Archive of SID

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵ (ص ۱۱۷-۱۰۵)

بررسی تحمل سرما در چند رقم انگور و ارتباط آن با بافت‌مردگی جوانه

سعید عشقی[1*] و مسلم کیامرثی[2]
۱ و ۲. استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۸)

چکیده

به‌منظور بررسی میزان تحمل سرما در جوانه‌های انگور آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۸۰ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۴ رقم (ریش‌بابا، سیاه شیراز، عسکری و بواناتی)، ۴ تاریخ نمونه‌برداری (۱۵آذر، ۱۵دی، ۱۵بهمن و ۱۵اسفند سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰) و ۵ دما (۵+، ۷-، ۱۵- ، ۲۲- و۳۰- درجهٔ سلسیوس) بود. از قلمه‌های تک‌گرهٔ این رقم‌ها استفاده شد و ویژگی‌های درصد مرگ جوانه‌های اولین، دومین و سومین میزان نشت‌یونی و LT_{10}، LT_{50} و LT_{90} (دماهای کنترل‌شدهٔ زیر ۰ که باعث مرگ ۱۰درصد، ۵۰درصد و۹۰درصد جوانه‌ها می‌شود) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با کاهش دما به زیر ۰ درجهٔ سلسیوس، درصد بروز مرگ جوانهٔ اولین افزایش یافت. بیش‌ترین مرگ جوانه در رقم سیاه شیراز مشاهده شد. جوانه‌های خفتهٔ رقم سیاه شیراز و عسکری در اثر تیمار دمای پایین بیش‌ترین و رقم ریش‌بابا و بواناتی کم‌ترین آسیب را دیدند. کم‌ترین و بیش‌ترین LT_{50} در ۱۵ آذر به ترتیب در رقم سیاه شیراز (۱۴/۴-) و بواناتی (۱۶/۲-) و در ۱۵ اسفند به ترتیب در رقم سیاه شیراز (۱۰/۱-) و ریش‌بابا (۱۲/۸-) مشاهده گردید. در جمع، رقم‌های ریش‌بابا و بواناتی از تحمل بیشتری و رقم‌های سیاه شیراز و عسکری تحمل کمتری به سرما داشتند.

واژه‌های کلیدی: انگور، دمای پایین، مرگ جوانه، نشت یونی.

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. گیاهی دائمی از تیرهٔ Vitaceae است. این گیاه یکی از مهم‌ترین محصول‌های باغی در کشورهای جهان و ایران است که از دوران قدیم انسان ار آن استفاده کرده است. به نظر می‌رسد کشت‌وکار انگور از مناطق شرقی مدیترانه به غرب گسترش‌یافته است (Buxo, 2008; Valamoti *et al.*, 2007). تحمل سرما در انگور یکی از عامل‌های مهم در گزینش رقم برای تولید محصول در یک منطقهٔ خاص است. تاک‌دار بایستی رقم، مکان و روش‌های کشتی را انتخاب کند که بیش‌ترین سودآوری را همراه با محصول باکیفیت مطلوب داشته باشد. آسیب ناشی از سرمای زیر ۰، در بعضی از تاکستان‌های مناطق مختلف ایران وجود دارد. بنابراین آگاهی از میزان تحمل رقم‌های مختلف نسبت به سرمای زمستانه، می‌تواند در گزینش آن‌ها برای کشت در مناطق مختلف سودمند باشد. تحمل سرمای بافت چوب و جوانهٔ انگور در گونه‌ها و رقم‌ها، متفاوت است. گونهٔ *V. vinifera* که رقم‌های کشور ما را نیز شامل می‌شود، نسبت به برخی گونه‌های دیگر نسبت به سرمای زمستان تحمل کم‌تری دارند و نیاز به تابستان گرم و خشک و زمستان‌های ملایم دارند. گونه‌های آمریکایی تابستان‌های مرطوب و زمستان‌های سرد را تحمل می‌نمایند. محدودهٔ تحمل دمایی این رقم‌ها

* تلفن: ۰۹۱۷۳۱۶۵۳۰۸-۰۷۱۳۲۲۸۷۱۰۳
E-mail: eshghi@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵- تا ۲۰- درجهٔ سلسیوس است (Creasy & Creasy, 2009) اما توزیع جغرافیایی و پراکنش پرورش تاک انگور از زمان‌های قدیم در ایران به‌گونه‌ای بوده که عمده‌ترین مناطق تاک‌داری در نواحی سردسیری واقع شده است. درنتیجه هرساله در اثر سرمای زودهنگام پاییزه، رخداد یخبندان‌های زمستانه و سرمای بهاره، بخش زیادی از توانایی باردهی تاک‌ها از بین می‌رود (Kavoosi, 2010).

سر آغازه‌های گلاذین در جوانه‌های مرکب طی فصل تابستان شکل‌گرفته و پس از مقداری نمو، وارد دورهٔ خفتگی می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که جوانه‌های محتوی سر آغازه‌های اجزای گلاذین تا اواخر پاییز یا اوایل زمستان به نمو و توسعهٔ ساختارظاهری (مورفولوژیکی) خود ادامه می‌دهند و در اواخر پاییز به درجهٔ نسبی بالایی از تحمل سرما می‌رسند، ولی با آغاز رشدونمو در اواخر زمستان، تحملشان را به‌سرعت از دست می‌دهند (Andrews & Proebsting, 1987). آسیب یخزدگی می‌تواند به‌طور چشم‌گیری موجب کاهش عملکرد یا حتی به‌عنوان یک عامل محدودکنندهٔ پرورش انگور در مناطق سردسیر به‌شمار آید (Lynn *et al.*, 2006). نتایج پژوهش Rekika *et al.* (2005) نشان داد تفاوت معنی‌داری در بقاء جوانهٔ اولیهٔ انگور در میان رقم‌ها وجود داشت. جوانهٔ اولیهٔ انگور نسبت به سرما بسیار حساس‌تر از جوانهٔ دومین بوده که نسبت به جوانهٔ سومین تحمل کم‌تری دارد. چوب تاک انگور خیلی متحمل‌تر از جوانهٔ آن است (Odneal, 1984).

ایجاد شرایط تحمل سرما در جوانه همواره پایدار نیست. هرگاه جوانه‌ها در معرض هوای گرم قرار گیرند، به‌سرعت تحمل آن‌ها از بین می‌رود و این حالت از دست دادن تحمل در پوست درختان سیب نیز دیده شده است. چنانچه دما به‌اندازهٔ کافی پایین باشد، جوانه‌ها و پوست هر دو تحمل سرمای خود را دوباره به دست می‌آورند و به‌طورمعمول از بین رفتن تحمل سرما سریع‌تر از تجدید آن صورت می‌گیرد (Kader & Proebesting, 1992). با سپری شدن فصل زمستان و در اوایل بهار، درختان تحمل خود را به‌طور دائم از دست می‌دهند. از بهمن‌ماه به بعد تحمل سرما در سیب از ۵۰- درجه به ۸- درجهٔ سلسیوس کاهش می‌یابد (Quamm, 1978). از بین رفتن تحمل سرما یا درواقع از بین رفتن سازگاری گیاه در هلو و گیلاس در فصل بهار به میزان شایان‌توجهی با افزایش آب جوانهٔ گل بستگی دارد (Kader & Proebesting, 1992). منظور از میزان آب جوانهٔ گل که در میزان تحمل سرما بسیار اهمیت دارد، درواقع آب موجود در بافت اولیهٔ گل و مسیرهای آوندی آن و نه میزان آن در کل جوانهٔ گل است.

