



به‌نژادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۷۷-۱۸۹

غربالگری تحمل به سرمای زمستانه ۲۲ رقم تاک در استان کردستان

روح‌اله کریمی^{۱*}، احمد ارشادی^۲، فرهاد کریمی^۳

۱. استادیار گروه مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر

۲. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. مربی، بخش باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سنندج

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۰۶

چکیده

به منظور بررسی تحمل به سرما و تغییرات کربوهیدرات‌های محلول و محتوای آب جوانه و شاخه یکساله ۲۲ رقم تاک، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان در دی و اسفند ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد. بعد از اعمال تیمارهای سرما (۱۰- تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد)، مقادیر LT_{50} ارقام با استفاده از روش نشت یونی و قهوه‌ای شدن سنجیده شد. ارقام از نظر تحمل به سرما در هر دو مرحله نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری با هم داشتند ($P \leq 0.01$). همبستگی بالایی بین تحمل به سرمای برآورد شده با هر دو روش نشت یونی و قهوه‌ای شدن وجود داشت. براساس مقادیر LT_{50} اندازه‌گیری شده با روش نشت یونی در دی ماه، بیشترین تحمل به سرمای جوانه در رقم 'بول‌مسکه' (LT_{50} برابر ۲۶/۵- درجه سانتی-گراد) و کمترین تحمل به سرما در رقم 'گون‌کله‌باب' (LT_{50} برابر ۲۰/۸- درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد. براساس مقادیر LT_{50} جوانه اندازه‌گیری شده با روش نشت یونی در این مرحله ارقام به سه دسته تقسیم شدند: (۱) ارقام متحمل به سرما (LT_{50} برابر ۲۵- تا ۲۷-) شامل 'بول‌مسکه'، 'سرقله'، 'خلیلی'، 'بیدانه‌قرمز' و 'فخری‌زودرس'؛ (۲) ارقام نیمه متحمل (LT_{50} برابر ۲۳- تا ۲۵-) شامل 'شرشره'، 'شاهی'، 'شیرازی'، 'گزنه‌ای'، 'رشه'، 'تبرزه'، 'بیدانه‌سفید'، 'نفتی'، 'ملایی' و 'فخری‌دیررس'؛ و (۳) ارقام با تحمل کمتر (LT_{50} برابر ۲۱- تا ۲۳-) شامل 'صاحبی'، 'لعل'، 'صحنه‌ای'، 'عسگری'، 'مره‌ای'، 'ریش‌بابا' و 'گون‌کله‌باب'. برخلاف مقدار کربوهیدرات‌های محلول، محتوای آب جوانه در ارقام متحمل به سرما کمتر از ارقام دیگر بود. این امر تأییدی بر ارتباط بین آب‌کشیدگی جوانه و تجمع کربوهیدرات‌ها با تحمل به سرمای تاک می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: انگور، تحمل یخ‌زدگی، تنش سرما، سازگاری به سرما

مقدمه

سرمازدگی یکی از مهمترین عوامل کاهش‌دهنده محصول باغات تاک^۱ در اقلیم‌های سرد به شمار می‌رود که در برخی سال‌ها باعث تحمیل زیان‌های اقتصادی کلانی به تاک‌داران می‌شود. به عنوان مثال، افت شدید دما در زمستان سال ۱۳۸۶، ضمن کاهش ۲۰ درصدی محصول تاکستان‌ها، منجر به تنزل جایگاه جهانی تولید انگور کشور از رتبه هفتم به نهم شد [۴]. میزان تحمل به یخ‌زدگی و سازگاری به آن در بین گونه‌ها، ارقام و اکوتیپ‌ها متفاوت است که این امر نشان‌دهنده تغییرات ژنتیکی تحمل به سرما و سازگاری ژنتیکی به آب و هوای منطقه می‌باشد [۱۳]. بیشتر ارقام تاک اروپایی نیاز سرمایی کمی (۵۰۰-۱۰۰ ساعت) دارند و زودگلدهی آن باعث تحمیل صدمات یخ‌زدگی به این گونه می‌شود [۸، ۱۴ و ۱۵]. سازگاری به سرما مستلزم تغییر در جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سلول‌ها از قبیل کاهش محتوای آب بافت‌ها، افزایش محتوای پروتئین‌های محلول، فنول کل و تنظیم‌کننده‌های اسمزی از قبیل کربوهیدرات‌های محلول و پرولین است که همزمان با کاهش تدریجی دما در گیاهان ایجاد می‌شود [۴، ۹، ۱۰ و ۲۴]. افزایش در محتوای کربوهیدرات‌های محلول ارتباط تنگاتنگی با افزایش تحمل یخ‌زدگی جوانه تاک دارد [۱۱، ۱۵، ۲۴ و ۳۲]. در انگور تیمارهای سرمایی باعث افزایش مقدار کربوهیدرات‌های محلول و پرولین در جوانه‌ها می‌شود [۱، ۱۵ و ۲۴].

تحمل یخ‌زدگی در درختان میوه با استفاده از شاخص دمای ۵۰ درصد کشدگی تعیین می‌شود [۳۱]. یکی از راه‌های ممکن برای اندازه‌گیری LT₅₀ جوانه و شاخه‌های تاک طی فصل رکود، اعمال تنش سرمایی مصنوعی است که با سنجش دقیق دمای بافت‌ها و زنده‌مانی آنها، امکان

1. *Vitis vinifera* L.

اندازه‌گیری سریع تحمل یخ‌زدگی در ارقام جدید و باغ‌های احداث شده تحت تأثیر عوامل محیطی و عملیات‌های باغی مختلف را فراهم می‌کند. اعمال تنش سرما در شرایط آزمایشگاه یکی از راهکارهای سودمند برای ارزیابی تحمل به سرما در گیاهان است [۴ و ۱۶]. پس از تنش سرما، اندازه‌گیری درصد نشت یونی بافت‌ها به عنوان یک شاخص مناسب برای تخمین سلامت و تراوایی غشاء است [۱۵ و ۱۶] که توسط محققین مختلف برای ارزیابی تحمل به سرمای گیاهان استفاده شده است [۲، ۴، ۹ و ۲۴]. در تحقیقی با استفاده از روش نشت یونی، تحمل به سرمای ۲۵ رقم وحشی تاک ارزیابی شد [۳۲]. قهوه‌ای شدن اکسایشی بافت‌های شاخه و جوانه یک شاخص چشمی قابل اطمینان برای ارزیابی خسارت سرمایی در تاک است [۴، ۷، ۱۹ و ۲۲]. با استفاده از روش قهوه‌ای شدن جوانه، زنده‌مانی جوانه اولیه ۲۰ رقم تاک را بررسی و تحمل به سرمای پاییزه این ارقام مشخص شد [۲۲]. در مطالعه‌ای تحمل به سرمای ۶۶ ژنوتیپ تاک با استفاده از روش قهوه‌ای شدن اکسایشی جوانه بررسی شد که طی آن بیشترین تحمل به سرما مربوط به هیبریدهای درون‌گونه‌ای تاک آمریکایی و هیبریدهای منشاء گرفته از تاک اروپایی و تاک آمریکایی بود [۱۶]. در کنار این روش‌های ارزیابی، بررسی روند تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مرتبط با سرما می‌تواند برای تحلیل جامع‌تر ظرفیت تحمل بافت‌های گیاهان از جمله تاک به تنش یخ‌زدگی در یک منطقه معین مورد استفاده قرار گیرد [۵ و ۱۰].

