (شکل 2). نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) در طی مطالعه‌ای بر روی نخود اظهار داشتند که علاوه بر شاخص LT_{50} می‌توان از شاخص $RDMT_{50}$ نیز برای ارزیابی میزان خسارت سرما در گیاه و رشد مجدد آن استفاده نمود. به نظر می‌رسد که کمتر بودن میزان $RDMT_{50}$ در لاین 295 و رقم IL-111 به دلیل خسارت بیشتر تنش یخزدگی بر توانایی رشد مجدد اندام‌های هوایی آنها نسبت به سایر ارقام در مرحله بازیافت بوده است.



شکل 2- دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک ژنوتیپ‌های گلرنگ
Fig. 2- $RDMT_{50}$ of safflower genotypes

نتیجه گیری

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که دماهای یخ زدگی تأثیر زیادی بر درصد بقاء گیاه گلرنگ داشتند و با کاهش دما به پایین‌تر از صفر، درصد بقاء کاهش یافت. گستره دمایی زنده‌مانی ژنوتیپ‌ها بین صفر تا 12- درجه سانتیگراد بود. در این آزمایش ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر درصد بقاء و میزان LT_{50} تفاوت معنی‌داری نداشتند، هرچند که میزان LT_{50} در ژنوتیپ IL-111 و لاین 295 نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها کمتر بود. از نظر وزن خشک بوته نیز کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ IL-111 بود، ضمن اینکه بیشترین مقدار $RDMT_{50}$ نیز در ژنوتیپ مذکور و لاین 295 مشاهده شد. به نظر می‌رسد که در بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی ژنوتیپ IL-111 و لاین 295 به دلیل داشتن LT_{50} و $RDMT_{50}$ بالاتر از تحمل به یخ‌زدگی کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار باشند. در تداوم این‌گونه مطالعات، انجام آزمون‌های تکمیلی در شرایط مزرعه و کنترل شده و تعیین همبستگی نتایج آنها با یکدیگر مفید خواهد بود.

تشکر و سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر در اختیار قرار دادن هزینه‌های این پژوهش در قالب پژوهه شماره 921 پ مورخ 1386/8/23 قدردانی می‌شود. از سرکار خانم مهندس ناقدی‌نیا و خانم مهندس انورخواه نیز به دلیل همکاری در اجرای طرح تشکر می‌شود.

منابع

1- Azizi, H., Nezami, A., Nassiri Mahallati, M., and Khazaie, H.R. 2007. Evaluation of cold tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under controlled conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 109-120. (In Persian with English Summary)
2- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environment. CRC Press, USA. 223 pp.
3- Bridger, G.M., Falk, D.E., Mckersie, B.D., and Smith, D.L. 1996. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. Crop Science 36: 150-157.
4- Fazeli, F., Sadrabadi, R., Zare Faizabadi, A., and Ezat Ahmadi, M. 2008. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) in Rokh plateau. Iranian Journal of Field Crops Research 5:327-332. (In Persian with English Summary)
5- Forouzan, K. 1999. Safflower. Oil Seed Cooperation Publisher. 150 pp. (In Persian)
6- Fowler, D.B., Gusta, L.V., and Tyler, N.J. 1981. Selection for winter hardiness in wheat. III. Screening methods. Crop Science 21: 896-901.
7- Griffith, M., and McIntyre, C.H. 1993. The interrelationship of growth and frost tolerance in winter rye. Plant Physiology 87: 335-344.
8- Gusta, L.V., and Fowler, D.B. 1977. Cold resistance and injury in winter cereals. pp 159-178. In: "H. Mussel and R.C. Staples (eds.) Stress physiology in crop plants. John Wiley and Sons, New York.
9- Gusta, L.V., O'Connor, B.J., Gao, Y.P., and Jana, S. 2001. A re-evaluation of controlled freeze-tests and controlled environment hardening conditions to estimate the winter survival potential of hardy winter wheat. Canadian Journal of Plant Science 80: 241-246.
10- Hekneby, M., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. 2006. Frost resistance and biochemical changes during cold acclimation in different annual legumes. Environmental and Experimental Botany 55: 305-314.
11- Kafi, M., and Rostami, M. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorious* L.) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 121-131. (In Persian with English Summary)
12- Karimi, H. 1996. Field Crops. University of Tehran Press. 387 pp. (In Persian)
13- Mirmohammadi Maibodi, A.M., and Tarkesh Esfahani, S. 2004. Physiological and Breeding Aspects of Cold and Freezing Stress in Crops. Golbon Press. 223 pp .(In Persian)
14- Mirzaie Asl, A., Yazdi Samadi, B., Zali, A., and Sadeghian Motahhar, Y. 2002. Evaluation of cold tolerance of wheat with laboratory methods. Journal of Sciences and Technology of Agricultural and Natural Resources 6: 186-177. (In Persian with English Summary)
15- Mohammadi Nikpour, A., and Koocheki, A. 1999. Effects of sowing date on Growth indices, yield and yield components of safflower. Journal of Agricultural Sciences and Technology 13: 7-15. (In Persian with English Summary)
16- Nezami, A., Soleimani, M.R., Ziaee, M., Ghodsi, M., and Bannayan Aval, M. 2010. Evaluation of freezing tolerance of hexaploid triticale genotypes under controlled conditions. Notulae Scientia Biologicae 2: 114-120.
17- Nezami, A., Bagheri, A., Rahimian, H., Kafi, M., and Nassiri, M. 2007. Evaluation of freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under controlled conditions. Journal of Sciences and Technology of Agricultural and Natural Resources 10: 257-269. (In Persian with English Summary)

18- Rashed Mohassel M.H., Nezami, A., Bagheri, A., Hajmohammadnia, K., and Bannayan, M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel (*Foeniculum vulgar* L.) ecotypes under controlled conditions. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 15: 131-140.
19- Rife, C.L., and Zeinali, H. 2003 .Cold tolerance in oilseed rape over varying acclimation durations. Crop Science 43:96–100.
20- Teutonico, R.A., Palta, J.P., and Osborn, T.C. 1993. In vitro freezing tolerance in relation to winter survival of rapeseed cultivars. Crop Science 33: 103–107.