انواع متداول آسیب‌های سرمایی که به درختان میوه وارد می‌شود، عبارت‌اند از: آفتاب‌سوختگی زمستانه، شکاف خوردن تنهٔ درختان در اثر یخبندان، مرگ انتهایی شاخه، سیاه شدن چوب شاخه‌ها، از بین رفتن جوانه‌های گل در حال خفتگی در اواسط زمستان، مرگ لایهٔ زاینده در شاخه‌ها و انشعاب‌ها، سیاه شدن آوندهای چوبی، ریزش جوانه‌های گل پیش از باز شدن، ریزش میوه‌ها، آسیب به تنه و بلند شدن خاک و آسیب به طوقهٔ گیاهان است (Weiser, 1970).

بنابراین آگاهی از میزان تحمل رقم‌های مختلف نسبت به سرمای زمستانه، می‌تواند در گزینش آن‌ها برای کشت در مناطق مختلف سودمند باشد. ازآنجاکه وضعیت تحمل سرمای زمستانهٔ برخی رقم‌های کشت‌شدهٔ انگور در استان فارس مشخص نیست، هدف این پژوهش، بررسی میزان تحمل سرمای رقم‌های ریش‌بابا، سیاه شیراز، عسکری و بواناتی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و محل آزمایش

به‌منظور تعیین درجهٔ تحمل سرما در رقم‌های انگور (ریش‌بابا، سیاه شیراز، عسکری و بواناتی) از ۱۵ آذر تا ۱۵ اسفند، هرماه یک‌بار شاخه‌های یک‌ساله از تاکستانی واقع در سعادت شهر، شهرستان پاسارگاد استان فارس گردآوری شدند. شهرستان پاسارگاد از مناطق سردسیر استان فارس است که مرکز آن سعادت‌شهر است، که بین مدارهای ۳۰ تا ۲۰ عرض شمالی و ۵۲/۴۵ تا ۵۳/۳۰ طول شرقی از نصف‌النهار مبدأ قرار دارد. ارتفاع شهرستان از سطح آب‌های آزاد حدود ۱۷۰۰ متر است و ازنظر اقلیمی آب‌وهوای

www.SID.ir

Archive of SID

معتدل مدیترانه‌ای با زمستان‌های به‌نسبت سرد و تابستان‌های معتدل دارد. همچنین دمای کمینهٔ ۱۳- درجهٔ سلسیوس، دمای بیشینهٔ ۳۴ درجهٔ سلسیوس و میانگین بارش منطقه حدود ۴۰۰ میلی‌متر در سال است که بیشتر به‌صورت برف در ارتفاعات و باران در دشت‌ها است (Wikipedia, 2014).

از شاخه‌های یک‌سالهٔ تاک‌های در حال خفتگی، قلمه‌هایی تهیه و به آزمایشگاه فیزیولوژی بخش علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شیراز انتقال داده شدند و به قطعه‌های تک جوانه‌ای تقسیم شدند. در مرحلهٔ بعد، شمار ۲۰ قلمهٔ تک‌گره مربوط به هر تیمار در یک کیسهٔ زیپ‌دار قرار داده شد. سپس کیسه‌ها در ظرف حاوی محلول الکل متانول صنعتی قرار داده شده و در دمای ۱ درجهٔ سلسیوس برای خوگیری قرار داده شدند. برای اعمال تیمار دمای پایین با کاهش تدریجی دما به میزان ۲ درجهٔ سلسیوس در هر ساعت، دما به ۵، ۷-، ۱۵- ، ۲۲- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس رسانده شد. در هر دما نمونه‌ها به میزان ۲۴ ساعت نگهداری و سپس از فریزر خارج و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق آزمایشگاه قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها با دسته‌های ۲۰تایی از هر رقم و از هر تیمار دمایی با تیغ برش داده شدند، جوانه‌هایی که سبز روشن بودند، سالم و زنده و آن‌هایی که بافتشان تیره، قهوه‌ای یا سیاه شده بودند، مرده در نظر گرفته شدند. در این آزمایش ۱۲۰۰ جوانه در هرماه استفاده شد و عامل‌هایی همچون درصد مرگ جوانه‌های اولین، دومین و سومین، میزان نشت یونی و LT10، LT50 و LT90 (دماهای کنترل‌شدهٔ زیر ۰ که به ترتیب باعث مرگ ۱۰درصد، ۵۰درصد و ۹۰درصد جوانه‌ها می‌شود) اندازه‌گیری شدند (Rekika *et al.*, 2005; Lynn *et al.*, 2006).

اندازه‌گیری نشت یونی جوانه‌ها

آغاز لوله‌های آزمایش دربدار در آون در دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس سترون شدند و سپس از جوانهٔ تک گرهٔ انگور که در دماهای مختلف سرمازدگی قرارگرفته بودند، به میزان نیم گرم برش‌های نازک و عرضی تهیه شد. برش‌ها برای برطرف شدن آلودگی‌های سطحی، ۳ مرتبه با آب دو بار تقطیر شستشو شدند، سپس در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر سترون‌شده، در لوله‌های آزمایش دربدار قرار داده شدند. لوله‌های آزمایش حاوی نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در دستگاه لرزا (شیکر) در دمای اتاق (۲۵ درجهٔ سلسیوس) با ۱۰۰rpm قرار داده شدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی(EC) محلول حاوی نمونه‌ها توسط دستگاه ECمتر (Metrohm, Switzerland)، سنجیده شد که درواقع EC_1 نمونه‌ها به دست آمد. سپس نمونه‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس و فشار ۱/۲ اتمسفر قرار داده، پس از سرد شدن نمونه‌ها برای بار دوم هدایت الکتریکی (EC_2) محلول حاوی برش‌های جوانه سنجیده شد (Saltveit, 2002).

برای به‌دست آوردن میزان نشت یون از رابطهٔ زیر استفاده شد:

$$\text{Electrolyte Leakage (EL)} = EC_1/EC_2 \times 100$$

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با ۸۰ تیمار و ۳ تکرار (هر تکرار۲۰ جوانه) انجام‌شده و داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار SPSS سری ۲۰ مورد تجزیهٔ آماری قرار گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

درصد مرگ جوانهٔ اولیه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تأثیر رقم، دما و تاریخ نمونه‌گیری و برهمکنش‌های رقم×دما، رقم×تاریخ نمونه‌گیری، دما×تاریخ نمونه‌گیری و رقم×دما×تاریخ نمونه‌گیری در سطح احتمال ۵درصد بر بروز مرگ جوانهٔ اولین معنی‌دار است (جدول۱).

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که دمای ۷- درجهٔ سلسیوس، بر میزان بروز مرگ جوانهٔ اولیه در سطح احتمال ۵درصد با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول۲). هم‌چنین با پایین‌تر رفتن دمای زیر ۰ درجهٔ سلسیوس، درصد بروز مرگ جوانهٔ اولین افزایش یافت. کم‌ترین و بیش‌ترین مرگ جوانه به ترتیب در دماهای ۷- و۳۰- درجهٔ سلسیوس مشاهده شد. به‌طوری‌که جوانه‌های در حال خفتگی رقم سیاه شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

در تأثیر تیمار سرمادهی بیش‌ترین آسیب و رقم ریش‌بابا و بواناتی کم‌ترین آسیب را دیدند. تیمار دمای ۱۵-، ۲۲- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس در طی ۱۵ آذر و ۱۵ اسفند بیش‌ترین آسیب مرگ جوانهٔ اولیه را روی جوانه‌های همهٔ رقم‌های داشتند و این آسیب روی رقم سیاه شیراز بیش‌تر از رقم‌های دیگر بود (جدول۲).