روش‌های مختلفی برای کاهش یا کنترل خسارت سرمازدگی در باغات وجود دارد. استفاده از ارقام مقاوم یکی از راهکارهای منطقی و کم‌هزینه برای تولید پایدار محصولات باغبانی می‌باشد [۴ و ۳۱]. غربالگری ارقام بومی براساس تحمل به سرما و شناخت مکانیسم‌های درگیر در آن یکی از اولویت‌های مهم در برنامه‌های

به‌نژادی و به‌زراعی تاک در مناطق سردسیر می‌باشد. استان کردستان به دلیل داشتن ژرم پلاسما غنی، یکی از مناطق مستعد برای شناسایی ارقام متحمل به سرما در تاک و استفاده از آنها به عنوان گزینه‌های اصلاحی اولویت‌دار با هدف معرفی ارقام متحمل به سرما می‌باشد که تاکنون به طور جدی مورد توجه پژوهشگران تاک قرار نگرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی تحمل به سرمای زمستانه ۲۲ رقم تاک کشت شده در استان کردستان با استفاده از دو روش اندازه‌گیری نشت یونی و قهوه‌ای شدن اکسایشی جوانه و شاخه یکساله در ماه‌های دی و اسفند می‌باشد. همچنین برخی شاخص‌های فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به سرما از قبیل کربوهیدرات‌های محلول و محتوای آب نیز در تمامی ارقام طی این مراحل اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل دو بوته تاک) روی ۲۲ رقم تجاری تاک شامل 'بول‌مسکه'، 'بی‌دانه‌سفید'، 'بی‌دانه قرمز'، 'تبرزه'، 'خلیلی'، 'رشه'، 'ریش‌بابا'، 'سرقوله'، 'شاهینی'، 'شرشره'، 'شیرازی'، 'صاحبی'، 'صحنه‌ای'، 'عسکری'، 'فخری‌دیررس'، 'فخری‌زودرس'، 'گزنه‌ای'، 'گون‌کله‌باب'، 'لعل'، 'ملایی'، 'مره‌ای' و 'نفتی' از باغ مادری واقع در کلکسیون انگور مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان و طی دو مرحله زمانی (۱۵ دی و ۱۰ اسفند) در زمستان سال ۱۳۹۰ انجام شد. بوته‌های سالم و با رشد یکنواخت انتخاب شده و در هر مرحله به ازای هر تیمار دمایی از اطراف بوته‌ها پنج شاخه به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر از گره‌های میانی شاخه‌های یکساله انتخاب و جمع‌آوری شد. شاخه‌ها پس از علامت‌گذاری، درون حوله کاغذی مرطوب پیچیده شده و بلافاصله با یخدان یونولیتی

برای ارزیابی‌های بعدی به آزمایشگاه تحقیقات باغبانی دانشگاه بوعلی سینا واقع در شهر همدان منتقل شدند. به منظور حذف آلودگی‌های سطحی، شاخه‌های یکساله با آب مقطر شستشو شدند. پس از حذف رطوبت اضافی با دستمال حوله‌ای، پنج شاخه از هر رقم درون کیسه‌های فریزر مجزا گذاشته و در معرض تیمارهای سرمایی مختلف در یک اتاقک سرماساز ترموگرایان (ساخت شرکت کیمیا ره‌آورد، تهران) قرار داده شدند. تیمارهای سرمایی براساس دمای پیش‌تیمار، سه روز قبل از شروع آزمایش اصلی تعیین شد که در دی و اسفند ماه شامل ۱۰-، ۱۵-، ۲۰-، ۲۵- و ۳۰- درجه سانتی‌گراد بود. دمای شروع تیمار سرمایی براساس میانگین دمای محیط در روز نمونه‌برداری تعیین و روند کاهش دمای اتاقک سرماساز ۲ درجه سانتی-گراد در هر ساعت بود. نمونه‌های شاخه به مدت ۷۵ دقیقه در تیمار نهایی سرما نگه داشته شده و سپس از دستگاه خارج شدند. نمونه‌های شاهد به مدت پنج ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا نشت پایه ارقام اندازه‌گیری شده و در محاسبه درصد نشت یونی لحاظ شود [۴]. تیمارهای سرمایی برای روش نشت یونی و قهوه‌ای شدن مشابه بود.

برای ارزیابی تحمل به سرمای ارقام براساس روش نشت یونی، بعد از اعمال تیمارهای سرمایی، شاخه‌ها از اتاقک سرماساز خارج و به منظور ذوب شدن تدریجی ابتدا دو ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و سپس سه ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. سپس از شاخه‌های اختصاص یافته به هر تیمار دمایی پنج جوانه و پنج قطعه شاخه یک سانتی‌متری با چاقوی تیز جدا و به صورت جداگانه در قوطی‌های ۷۰ میلی‌لیتری حاوی ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر غوطه‌ور شد [۴]. قوطی‌ها به مدت ۲۰ ساعت روی شیکر با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. پس از این مدت هدایت الکتریکی آنها با استفاده

به جوانه و شاخه‌های سالم تعیین شد. تحمل به سرما براساس شاخص LT₅₀ (در مورد نشت یونی، دمایی که در آن ۵۰ درصد نشت یونی کامل اتفاق می‌افتد. در مورد روش قهوه‌ای شدن، دمایی که در آن ۵۰ درصد نمونه‌ها قهوه‌ای رنگ می‌شوند) با استفاده از نرم‌افزار Excel تعیین شد.

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول ابتدا ۰/۵ گرم از پودر جوانه و شاخه یکساله خشک شده در آون با استفاده از پنج میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی ساییده و قسمت بالای محلول جدا گردید. این عمل دو بار دیگر با پنج میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد نیز تکرار شد. پس از سانتریفیوژ (۱۵ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه)، بخش رو شناور برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول استفاده شد. ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی با سه میلی‌لیتر آنترون (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردید. برای شروع واکنش رنگ‌گیری، لوله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد [۳۰]. بعد از سرد شدن، میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، ساخت استرالیا) در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت شد. مقدار کربوهیدرات‌های محلول براساس منحنی استاندارد گلوکز تعیین و به صورت میلی‌گرم در گرم وزن خشک بیان شد. برای اندازه‌گیری محتوای آب، شاخه‌های یکساله تاک‌ها جمع‌آوری و جوانه و قطعات شاخه‌های واقع در گره‌های میانی آنها جدا شد. وزن جوانه‌ها قبل و بعد از قرار دادن در آون تعیین شد. محتوای آب جوانه‌ها و شاخه‌ها براساس درصد وزن تر محاسبه شد [۲۷]. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام شد. مقادیر LT₅₀ بدون علامت منفی تجزیه شد.

