

بررسی تحمل به سرمای شکوفه دو توده زغال اخته ایران

زهره سمیعی‌راد^{۱*}، سعید پیری پیرایواتلو^۲ و محمدعلی نجاتیان^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۴)

چکیده

در بسیاری از مناطق، دمای کم، عامل محیطی محدودکننده مهمی برای تولید و توزیع گیاهان باغبانی محسوب می‌شود. هدف از تحقیق حاضر، بررسی میزان تحمل به سرمای عمده‌ترین توده‌های محلی زغال اخته منطقه طارم سفلی قزوین بود. بدین منظور، اعمال تیمار سرما در پنج سطح دمایی (+۴، +۲، صفر، -۲ و -۴ درجه سلسیوس) و در دو مدت زمان سرمادهی (۳ و ۵ ساعت) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در مرحله شکوفه دو توده گلابی سیاه و پاییزه زغال اخته در انکوباتور طی سال ۱۳۸۸-۸۹ صورت گرفت. پس از خارج کردن هر تیمار در موعد مقرر، هدایت الکتریکی (EC) و پ-هاش (اسیدیته) در زمان صفر و سپس ۲۴ ساعت اول هر سه ساعت یکبار و در هفت روز بعدی هر روز یکبار اندازه‌گیری شد. در نهایت، بعد از یک هفته، نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه اتوکلاو گشته و تغییرات ثبت شد. نتایج نشان داد که دامنه تغییرات EC در شکوفه از ۹۲/۲ تا ۸۴۶/۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر متغیر بود. هم‌چنین، دامنه تغییرات پ-هاش در شکوفه از ۶/۴ تا ۷/۷ تغییر کرد. بر این اساس، تأثیر شدت سرما بر تغییرات EC کاملاً صعودی و بر پ-هاش روند صعودی کند و گاه ثابت داشت. بیشترین میزان EC ناشی از تخریب بافت‌ها، به‌عنوان شاخص تعیین آسیب سرما در شکوفه زغال اخته، از دمای +۴ درجه سلسیوس به‌دست آمد. از این رو، دامنه تحمل به سرمای شکوفه زغال اخته دمای بیش از +۴ درجه سلسیوس برآورد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سرمازدگی، شدت سرما، طارم سفلی

۱. گروه باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین، تاکستان
 ۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر
 ۳. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین
- *: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fsamieerad@gmail.com

مقدمه

واکنش‌های متفاوتی نسبت به سرما دارند (۱۶). تغییرات آناتومی در بافت گل‌های آلبالو در سرما نشان می‌دهد که یک همبستگی بین ذخیره کربوهیدرات‌ها و تحمل به تنش‌ها وجود دارد (۹). بافت‌ها زمانی که دارای رشد فعال هستند، مقاومت اندکی به سرما نشان می‌دهند. به همین دلیل، جوانه‌های گل در حالت خواب بیشترین مقاومت را دارا می‌باشند. با تورم جوانه، مقاومت افت می‌کند و در گل‌های باز شده به حداقل می‌رسد (۱۲). بنابراین، با بررسی مشخصات ظاهری گیاه پس از بروز سرمای طبیعی تا حدودی می‌توان در شناسایی اولیه ارقام متحمل بهره جست (۲). خسارت‌های مورفولوژیک سرمازدگی در شکوفه عبارتند از: پژمردگی کلاله و خامه، قهوه‌ای شدن کلاله و سپس خامه، سیاه شدن تخمدان و به هم پیچیدن و نکروز گل‌آذین.

در اکثر درختان، میزان هدایت الکتریکی (EC) محلول نشت یافته از نمونه‌های تحت تیمار سرما به‌عنوان پارامتر قابل اعتماد برای ارزیابی آسیب ناشی از سرما استفاده می‌شود. به‌طوری‌که هم در محاسبه نشت نسبی در دمای خاص و هم در محاسبه شاخص آسیب در دمای خاص از میزان EC نمونه‌ها (به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم) استفاده می‌شود.