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس رقم، دما و زمان بر درصد مرگ جوانهٔ اولیهٔ انگور

Table1. Analysis of variance for the cultivar, temperature and time on grapevine primary bud necrosis percent

Source of variation	DF	Sum of Squares	Pr > F
Cultivar	3	0.106	†
Temperature	4	218.1	†
Time	3	0.47	†
Cultivar × Temperature	12	0.02	†
Cultivar × Time	9	0.015	†
Temperature × Time	12	0.205	†
Cultivar × Temperature × Time	36	0.014	†
Error	160	0.04	-

†: در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. †Significant at P = 0.05

جدول۲. تأثیر دماهای پایین بر درصد مرگ جوانهٔ اولیهٔ در حال خفتگی انگور

Table 2. Effect of low temperatures on dormant grapevine primary bud necrosis percent

Time	Temperature C					Average
	-5	-7	-15	-22	-30	
	Rishbaba cultivar					
15 Azar	0k†	3jk	45f	98a	100a	44 C
15 Day	2jk	2jk	8h-k	83bc	100a	
15 Bahman	2jk	3jk	13g-k	59de	100a	
15 Esfand	5ijk	5ijk	65d	89a–c	100a	
	Siyah-e-Shiraz cultivar					
15 Azar	2jk	5ijk	52ef	100a	100a	53 A
15 Day	2jk	3jk	21g	98a	100a	
15 Bahman	3jk	8h-k	20gh	98a	100a	
15 Esfand	8h-k	12g-k	100a	100a	100a	
	Bavanati cultivar					
15 Azar	0 k	6 ijk	44f	89a–c	100a	45 C
15 Day	0 k	0 k	17g–i	79c	100a	
15 Bahman	0 k	0 k	13g-k	83bc	100a	
15 Esfand	0 k	6 ijk	62de	100a	100a	
	Askari cultivar					
15 Azar	0 k	2jk	52ef	94ab	100a	50 B
15 Day	0 k	0 k	14j-g	94ab	100a	
15 Bahman	2 jk	3jk	19gh	97a	100a	
15 Esfand	5i-k	8h-k	100a	100a	100a	
Average	2D	4D	40C	91B	100A	

†: میانگین‌هایی دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. (حروف کوچک برای میانگین‌ها و حروف بزرگ برای میانگین ردیف‌ها و ستون‌ها).

† Means within followed by the same letter are not significantly different with Duncan at P = 0.05.

درصد مرگ جوانهٔ دومین

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تأثیر رقم، دما و تاریخ نمونه‌گیری و برهمکنش‌های رقم×دما، رقم×تاریخ نمونه‌گیری، دما×تاریخ نمونه‌گیری و رقم×دما×تاریخ نمونه‌گیری در سطح احتمال ۵درصد بر بروز درصد مرگ جوانهٔ دومین معنی‌دار است (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. نتایج تجزیهٔ واریانس رقم، دما و زمان بر درصد مرگ جوانهٔ دومین
Table3. Analysis of variance for the cultivar, temperature and time on grapevine secondary bud necrosis percent

Source of variation	DF	Sum of Squares	Pr > F
Cultivar	3	0.093	†
Temperature	4	618.8	†
Time	3	121.1	†
Cultivar × Temperature	12	0.039	†
Cultivar × Time	9	0.018	†
Temperature × Time	12	0.479	†
Cultivar × Temperature × Time	36	0.034	†
Error	160	۰/۰۰۳	–

†: در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. †Significant at P = 0.05

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که دمای ۷- و ۱۵- درجهٔ سلسیوس، بر میزان بروز مرگ جوانهٔ دومین در سطح احتمال ۵درصد با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند به‌جز در ۱۵ اسفند که همهٔ رقم‌های با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول۴). کم‌ترین و بیش‌ترین مرگ جوانه به ترتیب در دماهای ۷- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس مشاهده شد. به‌طوری‌که جوانه‌های در حال خفتگی رقم سیاه شیراز در تأثیر تیمار سرمایی بیش‌ترین آسیب و در رقم بواناتی کم‌ترین آسیب مشاهده شد. تیمار دماهای ۱۵- ، ۲۲- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس در طی ۱۵ اسفند بیش‌ترین آسیب مرگ جوانهٔ دومین را روی جوانه‌های همهٔ رقم‌های داشتند و این آسیب روی رقم سیاه شیراز بیش‌تر از رقم‌های دیگر بود (جدول۴).

جدول ۴. تأثیر دماهای پایین بر درصد مرگ جوانهٔ دومین در حال خفتگی انگور
Table4. Effect of low temperatures on dormant grapevine secondary bud necrosis percent

Time	Temperature C					Average
	-5	-7	-15	-22	-30	
	Rishbaba cultivar					
15 Azar	†0j	0j	2j	2j	97a	33C
15 Day	0j	0j	0j	44f	57d	
15 Bahman	0j	0j	0j	97a	100a	
15 Esfand	0j	2j	51e	100a	100a	
	Siyah-e-Shiraz cultivar					
15 Azar	0j	0j	2j	11i	97a	40A
15 Day	0j	0j	20i	62d	100a	
15 Bahman	0j	0j	20i	100a	100a	
15 Esfand	0j	2j	98a	100a	100a	
	Bavanati cultivar					
15 Azar	0j	0j	0j	17h	98a	31C
15 Day	0j	0j	0j	12hi	100a	
15 Bahman	0j	0j	0j	60d	100a	
15 Esfand	0j	0j	27g	100a	100a	
	Askari cultivar					
15 Azar	0j	0j	0j	29g	100a	
15 Day	0j	0j	0j	29g	100a	
15 Bahman	0j	0j	0j	90b	100a	
15 Esfand	0j	2j	68c	100a	100a	
Average	0D	0D	17C	60B	97A	

†: میانگین‌هایی دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. (حروف کوچک برای میانگین‌ها و حروف بزرگ برای میانگین ردیف‌ها و ستون‌ها).

† Means within followed by the same letter are not significantly different with Duncan at P = 0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزی] واریانس نشان داد که تأثیر رقم، دما و تاریخ نمونه‌گیری و برهمکنش‌های رقم×دما، رقم×تاریخ نمونه‌گیری، دما×تاریخ نمونه‌گیری و رقم×دما×تاریخ نمونه‌گیری در سطح احتمال ۵درصد بر بروز درصد مرگ جوانهٔ سومین معنی‌دار است (جدول۵).

جدول۵. نتایج تجزیهٔ واریانس رقم، دما و زمان بر درصد مرگ جوانهٔ سومین

Table 5. Analysis of variance for the cultivar, temperature and time on grapevine tertiary bud necrosis percent

Source of variation	DF	Sum of Squares	Pr > F
Cultivar	3	0.06	†
Temperature	4	264.6	†
Time	3	968.1	†
Cultivar × Temperature	12	0.063	†
Cultivar × Time	9	0.053	†
Temperature × Time	12	0.672	†
Cultivar × Temperature × Time	36	0.049	†
Error	160	0.002	–

†Significant at P = 0.05

†: در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که دمای ۷- و ۱۵- درجهٔ سلسیوس، بر میزان بروز مرگ جوانهٔ سومین در همهٔ ماه‌ها در سطح احتمال ۵درصد با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند به‌جز در ۱۵ اسفند که رقم‌های سیاه شیراز، عسکری و بواناتی با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۶). کم‌ترین و بیش‌ترین مرگ جوانه به ترتیب در دماهای ۷- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس مشاهده شد. به‌طوری‌که جوانه‌های در حال خفتگی رقم سیاه شیراز در تأثیر تیمار سرما بیش‌ترین و رقم ریش‌بابا کم‌ترین آسیب را دیدند. دماهای ۱۵-، ۲۲- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس در طی ۱۵ اسفند بیش‌ترین آسیب مرگ جوانه را هم در جوانه‌های دومین و هم در سومین و در همهٔ رقم‌ها داشتند و آسیب روی رقم سیاه شیراز بیش‌ترین و ریش‌بابا کم‌ترین بود (جدول۶).