از دستگاه هدایت‌سنج (مدل کوند ۷۲۰، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد (EC₁). لوله‌های آزمایش حاوی نمونه‌های گیاهی در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه گذاشته و پس از سرد شدن نمونه‌ها مجدداً هدایت الکتریکی آنها اندازه‌گیری شد (EC₂). هدایت الکتریکی پایه نمونه‌های گیاهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نیز سنجیده شد (EC_C). درصد نشت یونی نسبی (REL) با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد [۱۶ و ۲۱]:

رابطه (۱)

$$REL (\%) = [(EC_1 - EC_C / EC_2 - EC_C) \times 100]$$

برای ارزیابی تحمل به سرمای ارقام براساس روش قهوه‌ای شدن اکسایشی، نمونه‌های سرمادیده به صورت جداگانه در داخل کیسه‌های پلاستیکی به مدت یک هفته در دمای اتاق و محیط تاریک قرار داده شدند. این شرایط باعث اکسید شدن مواد محلول و ترکیبات فنولی نشت شده از بافت‌های جوانه در اثر تنش یخ‌زدگی می‌شود. برای ارزیابی خسارت یخ‌زدگی، به طور تصادفی تعداد ۱۵ جوانه از هر رقم در هر تیمار دمایی از شاخه‌های سرما دیده برش داده شد. با استفاده از تیغ اسکالپل تیز از انتهای جوانه‌ها تا ظهور جوانه اولیه برش‌گیری شد. در نهایت میزان خسارت سرما در مقطع عرضی جوانه اولیه با استفاده از بینوکولر (بزرگنمایی ۴۰) با بررسی میزان قهوه‌ای یا نکروزه شدن آن ارزیابی شد [۲۵]. ارزیابی بدین صورت انجام گرفت که جوانه‌های اولیه‌ای که رنگ سبز داشتند، به عنوان جوانه سالم و آنهایی که ظاهری قهوه‌ای، کهربایی یا تیره داشتند، به عنوان جوانه مرده تلقی شدند [۷ و ۲۸]. برای اندازه‌گیری تحمل به سرمای شاخه‌های یکساله نیز برش‌های طولی و عرضی از آنها تهیه و باتوجه به رنگ آنها ارزیابی شد. درصد جوانه‌ها و شاخه‌های آسیب دیده در هر رقم و تیمار سرمایی با تقسیم جوانه و شاخه‌های مرده

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارقام از نظر مقادیر LT_{50} اندازه‌گیری شده با روش نشت یونی در هر یک از مراحل نمونه‌برداری با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند (جدول ۱).

براساس روش نشت یونی، میانگین مقادیر LT_{50} برآورد شده در جوانه تمامی ارقام در دی و اسفند به ترتیب ۲۳/۵- و ۱۹/۸- درجه سانتی‌گراد بود، درحالی‌که میانگین مقادیر LT_{50} برآورد شده در شاخه یکساله ارقام در این مراحل به ترتیب ۲۸/۲- و ۲۲/۷- درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲). براساس مقادیر LT_{50} اندازه‌گیری شده با روش نشت یونی، بیشترین تحمل به سرما جوانه در 'رقم بول‌مسکه' ($LT_{50} = -26/5^{\circ}C$) و کمترین تحمل به سرما در رقم 'گون‌کله‌باب' ($LT_{50} = -20/8^{\circ}C$) مشاهده شد (جدول ۲). براساس مقادیر LT_{50} جوانه اندازه‌گیری شده با روش نشت یونی در این مرحله ارقام به سه دسته تقسیم شدند: ۱) ارقام متحمل به سرما ($LT_{50} = -27^{\circ}C$ تا $-25^{\circ}C$) شامل 'بول‌مسکه'، 'سرقوله'، 'خلیلی'، 'بیدانه‌قرمز' و

'فخری‌زودرس'، ۲) ارقام نیمه متحمل ($-25^{\circ}C$ تا $-23^{\circ}C$) شامل 'شرشره'، 'شاهینی'، 'شیرازی'، 'گزنه‌ای'، 'رشه'، 'تبرزه'، 'بیدانه‌سفید'، 'نفتی'، 'ملایی' و 'فخری‌دیررس'، و ۳) ارقام با تحمل کمتر ($-23^{\circ}C$ تا $-21^{\circ}C$) شامل 'صاحبی'، 'لعل'، 'صحنه‌ای'، 'عسگری'، 'مره‌ای'، 'ریش‌بابا' و 'گون‌کله‌باب' (جدول ۲).

مقادیر اندازه‌گیری شده LT_{50} شاخه یکساله نیز به خوبی توانست ارقام را براساس میزان تحمل‌شان به یخ‌زدگی از هم تفکیک نماید. البته در این مرحله نمونه‌برداری مقادیر LT_{50} شاخه یکساله به طور میانگین ۴/۷- درجه پایین‌تر از مقادیر LT_{50} جوانه بود. براساس مقادیر LT_{50} اندازه‌گیری شده شاخه یکساله، به‌جز ارقام 'بول‌مسکه'، 'سرقوله' و 'فخری‌زودرس' که در دمای کمتر از ۳۰- درجه سانتی‌گراد به دمای ۵۰ درصد کشندگی رسیدند، LT_{50} سایر ارقام در محدوده ۲۵- تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد قرار داشت که البته بین ارقام از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس مقادیر LT_{50} برآورد شده با روش نشت یونی و قهوه‌ای شدن در ۲۲ رقم تاک استان کردستان.

میانگین مربعات مقادیر LT ₅₀								درجه آزادی	منابع تغییرات
قهوه‌ای شدن اکسایشی				نشت یونی					
شاخه یکساله		جوانه		شاخه یکساله		جوانه			
دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند		
۵/۲**	۶/۶**	۵/۸۲**	۶/۷**	۷/۰۲**	۶/۶۷**	۶/۱۱**	۹/۱۸**	۲۱	تیمار
۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۹۲	۱/۰۳	۱/۲۳	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۹۷	۴۴	خطا
۴/۱	۴/۷۵	۳/۳۹	۴/۴۷	۵/۶۸	۶/۱۴	۳/۹	۵/۴۲	-	ضریب تغییرات (%)

** - معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

روح‌اله کریمی و همکاران

جدول ۲. مقایسه میانگین مقادیر LT₅₀ برآورد شده به روش نشت یونی در جوانه و شاخه یکساله ۲۲ رقم تاک استان کردستان.