یکی از مهم‌ترین آثار سرما، تأثیر آن روی ساختار غشای سلولی، نفوذپذیری غشای سلولی و افزایش خروج یون‌ها (به‌خصوص یون پتاسیم) از سلول می‌باشد. مطالعات صورت گرفته روی میوه گوجه‌فرنگی نشان داد که وقتی میوه در شرایط دمای کم قرار می‌گیرد میزان نشت یون‌ها و خارج شدن پروتئین‌ها از میوه افزایش می‌یابد. نشت یون‌ها از دیواره سلولی مربوط به فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی است که در شرایط سرما میزان فعالیت این آنزیم‌ها بیشتر می‌شود. با ثبت میزان نشت می‌توان میزان خسارت به بافت را برآورد کرد. تست نشت یونی، با اندازه‌گیری EC آب خالصی که بافت‌ها در آن قرار داشته، بعد از چرخه یخ‌زدگی - ذوب انجام می‌شود. از سال ۱۹۳۰ روش نشت یونی به‌طور گسترده‌ای استفاده شده و اصلاحاتی نیز در روش کار به آن افزوده گشته است (۶). در مورد گیاهان چوبی خزان‌دار، روش نشت یونی به‌طور

با توجه به تبدیل شدن زغال اخته به پایه اقتصادی برخی از باغداران، از جمله باغداران قزوین، و هم‌چنین اهمیت اقتصادی چوب، پوست، میوه و خواص درمانی آن، بررسی عوامل محدودکننده کشت و پرورش این میوه حائز اهمیت زیادی می‌باشد (۱۱). شرایط اقلیمی منطقه رشد، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی از عوامل مهم در پراکنش درختان میوه روی کره زمین بوده و تأثیر بسزایی در باروری و عملکرد آنها دارد. اکثر درختان میوه گرمسیری و نیمه گرمسیری و در شرایط بحرانی‌تر، درختان معتدله، در معرض خسارت‌های ناشی از یخبندان و سرمای زمستان در اوایل بهار قرار می‌گیرند (۱۲). اغلب محصولات مهم کشاورزی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری مانند پسته و هم‌چنین بعضی از محصولات مناطق معتدله مانند زردآلو، بادام و گردو در حالت‌های ویژه‌ای، مانند مرحله شکوفه و بعد از برداشت، به دماهای کمتر در محدوده صفر تا ۱۵ درجه سلسیوس حساس هستند (۳).

سرما یک عامل تنش گسترده است که سبب وارد شدن خسارت زیادی به گیاهان می‌شود. به‌طورکلی، در بین تنش‌های زیستی، عادت به تحمل دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد بی‌نهایت پیچیده است. دمای کم باعث کاهش فعالیت بیوسنتزی گیاهان، انجام وظایف فرآیندهای فیزیولوژیک و هم‌چنین باعث خسارت‌های دائمی و در نهایت باعث مرگ می‌شود. در تمام مراحل نمو گیاه، بسته به نوع گیاه، اثر سرمازدگی بروز می‌کند. بعضی از گونه‌ها فقط در مراحل خاصی از قبیل جوانه‌زنی، مراحل اولیه نمو گل، در زمان باز شدن گل‌ها و تشکیل میوه به سرمازدگی حساس‌اند. حساسیت بافت‌های گیاهی به آسیب رسیدگی ناشی از سرما و یخ‌زدگی متفاوت است. برگ‌ها توانایی سازگاری کمی دارند. ریشه‌ها از ساقه‌هایی که سرمای زمستانه را گذرانده‌اند، مقاومت کمتری نسبت به سرما دارند. در سرماهای پاییزه، تقریباً میزان مقاومت پوست و آوندهای چوبی یکسان است. ولی به هنگام زمستان، شانس زنده ماندن پوست کمتر خواهد بود (۱۵). بافت‌های گل در مراحل رشد خود

۲- و ۴- درجه سلسیوس) با استفاده از انکوباتور و فاکتور سوم مدت زمان سرمادهی در دو سطح (۳ و ۵ ساعت در مرحله شکوفه) بود. بدین منظور، مواد انتخابی با آب مقطر اسپری و در داخل انکوباتور قرار گرفت و با سرعت برودت ۱۰ درجه در ساعت تا دمای ۵ درجه سلسیوس و سپس با سرعت برودت ۵ درجه در ساعت تا دماهای مذکور خنک شد.