جدول۶. تأثیر دماهای پایین بر درصد مرگ جوانهٔ سومین در حال خفتگی انگور

Table 6. Effect of low temperatures on dormant grapevine tertiary bud necrosis percent

Time	Temperature C					Average
	-5	-7	-15	-22	-30	
	Rishbaba cultivar					
15 Azar	†0i	0i	2i	2i	100a	
15 Day	0i	0i	0i	i۰	13gh	
15 Bahman	0i	0i	0i	46e	73c	
15 Esfand	0i	0i	0i	63d	100a	
	Siyah-e-Shiraz cultivar					
15 Azar	0i	0i	0i	0i	95a	
15 Day	0i	0i	0i	18g	98a	
15 Bahman	0i	0i	0i	86b	100a	
15 Esfand	0i	2i	94a	100a	100a	
	Bavanati cultivar					
15 Azar	0i	0i	0i	8hi	100a	
15 Day	0i	0i	0i	2i	33f	
15 Bahman	0i	0i	0i	2i	100a	
15 Esfand	0i	0i	8hi	100a	100a	
	Askari cultivar					
15 Azar	0i	0i	0i	5hi	100a	
15 Day	0i	0i	0i	5hi	100a	
15 Bahman	0i	0i	0i	78c	100a	
15 Esfand	0i	0i	44e	100a	100a	
Average						

†: میانگین‌هایی دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

† Means within followed by the same letter are not significantly different with Duncan at P = 0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تأثیر رقم، دما و تاریخ نمونه‌گیری و برهمکنش‌های رقم×دما، رقم×تاریخ نمونه‌گیری، دما×تاریخ نمونه‌گیری و رقم×دما×تاریخ نمونه گیری در سطح احتمال ۵درصد بر میزان نشت یونی معنی‌دار بود (جدول۷).

نتایج نشان داد که با کاهش دمای زیر ۰، درصد نشت یونی در بافت جوانه، افزایش یافت به‌طوری‌که کم‌ترین نشت یون در دمای ۷- درجهٔ سلسیوس و بیش‌ترین درصد نشت‌یونی در دمای ۳۰- درجهٔ سلسیوس در همهٔ رقم‌ها بود. همچنین در بین رقم‌ها بیش‌ترین و کم‌ترین نشت‌یونی به ترتیب در رقم عسکری و ریش‌بابا مشاهده شد (جدول۸).

جدول ۷. نتایج تجزیهٔ واریانس رقم، دما و زمان بر میزان نشت یونی جوانهٔ انگور

Table 7. Analysis of variance for the cultivar, temperature and time on electrolyte leakage of grapevine bud

Source of variance	DF	Sum of Squares	Pr > F
Cultivar	3	963.221	†
Temperature	4	850.21337	†
Time	3	583.4571	†
Cultivar × Temperature	12	952.118	†
Cultivar × Time	9	31.229	†
Temperature × Time	12	647754	†
Cultivar × Temperature × Time	36	249.108	†
Error	160	292.6	–

†: در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. †Significant at P = 0.05

جدول ۸. تأثیر دماهای پایین بر درصد نشت یونی جوانهٔ در حال خفتگی انگور

Table 8. Effect of low temperatures on electrolyte leakage percent of dormant grapevine bud

Time	Temperature C					Average
	-5	-7	-15	-22	-30	
	Rishbaba cultivar					
15 Azar	31.58†w-a	27.94z-a	29.09 y-a	63.93 j-m	72.63f-j	50.4 D
15 Day	23.1 a-f	19.27 af	23.03 a-f	60.46 l-o	73.083 f-j	
15 Bahman	42.98 r-v	35.02 ab	39.49 s-x	71.49 f-j	84.68a-d	
15 Esfand	33.76 v-a	38.42 s-y	59.63 l-o	91.92 ab	86.55abc	
	Siyah-e-Shiraz Cultivar					
15 Azar	26.61 a-f	23.36 a-f	34.29v-ab	62.33k-n	71.63 f-j	53.18B
15 Day	40.41 r-x	36.04 t-z	46.56 p-s	73.88 f-i	91.28ab	
15 Bahman	31.07 x-a	32.01w-a	67.97 g-l	90.04 ab	86.82abc	
15 Esfand	44.58 q-t	36.87 t-z	73.88 f-i	54.68nop	73.58f-i	
	Bavanati cultivar					
15 Azar	21.32 a-f	21.37 a-f	24.81a-f	65.02i-m	68.63g-l	52.08C
15 Day	40.84 r-w	34.52v-ab	38.6s-y	70.91f-k	87.41abc	
15 Bahman	32.04 w-ad	35.53t-aa	49.19pqr	83.24b-e	84.66a-d	
15 Esfand	49.19pqr	37.21s-z	78.54c-f	58.02mno	75.58e-h	
	Askari cultivar					
15 Azar	49.19pqr	37.21s-z	78.54 c-f	58.02mno	75.58e-h	54.98A
15 Day	24.21a-f	23.38a-f	26.02 a-f	52.04opq	68.46g-l	
15 Bahman	44.52q-u	37.28s-z	44.58q-t	73.28 f-i	86.58abc	
15 Esfand	36.74 t-z	41.06r-w	66.22 h-m	93.18a	83.25b-e	
Average	35.13D	32.24E	46.54C	69.93B	79.46A	

†: میانگین‌هایی دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. (حروف کوچک برای میانگین‌ها و حروف بزرگ برای میانگین ردیف‌ها و ستون‌ها).

† Means within followed by the same letter are not significantly different with Duncan at P = 0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد تحمل سرما بر پایهٔ قهوه‌ای شدن بافت پس از یخ‌زدگی کنترل‌شده

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که LT_{50} (دمایی که در آن ۵۰ درصد جوانه‌ها از بین می‌رود) در ۱۵ آذر و ۱۵ اسفند، بین همهٔ رقم‌ها در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۹). کم‌ترین و بیش‌ترین LT_{50} در ۱۵ آذر به ترتیب در رقم سیاه شیراز (۱۴/۴-) و بواناتی (۱۶/۲-) و در ۱۵ اسفند به ترتیب در رقم سیاه شیراز (۱۰/۱-) و ریش‌بابا (۱۲/۸-) مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که LT_{50} در ۱۵ دی و ۱۵ بهمن، بین همهٔ رقم‌ها در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۹). کم‌ترین و بیش‌ترین LT_{50} در ۱۵ دی به ترتیب در رقم سیاه شیراز (۱۷/۴-) و بواناتی (۲۰/۲-) و در ۱۵ بهمن به ترتیب در رقم سیاه شیراز(۱۷/۳-) و ریش‌بابا (۱۸/۵-) مشاهده شد (جدول ۹).

جدول ۹. دماهای کنترل‌شدهٔ پایین که باعث مرگ ۱۰درصد، ۵۰درصد و ۹۰درصد (LT_{10}، LT_{50} و LT_{90}) جوانه‌های ولین رقم‌های انگور از ۱۵ آذر تا ۱۵ اسفند می‌شود

Table 9. Controlled low temperature that cause 10, 50 and 90% grapevine primary bud necrosis from 15 Azar to 15 Esfand

Time / Cultivar	15 Azar			15 Day			15 Bahman			15 Esfand		
	LT_{90}	LT_{50}	LT_{10}	LT_{10}	LT_{10}	LT_{10}	LT_{90}	LT_{50}	LT_{50}	LT_{90}	LT_{50}	LT_{10}
Rishbaba	-20.5b-f	-15.4c-e	-11.7c-e†	-11.7c-e†	-13.8e	-13.8e	-21.6d-f	-18.5fg	-15.4c-e	-18.1bc	-12.8a-c	-9.5bc
Siyah-e-Shiraz	-18.4b-d	-14.4b-d	-9.3bc	-9.3bc	-12.2de	-12.2de	-20.2b-e	-17.3d-g	-14.4b-d	-13.4a	-10.1a	-6.2a
Bavanati	-21.6d-f	-16.2d-f	-12.3de	-12.3 de	-16.4f	-16.4f	-23ef	-19.9g	-16.2d-f	-17.2b	-12.5ab	-10bc
Asgari	-19.4b-d	-14.5b-d	-10.6b-d	-10.6b-d	-12.5de	-12.5 de	-۲۱/۴c-f	-18.3fg	-14.5b-d	-13.7a	-10.8a	-8.7b

†: میانگین‌های دارای حرف مشترک بر پایهٔ آزمون دانکن در سطح ۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

†Means within followed by the same letter are not significantly different with Duncan at P = 0.05.