ارقام تاک	مقادیر LT ₅₀ براساس روش نشت یونی (°C)				مقادیر LT ₅₀ براساس روش قهوه‌ای شدن اکسایشی (°C)			
	شاخه یکساله		جوانه		شاخه یکساله		جوانه	
	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند
بول‌مسکه	۳۱/۱ ^a	۲۵/۷ ^a	۲۶/۵ ^a	۲۲/۹ ^a	۲۷/۵ ^a	۲۱/۸ ^a	۲۳/۴ ^a	۱۸/۸ ^a
بیدانه‌سفید	۲۷/۸ ^{cd}	۲۳/۱ ^c	۲۳/۴ ^d	۲۰/۱ ^c	۲۳/۸ ^f	۱۷/۹ ^{de}	۱۸/۹ ^{fg}	۱۵/۹ ^c
بیدانه‌قرمز	۲۸/۷ ^b	۲۴/۶ ^{ab}	۲۵/۱ ^b	۲۱/۶ ^b	۲۴/۷ ^{bcd}	۲۰/۵ ^b	۲۰/۱ ^{de}	۱۷/۳ ^b
تبرزه	۲۸/۴ ^{bc}	۲۲/۷ ^c	۲۳/۴ ^{cd}	۱۹/۸ ^c	۲۴/۵ ^{de}	۱۹/۱ ^c	۱۹/۷ ^e	۱۵/۵ ^{cd}
خلیلی	۲۹/۵ ^a	۲۴/۹ ^{ab}	۲۵/۲ ^b	۲۱/۹ ^b	۲۵/۶ ^{bc}	۲۰/۶ ^b	۲۰/۷ ^d	۱۷/۷ ^b
رشه	۲۸/۶ ^b	۲۲/۹ ^c	۲۳/۶ ^{cd}	۲۰/۰ ^c	۲۴/۷ ^{bcd}	۱۹/۱ ^c	۱۹/۶ ^e	۱۶/۰ ^c
ریش بابا	۲۵/۸ ^g	۱۹/۸ ^h	۲۱/۴ ^g	۱۷/۱ ^h	۲۱/۶ ⁱ	۱۵/۰ ⁱ	۱۶/۹ ⁱ	۱۳/۰ ^h
سرقوله	۳۰/۵ ^a	۲۴/۸ ^{ab}	۲۵/۵ ^b	۲۱/۸ ^b	۲۶/۴ ^{ab}	۲۰/۷ ^b	۲۲/۱ ^b	۱۷/۵ ^b
شاهینی	۲۸/۵ ^{bc}	۲۲/۵ ^{cd}	۲۳/۷ ^c	۱۹/۴ ^{cd}	۲۴/۵ ^{de}	۱۷/۳ ^f	۱۹/۲ ^f	۱۵/۲ ^{def}
شرشره	۲۸/۳ ^{bcd}	۲۲/۹ ^c	۲۳/۹ ^c	۱۹/۶ ^{cd}	۲۴/۱ ^{ef}	۱۷/۱ ^f	۱۹/۴ ^{ef}	۱۵/۴ ^d
شیرازی	۲۸/۷ ^b	۲۲/۹ ^c	۲۳/۷ ^c	۲۰/۱ ^c	۲۴/۷ ^{cd}	۱۹/۲ ^c	۲۰/۶ ^d	۱۵/۶ ^{cd}
صاحبی	۲۷/۲ ^e	۲۱/۶ ^f	۲۲/۹ ^{de}	۱۸/۷ ^e	۲۳/۱ ^g	۱۶/۵ ^g	۱۸/۵ ^g	۱۴/۵ ^f
صحنه‌ای	۲۷/۱ ^e	۲۱/۳ ^{fg}	۲۲/۶ ^f	۱۸/۳ ^f	۲۲/۹ ^{gh}	۱۶/۱ ^{gh}	۱۸/۱ ^{gh}	۱۴/۱ ^{fg}
عسکری	۲۷/۱ ^e	۲۱/۵ ^f	۲۲/۵ ^f	۱۸/۲ ^f	۲۳/۱ ^g	۱۶/۰ ^{gh}	۱۸/۰ ^{gh}	۱۴/۰ ^{fg}
فخری‌دیررس	۲۸/۰ ^{bcd}	۲۲/۳ ^{cde}	۲۳/۰ ^e	۱۹/۴ ^d	۲۴/۰ ^{ef}	۱۸/۷ ^{cd}	۱۹/۷ ^e	۱۵/۱ ^{de}
فخری‌زودرس	۳۰/۰ ^a	۲۴/۵ ^{ab}	۲۵/۰ ^b	۲۱/۶ ^b	۲۶/۱ ^b	۲۰/۶ ^b	۲۱/۶ ^{bc}	۱۷/۷ ^b
گون‌کله‌باب	۲۶/۲ ^f	۲۰/۵ ^g	۲۰/۸ ^h	۱۷/۶ ^{fg}	۲۲/۲ ^{hi}	۱۶/۳ ^{gh}	۱۷/۸ ^h	۱۳/۶ ^g
گزنده‌ای	۲۸/۷ ^b	۲۲/۶ ^{cd}	۲۳/۷ ^c	۲۰/۱ ^c	۲۴/۹ ^{bcd}	۱۸/۷ ^{cd}	۲۰/۲ ^{de}	۱۶/۰ ^c
لعل	۲۷/۰ ^{ef}	۲۲/۴ ^{cd}	۲۲/۷ ^f	۱۹/۴ ^d	۲۲/۹ ^{gh}	۱۷/۰ ^f	۱۸/۲ ^{gh}	۱۵/۲ ^{def}
ملایی	۲۸/۱ ^{cd}	۲۲/۴ ^{cd}	۲۳/۱ ^{de}	۱۹/۵ ^{cd}	۲۴/۲ ^{de}	۱۸/۵ ^d	۱۹/۹ ^{de}	۱۵/۶ ^{de}
مره‌ای	۲۶/۵ ^f	۲۰/۸ ^g	۲۱/۵ ^f	۱۷/۹ ^{fg}	۲۲/۷ ^{gh}	۱۷/۱ ^f	۱۸/۲ ^{gh}	۱۳/۸ ^{fg}
نفتی	۲۷/۳ ^e	۲۲/۹ ^c	۲۳/۲ ^d	۱۹/۹ ^c	۲۳/۰ ^g	۱۸/۰ ^{de}	۱۸/۷ ^{fg}	۱۵/۷ ^{cd}
میانگین	۲۸/۲	۲۲/۷	۲۳/۵	۱۹/۸	۲۴/۲	۱۶/۱	۱۹/۵	۱۵/۶

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری در سطح پنج درصد هستند.

به‌نشادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

تحمل به سرمای جوانه و شاخه یکساله ارقام در اسفندماه به طور میانگین به ترتیب ۳/۷ و ۵/۵ درجه سانتی-گراد کاهش یافت (جدول ۲). ارقام حساس به سرما در این مرحله براساس مقادیر LT_{50} جوانه شامل 'صاحبی'، 'صحنه‌ای'، 'عسگری'، 'مره‌ای'، 'کله‌باب' و 'ریش‌بابا' در محدوده دمایی ۱۷- تا ۱۹- درجه سانتی‌گراد دمای ۵۰ درصد کشندگی را تجربه کردند، درحالی‌که این شاخص تحمل به سرما در سایر ارقام در محدوده دمایی ۱۹- تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۲). براساس مقادیر LT_{50} شاخه یکساله در اسفندماه بیشترین و کمترین تحمل به سرما به ترتیب در ارقام 'بول‌مسکه' ($-25/7^{\circ}C$) = LT_{50} و 'ریش‌بابا' ($-19/8^{\circ}C$) = LT_{50} مشاهده شد.

تحمل به سرمای ارقام تاک با استفاده از روش قهوه‌ای شدن اکسایشی در دو مرحله دی و اسفند ماه نیز ارزیابی شد. اختلاف معنی‌داری بین تحمل به سرمای جوانه و شاخه یکساله ارقام در این دو مرحله ارزیابی مشاهده شد ($P \leq 0/01$) (جدول ۱). بالاترین تحمل به سرمای جوانه ($LT_{50} \leq -22^{\circ}C$) در مرحله دی‌ماه مربوط به ارقام 'بول‌مسکه' و 'سرقوله' بود. شاخص LT_{50} جوانه در ارقام 'فخری زودرس'، 'خلیلی'، 'گزنه‌ای'، 'شیرازی' و 'بیدانه قرمز' در محدوده دمایی ۲۰- تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد به دست آمد، درحالی‌که این شاخص در جوانه ارقام 'کله‌باب' و 'ریش‌بابا' در محدوده دمایی ۱۶- تا ۱۸- درجه سانتی-گراد و در جوانه سایر ارقام در محدوده ۱۸- تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد به وقوع پیوست (جدول ۲). تحمل به سرمای شاخه یکساله ارقام در دی‌ماه به طور میانگین ۴/۷- درجه سانتی‌گراد با تحمل به سرمای جوانه متفاوت بود. در ارقام 'بول‌مسکه'، 'سرقوله'، 'فخری زودرس' و 'خلیلی' تحمل به سرمای شاخه یکساله در دمای کمتر از ۲۵- درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. ارقام 'عسگری'، 'نفتی'، 'صحنه‌ای'، 'لعل'، 'مره‌ای'، 'گون‌کله‌باب' و 'ریش‌بابا' در دسته ارقام