بحث

همان‌طورکه در جدول۲ نشان داده شد، دماهای ۱۵-، ۲۲- و ۳۰- درجهٔ سلسیوس باعث از بین رفتن جوانه‌های انگور شدند، رقم‌های سیاه شیراز و بواناتی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین آسیب را دیدند و در ماه‌های آذر و اسفند آسیب وارده بسیار زیاد و در دی و بهمن‌ماه آسیب کم‌تری مشاهده شد. پیش از ایجاد تحمل دمای پائین در گیاه باید رشد فعال آن متوقف شود. در درختان میوه توقف رشد به‌طور هم‌زمان در همهٔ بخش‌ها صورت نمی‌گیرد. برخی از شاخه‌های قوی تا آخر تابستان یا اوایل پائیز به رشد خود ادامه می‌دهند. باور بر این است که فعالیت بافت‌های زنده، آغاز در پیرامون درختان و سرانجام در تنه و محل انشعاب شاخه‌ها متوقف می‌شود (Callan, 1990). سن درخت، حاصل‌خیزی و رطوبت خاک، تنظیم‌کننده‌های رشد و دمای فصل پائیز، می‌توانند زمان توقف رشد را تغییر دهند. هرگاه سرما و یخبندان‌های زودرس در پاییز و زمستان وجود داشته باشند، بافت‌هایی که دیرتر از دیگر بافت‌ها به خواب می‌روند، دچار آسیب بیش‌تری خواهند شد (Howell & Weiser, 1970).

سرآغازه‌های اجزای گل درون جوانه‌ها تا اواخر پاییز یا اوایل زمستان به نمو و توسعهٔ ساختارظاهری خود ادامه می‌دهند. در اواخر پاییز جوانه‌های گل به درجهٔ بالایی از تحمل سرما می‌رسند، ولی به علت طبیعت دوگانه‌ای که جوانه‌های زایشی انگور دارند، همچنان به‌عنوان اندام‌های در حال نمو در نظر گرفته می‌شوند، بنابراین هنگامی‌که هوا گرم شد و دما به حد مرزی رشد (۱۰ درجهٔ سلسیوس) می‌رسد، آن‌ها مقاومتشان را به‌سرعت از دست می‌دهند (Westwood, 1993).

در اواخر پاییز جوانه‌های گل در درختان میوه به درجهٔ بالایی از تحمل سرما می‌رسند. یافته‌های این پژوهش نیز به این نتیجه دست یافت، زیرا در ماه‌های دی و بهمن کم‌ترین آسیب به جوانه‌ها حتی در دماهای ۱۵- درجهٔ سلسیوس وارد شده است، که این نتایج توسط Andrews & Proebsting (1987) در

www.SID.ir

Archive of SID

گیلاس و Pakkish (2010) در پسته نیز به‌دست‌آمده است. Andrews & Proebsting (1987) تأثیر دما در افزایش تحمل سرما در جوانه‌های گل گیلاس را بررسی کردند. آنان میزان تحمل سرمای جوانه‌ها را از راه گسترش ظرفیت آن‌ها به سرمای بیش‌ازحد اندازه‌گیری کردند، در زمان آزمایش، دمای باغ در هنگام روز ۲۰ درجهٔ سلسیوس و در شب ۱۱ درجهٔ سلسیوس بود، جوانه‌هایی که در محفظهٔ کنترل‌شده‌ای که دمای آن در روز ۱۵ درجهٔ سلسیوس و در شب ۵ درجهٔ سلسیوس بود، قرار گرفتند، ظهور مرگ جوانه‌ها چهار هفته زودتر آغاز شد ولی هنگامی‌که دمای این محفظه‌ها در روز ۳۰ درجهٔ سلسیوس و در شب ۲۰ درجهٔ سلسیوس انتخاب شد، ظهور مرگ جوانه‌ها در حدود دو هفته در مقایسه با جوانه‌هایی که در معرض هوای طبیعی محیط بودند، به تأخیر افتاد. بنابراین چنین نتیجه‌گیری کردند که افزایش تحمل جوانه‌های گل به سرمای بیش‌ازحد، وابسته به دماست. بنابراین گونه‌های مختلف درختان میوه ازلحاظ توسعهٔ تحمل سرما در فصل پاییز، تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند. درختان گیلاس حدود ۱ تا ۲ هفته زودتر از هلو تحمل خود را برای تحمل سرمای سخت، افزایش می‌دهند. در بین رقم‌های انگور، رقم‌های بواناتی و ریش‌بابا زودتر از دیگر رقم‌های خود را آمادهٔ رویارویی سرمای سخت می‌کنند، زیرا در آذرماه هنگامی‌که جوانه‌های رقم‌های انگور تحت تنش دماهای پایین قرار گرفتند، رقم بواناتی و ریش‌بابا، آسیب کم‌تری نسبت به دیگران دیدند و در سطح ۵ درصد آزمون دانکن با آن‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند که این با نتایج Andrews & Proebsting (1987) و Pakkish (2010) همخوانی دارد. دمای ۷- درجهٔ سلسیوس سبب ایجاد آسیب در ۳-۲ درصد جوانه‌های اولیه شد و زمانی که دما به ۱۵- درجهٔ سلسیوس کاهش یافت، ۳۰ تا ۴۰ درصد جوانه‌ها از بین رفتند و در ۲۲- درجه این آسیب به بیش از ۹۰ درصد افزایش یافت. بنابراین با تغییر دما به میزان ۵ تا ۱۰ درجهٔ سلسیوس در طول فصل خفتگی ممکن است آسیب از ۱۰ به ۹۰ درصد افزایش یابد که با یافته‌های Pakkish (2010) در تحمل سرمای پسته همخوانی دارد.

غشاء یاخته در هنگام تنش از حالت انعطاف‌پذیری (مایع-بلور) به یک ساختار ژل-جامد تبدیل می‌شود، زیرا چربی‌های غشاء (مانند فسفولیپیدها) در یک دمای بحرانی سخت می‌شوند و این تغییر حالت موجب ایجاد شکاف و درزهایی می‌شود که افزایش نشت غشاء را به دنبال دارد. این تأثیر فوری بر نفوذ غشاء موجب اختلال در موازنهٔ یون و همچنین نشت یون می‌شود. افزایش در نفوذپذیری و نشت یون نشان‌دهندهٔ سرمازدگی و آسیب به غشاء یاخته است (Saltveit, 2000). نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نیز نشان داد که هر چه تیمار دماهای زیر ۰ درجهٔ سلسیوس کاهش می‌یابد، میزان نشت یون نیز افزایش می‌یابد و این نشان‌دهندهٔ آن است که غشاء در تأثیر دماهای زیر ۰ آسیب‌دیده و با بافت‌مردگی جوانه ارتباط نزدیکی دارند و همبستگی مثبتی نشان داده به‌طوری‌که هر چه دما بیشتر کاهش یابد، نشت یون و مرگ جوانه نیز افزایش می‌یابد.

میوه‌هایی مانند لیمو، گریپ‌فروت، خیار، هندوانه و کدو هنگامی‌که تحت تأثیر تنش سرمازدگی قرار می‌گیرند، یک افزایش ناگهانی در نشت یون آن‌ها مشاهده می‌شود ولی اگر تنش و مدت‌زمان آن زیاد نباشد و گیاه یا میوه دوباره در شرایط مناسب قرار گیرد، نشت یون در آن کاهش می‌یابد. بنابراین نشت یون شاخص اولیهٔ مناسبی برای تعیین آسیب تنش‌ها نیست، البته همان‌طورکه گفته شد، این در صورتی است که میزان و شدت تنش کم باشد. زیرا هنگامی‌که گیاه یا میوه تحت تنش قرار می‌گیرد، تغییرهای فیزیولوژیکی در آن‌ها به وجود می‌آید، نتیجهٔ تغییرهای فیزیولوژیکی ممکن است به‌صورت آسیب‌های درجهٔ اول و دوم بروز کنند (Tripathi *et al.*, 2006). آسیب‌های درجهٔ اول یک چند اختلال‌هایی هستند که در فعالیت‌های سوخت‌وسازی (متابولیسمی) به‌صورت موقتی ایجاد می‌شوند و به‌طورمعمول در صورت برطرف شدن عامل تنش‌زا قابل برگشت هستند و آسیب‌های درجهٔ دوم اختلال‌های سوخت‌وسازی هستند که به‌طورمعمول پس از رفع کامل تنش به حالت اولیه برنمی‌گردند (Tripathi *et al.*, 2006).

www.SID.ir

Archive of SID

به‌هرحال، بسیاری از پژوهشگران براین باورند که آهنگ نشت یون‌ها از غشای محصول‌های حساس به دماهای پائین، نتیجهٔ شرایط تنشی این دماهاست، بنابر نتایج آزمایش رقم بواناتی و سیاه شیراز به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان نشت یون را نشان داد. هرچه میزان نشت یون در گیاه تحت تنش کمتر باشد، نشان‌دهندهٔ این است که حساسیت غشاء یاخته‌های آن به تنش کمتر است و برعکس (Saltveit, 2000).

همان‌طورکه در نتایج آزمایش مشخص‌شده، ۱۵ دی و ۱۵ بهمن کم‌ترین و ۱۵ آذر و ۱۵ اسفند بیش‌ترین نشت یون در قلمه‌ها دیده شد. همچنین اشاره شد که در ماه‌های دی و بهمن غشاء یاخته استحکام بیش‌تری داشته است تا ماه‌های دیگر زیرا یاخته‌ها در خفتگی عمیق هستند که این نتایج با یافته‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (Dwivedi & Dwivedi, 2005; Uemuri *et al*., 2006).

تاک انگور بایستی دست‌خوش تغییرپذیری‌های زیست‌شیمیایی برای رویارویی با سرما شود. همچنین انگور در انتهای فصل رشد برای رویارویی با یخبندان، باید به‌طور کامل به مرحلهٔ بلوغ برسد. بااین‌وجود، اندام‌های مختلف در یک تاک انگور ازنظر تحمل سرما متفاوت بوده که در جوانه‌های مرکب انگور جوانهٔ اولیه که جوانهٔ بارور به‌شمار می‌آید، نسبت به جوانه‌های دومین به سرما حساس‌ترند و نتایج این پژوهش این موضوع را به‌طور قوی تأیید کرد. هم‌چنین نتایج پژوهش نشان داد که انگور رقم ریش‌بابا و بواناتی تا دمای ۱۵- درجهٔ سلسیوس به‌ویژه در ۱۵دی و ۱۵ بهمن‌ماه که در خفتگی عمیق قرار دارند، متحمل‌اند و کم‌ترین درصد مرگ جوانهٔ اولیه نسبت به سیاه شیراز و عسکری را داشتند. از دمای ۱۵- درجهٔ سلسیوس پایین‌تر، درصد بروز مرگ جوانهٔ اولیه افزایش یافت و این افزایش همراه با بروز ناهنجاری در جوانهٔ دومین با شدت کم‌تر بود.

همچنین با افزایش میزان نشت یونی، بروز مرگ جوانهٔ اولیه، دومین و سومین نیز افزایش یافت که با نتایج Tafazoli & Beyl (1993)، و همچنین Kavoosi (2010) مطابقت داشت. آسیب ندیدن در دمای ۷- و به میزان کم‌تر در دمای ۱۵- درجهٔ سلسیوس به دلیل تشکیل بلورهای یخ در آوند چوبی یا در آپوپلاست بوده اما در دمای پایین‌تر از آن، بلورهای یخ درون یاخته‌های اشعهٔ مغزی و انتهایی (مریستمی) تشکیل می‌شوند. هرچند فرآیند خوگیری در اندام‌های انگور به‌خوبی روشن نیست، اما همراه با کاهش میزان آب بافت و افزایش غلظت مواد محلول، نفوذپذیری غشاء و پایداری دمایی آنزیم‌ها مؤثر است (Mullins *et al*., 1992).

آسیب ناشی از سرمای زمستانه در همهٔ اندام‌های تاک انگور همچون جوانه، شاخهٔ یک‌ساله و ریشه رخ می‌دهد اما جوانه از حساس‌ترین اندام‌ها به‌شمار می‌آید (Quamme *et al*., 1973). نشان داده‌شده است که جوانه‌ها و شاخه‌های یک‌سالهٔ تاک انگور، از سازوکار فراخنکی (super cooling) نیز برای تحمل سرما استفاده می‌کنند. در رقم‌های مختلف، به‌طورمعمول از طریق کشیدن آب درون‌یاخته‌ای و تغییر ساختار مولکولی از تشکیل بلورهای یخ جلوگیری می‌کنند (Wolf & Cook, 1992).

در پژوهشی که توسط Howell (2000) انجام شد، مشخص شد که بافت سر آغازه‌ها در جوانهٔ خفتهٔ تاک انگور، با جلوگیری از تشکیل بلور یخ با سازوکار انجماد سریع، سرما را تحمل می‌کنند. دیگر بافت‌ها با افزایش ظرفیت تحمل تشکیل بلور یخ در بافت و افزایش غلظت مواد محلول درون‌یاخته‌ای، پایدار می‌مانند. به دلیل سازوکارهای مختلف رویارویی با یخزدگی، بافت‌ها ازنظر میزان تحمل به یخزدگی متفاوت‌اند. ازنظر تحمل سرما، بافت‌های چوبی همچون تنه، بازوها و شاخه‌های یک‌ساله نسبت به جوانه و ریشه مقاوم‌ترند. در مقایسه بافت‌های مختلف چوبی انگور، بافت کامبیوم آوندی آخرین بافت آسیب‌دیده به سرما است و به دنبال آن بافت آوند چوبی جوان، بافت چوبی پیر و بافت آوند آبکش خواهد بود.

گونه‌ها و رقم‌های انگور بر پایهٔ ویژگی‌های ژنتیکی توارثی، یک دامنهٔ گسترده‌ای از توانایی تحمل به سرما دارند. اما پایهٔ ژنتیکی برای تحمل به سرما در شرایط محیطی قرار می‌گیرد. عملیات مدیریتی ضعیف در تاکستان می‌تواند موجب جلوگیری از فرآیند خوگیری و درنتیجه کاهش تحمل سرما شود. اما در مقابل، عمل

www.SID.ir

Archive of SID

خوگیری می‌تواند با مدیریت درست همچون در معرض نور قرار گرفتن شاخه‌ها و برگ‌ها تسریع یابد زیرا بافت پریدرم به‌خوبی توسعه‌یافته و محتوای نسبی آب کاهش می‌یابد (Mullins *et al.*, 1992). آسیب ناشی از سرمای زیر صفر، در بعضی از مناطق کشور ایران در تاکستان‌ها وجود دارد. بنابراین آگاهی از توانایی و قابلیت رقم‌های مختلف نسبت به سرمای زمستانه، می‌تواند در گزینش آن‌ها برای کشت در مناطق مختلف سودمند باشد.