با LT_{50} بین ۲۱- تا ۲۳- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سایر ارقام در محدوده دمایی بین ۲۳- تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد به دمای ۵۰ درصد کشندگی رسیدند (جدول ۲). در اسفندماه تحمل به سرمای جوانه و شاخه ارقام به طور میانگین به ترتیب ۳/۹ و ۷/۱ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. الگوی دسته‌بندی تحمل به سرمای ارقام در این مرحله تا حدودی مشابه دی‌ماه بود. بیشترین و کمترین تحمل به سرمای جوانه و شاخه یکساله در این مرحله به ترتیب مربوط به ارقام 'بول‌مسکه' و 'ریش‌بابا' بود (جدول ۲). بین نتایج حاصل از این روش و روش نشت‌یونی همبستگی بالایی در سطح ۱ درصد وجود داشت، به-طوری‌که در دی‌ماه این همبستگی در جوانه ۰/۸۷ و در اسفند ماه ۰/۹۵ برآورد شد (جدول ۳).

با وجود همبستگی بین مقادیر LT_{50} حاصل از این دو روش، تحمل به سرمای برآورد شده با روش نشت‌یونی (براساس میانگین مقادیر LT_{50}) نسبت به روش قهوه‌ای شدن بیشتر بود. باتوجه به این‌که مبنای بررسی خسارت در این روش‌ها با هم تفاوت دارد، لذا منطقی است که مقادیر LT_{50} برآورد شده با این روش‌ها کمی با هم تفاوت داشته باشند. به عنوان مثال، LT_{50} برآورد شده با روش نشت‌یونی مرتبط با واکنش غشای سلولی بعد از تنش سرما می-باشد، درحالی‌که در روش قهوه‌ای شدن میزان اکسیداسیون ترکیبات فنولی نشت یافته از غشاء بعد از تنش سرما است که میزان تحمل به سرما را تعیین می‌کند. در بررسی تحمل به سرمای زمستانه برخی ارقام تاک ایستگاه تحقیقات انگور ملایر با دو روش نشت‌یونی و قهوه‌ای شدن اکسایشی، ارقام 'خلیلی'، 'فخری'، 'شاهانی'، 'تبرزه'، 'بیدانه قرمز'، 'بیدانه سفید' و 'گزنه‌ای' در گروه ارقام متحمل، 'عسگری'، 'صاحبی'، 'ریش‌بابا'، 'تامسون سیدلس' و 'لعل' در گروه ارقام نیمه‌متحمل و 'روبی سیدلس'، 'پرلت' و 'یاقوتی' در گروه ارقام حساس به سرما قرار گرفتند (۴).

جدول ۳. همبستگی بین مقادیر LT₅₀ برآورد شده با روش‌های نشت یونی و قهوه‌ای شدن با مقدار کربوهیدرات‌های محلول و محتوای آب در جوانه و شاخه ۲۲ رقم تاک استان کردستان.

متغیرها	دی		اسفند	
	جوانه	شاخه یکساله	جوانه	شاخه یکساله
کربوهیدرات‌های محلول				
نشت یونی LT ₅₀	۰/۶۶**	۰/۵۵**	۰/۶۰**	۰/۴۷*
قهوه‌ای شدن LT ₅₀	۰/۷۵**	۰/۶۷**	۰/۶۸**	۰/۶۵**
محتوای آب				
نشت یونی LT ₅₀	۰/۷۴**	۰/۹۱**	۰/۷۶**	۰/۳۳ ^{ns}
قهوه‌ای شدن LT ₅₀	۰/۸۸**	۰/۹۳*	۰/۸۰*	۰/۲۱ ^{ns}
نشت یونی LT ₅₀				
قهوه‌ای شدن LT ₅₀	۰/۸۷**	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۸۶**

ns - عدم معنی‌دار، * و ** - به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

در پژوهشی در شرایط اقلیمی مشهد و بجنورد تحمل به سرما و یخ‌زدگی سه رقم تاک 'کلاهداری'، 'کج‌انگور' و 'بیدانه سفید' براساس نشت یونی بررسی و مشخص شد که میزان نشت یونی در شاخه‌های یکساله، دوساله و چندساله رقم 'کلاهداری' بیش از رقم 'کج‌انگور' است. طی مطالعه‌ای در منطقه سی‌سخت یاسوج با اندازه‌گیری نشت یونی و بررسی قهوه‌ای شدن اکسایشی، خسارت سرمای وارده به جوانه رقم 'عسگری' ارزیابی شد که بر اساس نتایج تا دمای ۱۰- درجه سانتی‌گراد، جوانه‌ها آسیب ندیدند، ولی از دمای ۲۰- تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد یک روند افزایشی در بروز مرگ جوانه‌ها همراه با افزایش نشت یونی مشاهده شد (۳). همچنین تحمل به سرمای ۲۵ رقم وحشی تاک چین با استفاده از روش نشت یونی بررسی و تنوع وسیعی در تحمل به سرمای ارقام تحت مطالعه مشاهده شده است (۳۲). با استفاده از روش قهوه‌ای شدن تحمل به سرمای پاییزه ۲۰ رقم 'تاک اروپایی'، 'آمریکایی' و 'هیبرید آمریکا-فرانسوی' را بررسی و تحمل به سرمای این ارقام را مشخص نمودند (۲۲).

در مطالعه حاضر، علاوه بر ارقام 'بول‌مسکه' و

'سرقوله' (بومی استان کردستان)، ارقام 'فخری زودرس'، 'خلیلی' و 'بی‌دانه قرمز' نسبت به دیگر ارقام تحمل به سرما بیشتری نسبت به ارقام دیگر داشتند. در تحقیق دیگری، پس از اعمال تیمارهای سرمای مصنوعی (۱۵-، ۱۸-، ۲۱- و ۲۴- درجه سانتی‌گراد)، تحمل به سرمای برخی از ارقام تاک ('بی‌دانه سفید'، 'شاه‌رودی'، 'تابکی'، 'خلیلی'، 'عسگری'، 'بیدانه قرمز' و 'رجبی') با روش نشت یونی بررسی شد که براساس نتایج ارقام 'خلیلی' و 'بی‌دانه سفید' و 'تابکی' در گروه ارقام متحمل به سرما قرار گرفتند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۶]. روند سازگاری و میزان تحمل یخ‌زدگی بین گونه‌ها و ارقام درختان میوه متفاوت است که این امر می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی مرتبط با تحمل به سرما، بین آنها باشد (۱۹). به نظر می‌رسد که تحمل به سرمای بیشتر رقم 'خلیلی' مبنای ژنتیکی داشته و تا حدودی مرتبط با بیان بیشتر ژن‌های CBF در این رقم باشد (۶). در مطالعه‌ای در گونه مقاوم به سرمای ویتیس ریپاریا^۱ میزان القای ژن CBF

1. *Vitis riparia*

نیز بیشتر از گونه حساس به سرمای ویتیس وینیفرا بوده است [۲۹]. با این حال، نقش عوامل فیزیولوژیکی و مدیریتی در این رابطه نباید نادیده گرفته شود.