هنگامی‌که تحمل سرمای گیاه افزایش می‌یابد، تنها چند درجه اختلاف در دما می‌تواند تعیین کند که میزان آسیب جوانه‌ها کم (۱۰ درصد) یا در حد بسیار گسترده (۹۰درصد تلفات) باشد. در پژوهش انجام‌شده به‌وسیلهٔ Proebsting & Mills (1972) درصد جوانه‌های گلی را که در هلوی رقم آلبرتا زنده مانده بودند و میزان انحراف از دمای موردنیاز برای تلفات ۵۰ درصد جوانه (LT_{50})، را تعیین شد. تنها در ۴ درجهٔ سلسیوس بیش از دمای LT_{50}، ۹۰ درصد از جوانه‌های گل زنده مانده بودند و تنها با کاهش ۳ درجهٔ سلسیوس از LT_{50}، همهٔ جوانه‌ها از بین رفتند که در این پژوهش، نیز چنین نتایجی در مورد رقم‌های انگور مشاهده شد و رقم‌ها بر پایهٔ LT_{10}، LT_{50} و LT_{90} (دماهایی که باعث مرگ ۱۰درصد، ۵۰درصد و ۹۰درصد جوانه‌ها می‌شود که به‌وسیلهٔ قهوه‌ای یا سیاه شدن بافت تعیین می‌شود) به نیمهٔ حساس (سیاه شیراز و عسکری) و نیمهٔ مقاوم (ریش‌بابا و بواناتی) طبقه‌بندی شدند. LT_{50} در ۱۵ آذر برای جوانه‌ها از ۱۴/۴- تا ۱۶/۲- درجهٔ سلسیوس، در ۱۵ بهمن از ۱۷/۳- تا ۱۹/۹- و در ۱۵ اسفند از ۱۰/۱- تا ۱۲/۸- اندازه‌گیری شد. تفاوت در LT_{50} بین ۱۵ آذر و ۱۵ بهمن نشان‌دهندهٔ سازگاری جوانه‌ها برای کاهش آسیب ناشی از سرمازدگی است (Aslani *et al.*, 2010). این نتایج با دیگر بررسی‌های تحمل سرما همسویی دارد (Wolf & Warren, 2000; Aslani *et al.*, 2010).

اگر شاخه‌های سیب به مدت ۷ روز در معرض دماهای مختلف قرار گیرند و سرعت از بین رفتن تحمل سرما در آن‌ها تعیین شود، با کاهش دما مقاومتشان کاهش می‌یابد (Quamm *et al.*, 1973) و در طی فصل خفتگی، چنانچه دما به‌اندازهٔ کافی پایین باشد، جوانه‌ها و پوست هر دو تحمل سرمای خود را دوباره به‌دست می‌آورند. چنین حالتی در طی ماه‌های بهمن و اسفند در رقم‌های تجاری پسته در کرمان، دیده شده است، به‌طوری‌که جوانه‌ها و چوبی که در این هنگام برای بررسی تحمل سرما تحت تنش دمای پایین قرار گرفتند، مشخص کرد که مقاومتشان به سرما کاهش‌یافته و درصورتی‌که در آذر و دی‌ماه که در خفتگی عمیق بودند و دما هم پایین بوده در برابر تنش سرما مقاومت بیش‌تری داشتند، بنابراین از بین رفتن تحمل سرما سریع‌تر از تجدید تحمل سرما صورت می‌گیرد (Andrews & Proebsting, 1987).

با سپری شدن زمان در فصل زمستان و به‌ویژه در طی فصل بهار، درختان مقاومت خود را به‌طور دائم از دست می‌دهند. طی مدت دو ماه از بهمن‌ماه به بعد تحمل سرمای سیب از ۵۰- به ۸- درجهٔ سلسیوس کاهش می‌یابد، از بین رفتن تحمل سرما یا درواقع از بین رفتن سازگاری درختان میوه در فصل بهار به میزان شایان‌توجهی با افزایش میزان آب در جوانه‌های گل بستگی دارد (Welling, 2003) که همانند چنین نتایجی، در آزمایش تحمل سرما در رقم‌های انگور نیز مشاهده شد، بنابر نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، میزان مقاومت جوانه‌های رقم‌های انگور در ۱۵ اسفند کاهش یافت.

بنابراین عامل از بین رفتن جوانه‌های درختان میوه در طی تنش دماهای پایین تشکیل بلورهای یخ است که باعث از بین بردن غشاهای یاخته و مرگ یاخته می‌شوند، بافت‌ها برحسب میزان مواد محلول موجود در یاخته‌های خود در دماهای پایین خنک می‌شوند. آب موجود در بین یاخته‌ها و عناصر چوبی غیرزنده منجمد می‌شوند. یخ در بیرون از یاخته تشکیل می‌شود، یخ تشکیل‌شده با سرعت زیادی درون بافت منتشر می‌شود و به میزان شایان‌توجهی گرما تولید می‌کند. بافت‌ها، پس از آنکه آب موجود در آن‌ها به‌آسانی منجمد شد، بیش‌تر از پیش سرد می‌شوند، در پاسخ به کمبود فشار بخار به‌وجودآمده در فضای برون یاخته‌ای آب از درون پروتوپلاست به هسته‌های یخ

www.SID.ir

Archive of SID

موجود در فضای بیرون یاخته تغییر مکان می‌دهد، ممکن است در ادامه کاهش دمای بافت و حرکت پیوسته و آهسته آب از پروتوپلاست به‌طرف هسته‌های یخ، منحنی‌های گرمازای (Exotherm) دیگری نیز رخ دهد. یاخته‌ها پلاسمولیز می‌شوند و مواد محلول در یاخته‌ها متمرکز می‌شوند، در یک نقطه، حرکت آب به بیرون یاخته متوقف شده، آخرین اگزوترم مشاهده می‌شود و به‌احتمال یخ درون‌یاخته تشکیل شده است و درنهایت پروتوپلاسم دانه‌دانه شده و مرگ رخ می‌دهد (Westwood, 1993; Welling, 2003). بنابراین روند مرگ یاخته‌های جوانه بدین‌صورت انجام می‌شود که در رقم‌های حساس به یخ‌زدگی این مراحل در دماهای بالاتری صورت می‌گیرد، مانند انگور سیاه شیراز و عسکری و در رقم‌های مقاوم‌تر مانند ریش‌بابا و بواناتی در دماهای پایین‌تری یاخته‌ها می‌میرند.

بنابراین، این‌که درختان میوه در طی ماه‌های شهریور و مهر، مقاومت ناچیزی به دماهای پایین دارند، به خاطر ناتوانی آن‌ها در فراخنکی است و این قابلیت در ماه‌های آبان، آذر و دی به وجود می‌آید، به‌عنوان‌مثال، آلو قابلیت فراخنکی خود را در اواخر دی‌ماه، هلو و زردآلو نیز گاهی قابلیت فراخنکی خود را در بین ماه‌های بهمن و اسفند از دست داده و آلبالو گاهی تا اواخر اسفند این قابلیت را حفظ می‌کند. بنابراین علت این‌که درختان میوه در طی اواخر پاییز و اوایل زمستان مقاوم‌تر به سرما هستند، به خاطر توانایی داشتن فراخنکی‌شان است (Quamme, 1983; Cappiello & Dunham, 1994) این نتایج با یافته‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش همسانی زیادی داشت.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی مشخص شد که دمای بحرانی برای تحمل رقم‌های انگور برای LT_{10} دمای ۱۰- درجهٔ سلسیوس و LT_{50} دمای ۱۵- درجهٔ سلسیوس است. رقم‌های سیاه شیراز و عسکری ازلحاظ تحمل سرما، حساس‌تر از بواناتی و ریش‌بابا بودند که در دماهای بالاتری آسیب دیدند.