اختلاف معنی داری بین مقدار کربوهیدرات های محلول جوانه و شاخه یکساله ارقام مختلف تاک در هر دو مرحله اندازه گیری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). میانگین مقدار کربوهیدرات های محلول اندازه گیری شده در جوانه ارقام در دی و اسفند به ترتیب ۷۳/۱ و ۴۶/۰ میلی گرم در گرم وزن خشک بود. مقدار کربوهیدرات های محلول اسفند نسبت به دی ماه کاهش یافت (جدول ۵). در دی ماه بیشترین (۱۰۱/۲) میلی گرم در گرم وزن خشک و کمترین (۵۱/۸) میلی گرم در گرم وزن خشک) میزان کربوهیدرات های محلول جوانه به ترتیب در ارقام 'بول مسکه' و 'گون کله باب' مشاهده شد. میزان کربوهیدرات های محلول در سایر ارقام حد واسط دو رقم اخیر بود (جدول ۵).

در مورد شاخه یکساله بیشترین (۱۱۴/۵) میلی گرم در گرم وزن خشک و کمترین (۷۶/۶) میلی گرم در گرم وزن خشک) میزان کربوهیدرات های محلول در دی ماه به ترتیب در ارقام 'بول مسکه' و 'صحنه ای' مشاهده شد. در اسفند ماه میزان کربوهیدرات های محلول نسبت به دی ماه کاهش

یافت. تفاوت ارقام در این مرحله مشابه با دی ماه بود. در این مرحله، ارقام با تحمل به سرمای بالا دارای مقادیر بیشتری کربوهیدرات های محلول در جوانه و شاخه یکساله در مقایسه با دیگر ارقام بودند (جدول ۵).

همبستگی نزدیک و معنی دار بین مقدار کربوهیدرات های محلول جوانه و شاخه یکساله و تحمل به سرمای برآورد شده با دو روش نشت یونی و قهوه ای شدن اکسایشی در هر دو مرحله نمونه برداری مشاهده شد (جدول ۳). در تمامی مراحل نمونه برداری، بین مقادیر LT_{50} و تجمع کربوهیدرات های محلول، همبستگی منفی و معنی داری مشاهده شد ($P \leq 0.01$). تجمع کربوهیدرات های محلول در ارقام متحمل به سرمای 'بول مسکه'، 'سرقوله'، 'خلیلی'، 'بی دانه قرمز' و 'فخری زودرس'، بیشتر از ارقام دیگر بود. این یافته حاکی از نقش داشتن کربوهیدرات ها در تحمل به سرمای ارقام تاک است. ارتباط بین تحمل به سرما و مقدار کربوهیدرات های محلول در گیاهان مختلف از جمله تاک (۱، ۴ و ۲۶)، انار [۹] و بلوط [۲۰] تأیید شده است. تجمع کربوهیدرات های محلول می تواند نقش مهمی در نگهداری دیواره سلولی از آسیب های ناشی از خسارت سرمازدگی در گیاهان ایفا کند [۳۲].

جدول ۴. تجزیه واریانس کربوهیدرات های محلول و محتوای آب در جوانه و شاخه یکساله ۲۲ رقم تاک استان کردستان.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کربوهیدرات های محلول				محتوای آب			
		جوانه		شاخه یکساله		جوانه		شاخه یکساله	
		دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند
تیمار	۲۱	۶۰۹**	۳۹۵**	۴۲۳**	۴۴۶**	۴۶/۶۳*	۴۵/۸۸**	۳۵/۴۸**	۳۲/۱۹**
خطا	۴۴	۱۵/۷۵	۱۴/۶۳	۱۴/۷	۱۲/۷۶	۲/۱۱	۱/۷	۱/۴۲	۱/۷۵
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۴	۸/۳۹	۴/۱۰	۵/۱۸	۳/۲۶	۳/۶۷	۳/۴۲	۲/۷

** - معنی دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۵. مقایسه میانگین مقدار کربوهیدرات‌های محلول و محتوای آب جوانه و شاخه در ۲۲ رقم تاک استان کردستان