REFERENCES

1. Andrews, P.K. & Proebsting, E.L. (1987). Effects of temperature on the deep supercooling characteristics of dormant and deacclimating sweet cherry flower buds. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 112(2), 334-340.
2. Aslani, A.A., Vahdati, K., Rahemi, M., Hassani, D. & Leslie, C. (2010). Supercooling and cold-hardiness of acclimated and deacclimated buds and stems of Persian walnut cultivars and selections. *HortScience*, 45(11), 1162-1167.
3. Buxo, R. (2008). The agricultural consequences of colonial contacts on the Iberian Peninsula in the first millennium BC. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 145-154.
4. Callan, N.W. (1990). Dormancy effects on supercooling in deacclimated 'Meteor' trat cherry flower buds. *Journal of American Society Horticultural Science*, 115(6), 982-986.
5. Cappiello, P.E. & Dunham, S.W. (1994). Seasonal variation in low temperature tolerance of *Vaccinium angustifolium* Ait. *HortScience*, 29(4), 302-304.
6. Creasy, G.L. & Creasy, L.L. (2009). *Grapes*. CABI, Cabbridge, USA. 295p.
7. Dwivedi, P. & Dwivedi, R.S. (2005). *Physiology of abiotic stress in plants*. Agrobios Jodhpur (India). ISBN 10: 8177542478 . 354p.
8. George, M.F., Becwar, M.R. & Burke, M.J. (1982). Freezing avoidance by deep under cooling of tissue water-hardy plants. *Cryobiology*, 19, 628-639.
9. Howell, G.S. & Weiser, C.J. (1970). Fluctuations in the cold resistance of apple twing during spring dehardening. *Journal of American Society Horticultural Science*, 92(2), 190-192.
10. Howell, G.S. (2000). Grapevine cold hardiness: mechanism of cold acclimation, mid-winter hardiness maintenance and spring deacclimation. Proceeding of the ASEV 50th Anniversary Meeting, Seattle, Washington, 35-48.
11. Kader, S.A. & Proebesting, E. (1992). Freezing behavior of *Prunus*, subgenus *padus*, flower buds. *Journal of American Society Horticultural Science*, 117(6), 95-960.
12. Kavoosi, B. (2010). *Biological and histological changes during growth and development of bud in grapevine* (*Vitis vinifera* L.) *in relation to bud necrosis*. Ph.D. Thesis. College of Agriculture. Shiraz University, Iran. (in Farsi)
13. Lynn, J.M., Ferguson, J.C. & Markus, K. (2006). Cold- hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57,194 -200.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Mullins, M.G., Bouqute, A. & Williams, L.E. (1992). *Biology of the Grapevine*. New York, USA. Cambridge University Press. 239.
15. Odneal, M.B. (1984). Cold hardiness of grapes. A Guide for Missouri Growers. State Fruit Experiment Station of MSU, Mountain Grove, Missouri 65711-9252. http://mtngrv.missouristate.edu Bulletin No. 41.
16. Pakkish, Z. (2010). *Evaluating cold tolerance, physical and biochemical changes during dormancy and determination of heat requirement in pistachio* (*Pistacia vera* L.) *cultivars*. Ph.D. Thesis. College of Agriculture. Shiraz University, Iran. 273p.
17. Proebsting, E.L. & Mills, H.H. (1978). A synoptic analysis of peach and cherry flower bud hardiness. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 103(6), 842-845.
18. Quamme, H., Weiser, C.J. & Stushnoff, C. (1973). The mechanism of freezing injury in xylem of winter apple twings. *Plant Physiology*, 57, 237-277.
19. Quamm, H.A. (1978). Mechanism of supercooling in overwintering peach flower buds. *Journal of American Society Horticultural Science*, 103(1), 57-61.
20. Rekika, D., Cousineau, J., Levasseur, A., Richer, C., Fisher, H. & Khanizadeh, S. (2005). The use of a bud freezing technique to determine the hardiness of 20 grape genotypes. *Small Fruits Review*, 4(l), 3-9.
21. Saltveit, M.E. (2002). The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 26, 295-304.
22. Tafazoli, E. & Beyl, C. (1993). Changes in endogenous abscisic acid and cold hardiness in *Actinidia* treated with Triazole growth retardants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 12, 79-83.
23. Tripathi, R.D., Kulshrreshta, K., Ahmad, P.E., Agrawal, M., Krupa, S., Varshney, C.K. & Pushpagadam, P. (2006). *Plant response to environmental strees*. International Book Distrbuting Co. 320.
24. Uemuri, M., Tominago, Y., Nakagawara, C., Shigematsu, S., Minami, A. & Kawamura, Y. (2006). Responses of the plasma to low temperatures. *Plant Physiology*, 126, 81-89.
25. Weiser, C.J. (1970). Cold resistance and acclimation in woody plants. *HortScience*, 5,403-408.
26. Welling, A. (2003). Overwintering in woody plants, involvement of ABA and dehydrins. University of Helsinki, Finland. pp. 1-59.
27. Westwood, M.N. (1993). *Temperate zone pomology*. Freeman and Co Timer Press. Organ. 482.
28. Wikipedia. (2014). Pasargad. fa.wikipedia.org.
29. Winkler, A.J. (1962). *General viticulture*. University of California Press. Berkeleh. 633.
30. Wolf, T.K. & Warren, M.K. (1995). Shoot growth rate and shoot density affect bud necrosis of 'Riesling' grapevines. *Journal of American Society Horticultural Science*, 120, 989-996.
31. Wolf, T.K. & Cook, M.K. (1992). Seasonal deacclimation patterns of three grape cultivars at constant, warm temperature. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43,171-179.
32. Valamoti, S.M., Mangafa, M., Koukouli-Chrysanthaki, C. & Malamidou, D. (2007). Grape-pressings from northern Greece: the earliest wine in the Aegean? *Antiquity*, 81, 54-61.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 47, No. 1, Spring 2016

Investigation of Cold-hardiness in some Grapevine cultivars and its Relation to Bud Necrosis

Saeid Eshghi[1*] and Moslem Kiamarsi[2]
1, 2. Professor and Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
(Received: Feb. 5, 2014 - Accepted: Nov. 29, 2014)

ABSTRACT

This research was carried out to investigate the cold-hardiness of grapevine buds in a factorial experiment base on completely randomized design (CRD) with 80 treatments and three replications. Treatments included four cultivars (Rish-Baba, Siyah-e-Shiraz, Askari and Bavanati), four sampling dates (6th Dec, 5th Jan, 4th Feb and 6th Mar 2009 and 2010) and low temperature levels (+5, -7, -15, -22 and -30°C). Results indicated that with the decrease of temperature, incidence of bud necrosis increased. Dormant buds of Siyah-e-Shiraz and Askari were most injured by low temperature, whereas, the rate of injury was lower in cvs Rish-Baba and Bavanati cultivars. The lowest and highest LT_{50} were observed on 6th December in Siyah-e-Shiraz (-14.4°C) and Bavanati (-16.2°C) and Rish-Baba on 6th March in Siyah-e-Shiraz (-10.1°C) and Rish-Baba (-12.8°C), respectively. In general, Rish-Baba and Bavanati were the most tolerant and Siyah-e-Shiraz and Askari were the most susceptible grape cultivars.

Keywords: bud necrosis, electrolyte leakage, grapevine, low temperature.

* Corresponding author E-mail: eshghi@shirazu.ac.ir Tel: +98 713 2287103; +98 917 3165308

www.SID.ir