ارقام	کربوهیدرات‌های محلول (mg/g DW)				محتوای آب (%FW)			
	شاخه یکساله		جوانه		شاخه یکساله		جوانه	
	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند	دی	اسفند
بول مسکه	۱۱۴/۵ ^a	۹۷/۳ ^a	۱۰۱/۲ ^a	۷۰/۸ ^a	۲۷/۲ ^k	۴۵/۶ ^{ijk}	۳۶/۵ ^k	۵۶/۲ ^{ij}
بیدانه سفید	۸۲/۶ ⁱ	۵۹/۰ ^{hi}	۶۳/۳ ^{ef}	۳۷/۵ ^{ij}	۳۶/۲ ^{efg}	۴۷/۷ ^{fgh}	۴۶/۷ ^{bc}	۶۲/۹ ^e
بیدانه قرمز	۱۰۱/۳ ^c	۷۳/۵ ^{de}	۸۱/۶ ^{bc}	۵۲/۴ ^{de}	۳۳/۴ ^{hi}	۴۶/۴ ^{hij}	۴۰/۹ ^{ij}	۵۸/۹ ^{fg}
تبرزه	۸۱/۹ ⁱ	۵۰/۰ ^k	۶۰/۷ ^g	۴۳/۵ ^{gh}	۳۵/۵ ^{fg}	۵۰/۶ ^{de}	۳۹/۷ ^j	۶۳/۸ ^{de}
خلیلی	۱۰۲/۳ ^{cd}	۷۶/۶ ^{cd}	۸۵/۷ ^{bc}	۵۸/۷ ^{bcd}	۳۱/۷ ⁱ	۴۳/۴ ^k	۴۲/۶ ^{ghi}	۵۶/۴ ^{hij}
رشه	۱۰۲/۸ ^{cd}	۸۷/۳ ^b	۸۸/۷ ^b	۶۲/۳ ^b	۳۵/۳ ^{fg}	۴۹/۸ ^{def}	۴۲/۹ ^{ghi}	۶۰/۷ ^f
ریش بابا	۷۶/۰ ^j	۶۷/۵ ^{ef}	۶۲/۱ ^{ef}	۴۰/۳ ^{gh}	۴۰/۳ ^b	۵۵/۲ ^{ab}	۴۹/۶ ^{ab}	۶۶/۵ ^{ab}
سرقوله	۹۵/۵ ^e	۷۶/۸ ^{cd}	۸۳/۹ ^{bc}	۵۰/۹ ^{ef}	۲۹/۷ ^j	۴۴/۳ ^{jk}	۳۹/۰ ^j	۵۵/۰ ^j
شاهینی	۸۵/۱ ^h	۵۸/۱ ^{hi}	۶۷/۱ ^{de}	۳۴/۲ ^{ij}	۳۵/۵ ^{efg}	۴۶/۹ ^{ghi}	۴۳/۷ ^{gh}	۶۵/۹ ^{fg}
شرشره	۸۵/۶ ^h	۵۹/۵ ^{gi}	۶۲/۳ ^{ef}	۳۴/۵ ^{hij}	۳۴/۰ ^{gh}	۴۸/۱ ^{efg}	۴۵/۳ ^{de}	۵۷/۶ ^{gh}
شیرازی	۹۶/۸ ^e	۸۰/۹ ^c	۷۸/۸ ^c	۵۴/۴ ^{cde}	۳۶/۰ ^{ef}	۴۹/۷ ^{def}	۴۴/۱ ^{fg}	۶۳/۰ ^e
صاحبی	۹۲/۰ ^f	۵۷/۷ ^{hi}	۵۵/۲ ^h	۳۴/۴ ^{ijk}	۳۸/۵ ^{bcd}	۵۳/۰ ^{bc}	۴۷/۶ ^{bcd}	۶۵/۵ ^{abc}
صحنه‌ای	۷۶/۷ ^j	۵۲/۳ ^{jk}	۵۵/۴ ^h	۲۹/۶ ^k	۳۸/۹ ^{bc}	۴۸/۴ ^{fgh}	۵۰/۷ ^a	۶۵/۸ ^{abc}
عسکری	۸۹/۳ ^g	۶۴/۹ ^{fg}	۷۰/۱ ^d	۴۶/۱ ^{fg}	۳۷/۷ ^{de}	۴۸/۵ ^{fgh}	۴۶/۸ ^{cde}	۶۳/۴ ^{de}
فخری دیررس	۱۰۳/۲ ^c	۸۷/۴ ^b	۸۸/۸ ^b	۴۹/۷ ^{ef}	۳۶/۴ ^{de}	۴۸/۲ ^{fgh}	۴۵/۶ ^{def}	۶۵/۰ ^{cd}
فخری زودرس	۱۰۸/۳ ^b	۷۶/۲ ^{cd}	۸۷/۶ ^b	۶۰/۹ ^{bc}	۳۳/۷ ^{hi}	۶۶/۳ ^{hij}	۴۱/۳ ^{hij}	۵۹/۹ ^{fg}
گون کله باب	۸۱/۲ ⁱ	۵۶/۲ ^{ij}	۵۱/۸ ⁱ	۳۱/۲ ^{jk}	۴۲/۵ ^a	۵۶/۱ ^a	۵۰/۲ ^a	۶۷/۵ ^a
گزنه‌ای	۸۹/۱ ^g	۶۳/۴ ^{fg}	۶۵/۸ ^e	۳۶/۹ ^{hij}	۳۵/۷ ^{fgh}	۵۰/۷ ^{de}	۳۹/۵ ^j	۶۴/۹ ^{cd}
لعل	۹۲/۸ ^f	۶۸/۵ ^{ef}	۶۹/۱ ^{de}	۵۲/۵ ^{de}	۳۹/۵ ^{bc}	۴۹/۵ ^{def}	۴۸/۶ ^{abc}	۶۵/۱ ^{bc}
ملایی	۹۵/۹ ^e	۶۹/۳ ^{ef}	۸۰/۳ ^c	۴۲/۸ ^{gh}	۳۵/۱ ^{fgh}	۵۱/۴ ^{cd}	۴۲/۸ ^{ghi}	۵۸/۶ ^{fgh}
مره‌ای	۱۰۳/۱ ^c	۶۸/۵ ^{ef}	۷۸/۷ ^c	۵۰/۳ ^{ef}	۳۸/۴ ^{bcd}	۵۳/۵ ^{bc}	۴۶/۴ ^{ce}	۶۷/۸ ^a
نفتی	۸۶/۳ ^h	۶۳/۹ ^{fg}	۶۷/۴ ^{de}	۳۸/۶ ^{hi}	۳۶/۵ ^{de}	۴۹/۲ ^{efg}	۴۴/۸ ^{efg}	۵۹/۱ ^{fg}
میانگین	۹۲/۸	۶۸/۸	۷۳/۱	۴۶/۰	۳۵/۸	۵۰/۱	۴۴/۳	۶۲/۰

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری در سطح پنج درصد هستند.

محلول بافت‌ها در دی‌ماه مشاهده شد که حاکی از نقش کربوهیدرات‌ها در افزایش سازگاری به سرما و رکود عمیق زمستانه است. بین تحمل به سرمای زمستان و مقدار

توسعه کامل تحمل به سرما تحت تأثیر کاهش دما و در ارتباط با تبدیل نشاسته به قند می‌باشد [۱۱ و ۱۲]. بیشترین همبستگی بین تحمل به سرما و مقدار کربوهیدرات‌های

به‌شادی گیاهان زراعی وبانی

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

کاهش آب قابل انجماد و در نتیجه افزایش تحمل به یخزدگی همراه می‌باشد [۱۵].

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، اختلاف معنی‌داری بین ارقام تاک در هر مرحله از نمونه‌برداری مشاهده شد. تحمل به سرمای ارقام تاک با کاهش محتوای آب و افزایش ترکیبات محافظ در برابر سرما از قبیل کربوهیدرات‌های محلول همبستگی بالایی داشت که می‌توان از این ترکیبات به عنوان شاخصی برای ارزیابی تحمل به سرما در تاک استفاده کرد. براساس نتایج پژوهش حاضر، ارقام 'بول‌مسکه'، 'سرقوله'، 'خلیلی'، 'بی‌دانه‌قرمز' و 'فخری زودرس' در دسته ارقام متحمل به سرما قرار گرفتند که می‌توان از پتانسیل این ارقام برای احداث و توسعه تاکستان در مناطق سردسیر استفاده کرد. همچنین این ارقام می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای استفاده به عنوان پایه متحمل به سرما در کارهای اصلاحی بوده یا اینکه به عنوان پایه متحمل برای مقایسه تحمل به سرمای ارقام جدید به منظور توسعه تاکستان در نقاط سرد مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

۱. ارشادی ا و طاهری س (۱۳۹۲) بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر تحمل به یخبندان بهاره در انگور بی‌دانه سفید. به‌زراعی کشاورزی. ۱۵: ۱۳۵-۱۴۶.
۲. شور م، تهرانی‌فرع، نعمتی ح، سلاح‌ورزی ی، مختاریان ع و رحمتی م (۱۳۸۸) بررسی و تعیین مقاومت به سرما و یخزدگی سه رقم تجاری انگور در شمال خراسان. تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۲: ۱۵۹-۱۶۹.
۳. کاووسی ب، عشقی س و تفضلی ع (۱۳۹۱) واکنش

کربوهیدرات‌های محلول رابطه مستقیمی وجود دارد [۴] و [۲۰]. در مرحله رکود عمیق، پلی‌ساکاریدهای بیشتری به قندهای محلول تجزیه شده و ضمن افزایش پتانسیل اسمزی سیتوپلاسم، باعث افزایش تحمل به سرما می‌شود [۳۲]. همچنین قندهای محلول می‌توانند به عنوان مواد محافظت در برابر سرما عمل کرده و غلظت این قندها ارتباط مستقیمی با تحمل به سرما دارد [۱۱ و ۳۲].

براساس نتایج تجزیه واریانس تفاوت بین ارقام از نظر محتوای آب جوانه و شاخه یک‌ساله در دی و اسفند ماه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). میانگین کلی محتوای آب جوانه تمام ارقام در دی و اسفند به ترتیب ۴۴/۳ و ۶۲/۰ درصد بود (جدول ۵). در دی ماه بیشترین محتوای آب جوانه (۵۰ درصد) در ارقام 'گون‌کله‌باب' و 'صحنه‌ای' مشاهده شد که البته با رقم 'ریش‌بابا' اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین محتوای آب اندازه‌گیری شده در این مرحله (۳۶ درصد) مربوط به رقم 'بول‌مسکه' بود که اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد ($P \leq 0.01$) (جدول ۵). محتوای آب جوانه در اسفند ماه رو به افزایش گذاشت و تفاوت بین محتوای آب جوانه بین ارقام تقریباً مشابه دی‌ماه بود (جدول ۵). بین محتوای آب جوانه و تحمل به سرمای برآورد شده با هر دو روش نشت یونی و قهوه‌ای شدن اکسایشی در دی و اسفند همبستگی وجود داشت، ولی در مورد شاخه یک‌ساله ارقام این همبستگی فقط در دی ماه معنی‌دار شد (جدول ۳). بین محتوای آب جوانه و مقادیر LT₅₀ ارقام تاک در هر دو مرحله نمونه‌برداری همبستگی بالایی وجود داشت، به‌طوری‌که همزمان با کاهش محتوای آب جوانه‌ها تحمل به سرما در تمامی ارقام افزایش پیدا کرد که با نتایج دیگر گزارشات مطابقت دارد [۱۳، ۲۶ و ۳۲]. افزایش سازگاری به سرما در جوانه‌های ارقام مختلف تاک با القای آب‌کشیدگی جوانه‌ها،

11. Hamman RA, Dami E, Walsh TM and Stushnoff C (1996) Seasonal carbohydrate changes and cold hardiness of Chardonnay and Riesling grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 47: 31-36.
12. Jones KS, Paroschy J, McKersie BD and Bowley SR (1999) Carbohydrate composition and freezing tolerance of canes and buds in *Vitis vinifera*. *Journal of Plant Physiology*. 155: 101-106.
13. Kalberer SR, Arora R, Leyva-Estrada N and Krebs S (2007) Cold hardiness of floral buds of deciduous azaleas: dehardening, rehardening, and endodormancy in late winter. *Journal of the Amererican Society for Horticultural Science*. 132: 73-79.
14. Karimi R and Ershadi A (2015) Rol of exogenous abscisic acid in adapting of 'Sultana' grapevine to low temperature stress. *Acta Physiologia Plantaroum*. 37: 15.
15. Keller M (2010) *The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology*. Burlington, MA: Academic Press. 400 p.
16. Linden L (2002) *Measuring cold hardiness in woody plants*. University of Helsinki, Ph.D. dissertation.
17. Lisek J (2009) Frost damage of buds on one-year-oldshoots of wine and table grapevinecultivars in central poland following thewinter of 2008/2009. *Fruit and Ornamental Plant Research*. 17: 149-161.
18. Ma YY, Zhang YL, Shao H and Lu J (2010) Differential physio-biochemical responses to cold stress of cold-tolerant and non-tolerant grapes (*Vitis L.*) from China. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 196: 212-219.
19. Mills LJ, Ferguson JC and Keller M (2006) Cold hardiness evaluation of grapevine buds and cane tissues. *American Journal of Enology and Viticultur*. 57(2): 194-200.
- جوانه انگور عسگری به صدمات زمستانه. یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۱: ۳۷-۴۹.
۴. کریمی ر (۱۳۹۳) ارزیابی اثر تغذیه و اسید ابسیزیک روی تحمل به سرمای انگور. رساله دکتری باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.
۵. کریمی ر، ارشادی ا، اثنی‌عشری م و مشهدی اکبربوجار م (۱۳۹۳) تغییرات فصلی در محتوای پروتئین‌های محلول، فنول‌کل و مالون دی‌آلدئید و ارتباط آنها با مقاومت به سرمای برخی از ارقام تاک. به‌زراعی کشاورزی. ۱۶(۴): ۹۹۹-۱۰۱۳.
۶. کریمی علویجه م، عبادی ع، موسوی ا و سلامی ع (۱۳۹۴) بررسی تغییرات آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و پروتئین کل در پاسخ به تنش سرما در برخی ارقام انگور. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹(۱): ۱۰۳-۱۱۰.
7. Dami IE, Ennahli S and Zhang Y (2012) Assessment of winter injury in grape cultivars and pruning strategies following a freezing stress event. *American Journal of Enology and Viticulture*. 63: 106-111.
8. Fennell A (2004) Freezing tolerance and injury in grapevines. *Journal of Crop Improvement*. 10: 201-235.
9. Ghasemi AA, Ershadi A and Fallahi E (2012) Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Hortscience*. 47: 1821-1825.
10. Goldsmith LT (2009) Freezing tolerance and dehydrin protein expression in 'Frontenac' and 'Seyval blanc' grapevine bark and xylem cane tissues during acclimation, midwinter, and deacclimation. M.Sc. Dissertations, Iowa State University. P 94.

20. Morin X, Ameglio T, Ahas R, Kurz-Besson C, Lanta V, Lebourgeois F, Miglietta F and Chuine I (2007) Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology*. 27: 817-825.
21. Pagter M, Jensen CR, Petersen KK, Liu F and Arora R (2008) Changes in carbohydrates, ABA and bark proteins during seasonal cold acclimation and deacclimation in *Hydrangea* species differing in cold hardiness. *Physiologia Plantarum*. 134: 473-485.
22. Rekika D, Cousineau J, Levasseur A, Richer C, Khanizadeh S and Fisher H (2004) The use of a freezing technique to determine the bud hardiness of twenty grape genotypes (*Vitis* sp.). *Acta Horticulture*. 640: 207-212.
23. Salzman RA, Bressan RA, Hasegawa PM, Ashworth EN and Bordelon BP (1996) Programmed accumulation of LEA-like proteins during desiccation and cold acclimation of overwintering grape buds. *Plant, Cell and Environment*. 19: 713-720.
24. Sarikhani H, Haqi H, Ershadi A, Esna Ashari M and Pouya M (2014) Foliar application of potassium sulphate enhances the cold-hardiness of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 89: 141-146.
25. Stergio BG and Howell GS (1977) Effect of site on cold acclimation and deacclimation of Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticultur*. 28: 43-48.
26. Valle RVB (2002) Mechanisms of frost adaptation and freeze damage in grapevine buds. Hohenheim University, Ph.D. Dissertation.
27. Webster DE and Ebdon JS (2005) Effects of nitrogen and potassium fertilization on perennial raygrass cold tolerance during deacclimation in late winter and early spring. *HortScience*. 40: 842-849.
28. Wolf TK and Cook MK (1992) Seasonal deacclimation patterns of three grape cultivars at constant, warm temperature. *American Journal of Enology and Viticultur*. 43: 171-179.
29. Xiao H, Siddiqua M, Braybrook S and Nassuth A (2006) Three grape CBF/DREB1 genes respond to low temperature, drought and abscisic acid. *Plant, Cell and Environment*. 29: 1410-1421.
30. Yemm EW and Willis AJ (1954) The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemistry*. 57: 508-514.
31. Zabadal TJ, Dami IE, Goffinet MC, Martinson TE and Chien ML (2007) Winter injury to grapevines and methods of protection. Michigan State University Extension, MSU Bulletin, 2930.
32. Zhang J, Wu X, Niu R, Liu Y, Liu N, Xu W and Wang Y (2012) Cold-resistance evaluation in 25 wild grape species. *Vitis*. 51: 153-160.