پس از اعمال تیمارها، قلمه‌ها در موعد مقرر از انکوباتور خارج و میزان آسیب شکوفه‌ها با تعیین میزان نشت یونی اندام‌ها از طریق اندازه‌گیری EC و پ-هاش روی ۴ قلمه بررسی گردید. بدین ترتیب که ابتدا شکوفه‌ها در ظروف پلی پروپیلن حاوی ۱۵ سی سی آب مقطر غوطه‌ور و روی شیکر قرار گرفت. در زمان صفر (بعد از شیکر) و سپس در ۲۴ ساعت اول هر سه ساعت یکبار و در هفته بعدی هر روز یکبار میزان EC و پ-هاش اندازه‌گیری شد. بعد از یک هفته، نمونه‌ها (شکوفه‌ها و محلول) در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ دقیقه اتوکلاو شدند تا غشای سلول‌ها را تخریب نماید. در محلول باقی مانده، میزان EC و پ-هاش و مواد جامد محلول نیز ثبت شد. در یک قلمه باقی مانده، خسارت سرما در شکوفه توسط بینوکولر مشاهده و ارزیابی گردید (۸).

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تیمارها و اثر متقابل آنها بر تغییرات EC شکوفه در سطح ۱٪ معنی دار بود. با بررسی جدول ۲ می‌توان گفت در شکوفه از همان ابتدا اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ مشاهده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با گذشت زمان و افزایش شدت سرما، مقادیر EC و پ-هاش در شکوفه در اکثر موارد افزایش یافت. به طوری که بعد از هشت روز به حداکثر مقدار خود رسید. یعنی تخریب بافت‌ها به تدریج و با گذشت زمان افزایش یافته و

گسترده‌ای در بافت‌های ساقه استفاده می‌شود. اما این روش در ریشه‌ها و جوانه‌ها نیز قابل استفاده است (۱۰).

مقاومت به سرما با کاهش آب بافت‌ها و انباشتن ترکیبات ضد سرما مانند کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین همراه است (۵). هم‌چنین، تغییرات ساختار سلولی در تعامل مستقیم با افزایش سیتوپلاسم و کاهش اندازه واکوئل است (۱۷). در سلول‌های پوست ساقه درختان خزان‌دار، کلروپلاست‌ها به جای توزیع یکنواخت در سرتاسر سلول، به صورت مجتمع در می‌آیند (۴). به خاطر اهمیت مقاومت به سرما برای گیاهان دائمی در فصل زمستان، گرایش زیادی برای یافتن روش‌هایی جهت تعیین سطح مقاومت گیاهان به سرما وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به مشاهدات بصری بعد از انجماد و سرمازدگی طبیعی در باغ، تیمار بخش‌های قطع شده درختان در اتافک‌های انجماد در آزمایشگاه و روش‌های بیوشیمیایی در آزمایشگاه اشاره کرد (۱).

از آنجا که استان قزوین دارای زمستان‌های نسبتاً سرد (خصوصاً طی چند سال اخیر) است، لذا امکان سرمازدگی زمستانه برخی از درختان معتدله در این منطقه وجود دارد. با توجه به این که تحقیقات انجام شده روی زغال اخته در ایران بسیار اندک است، و هم‌چنین اطلاعاتی در مورد میزان تحمل زغال اخته در برابر سرمازدگی وجود ندارد و حد تحمل یا حساسیت شکوفه توده‌های مختلف زغال اخته در برابر تنش سرمایی مشخص نیست، انجام این تحقیق ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این آزمایش از درختان ۲۰ ساله زغال اخته در روستای یوزباش چای از بخش طارم سفلی قزوین استفاده شد. طرح آماری آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار (هر واحد آزمایشی ۵ قلمه ۴ جوانه‌ای) بود. فاکتور اول نوع توده زغال اخته در دو سطح (توده گلایی سیاه و پائیزه)، فاکتور دوم شدت سرما در ۵ سطح (۲+، ۴+، صفر،

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر هدایت الکتریکی (نشت یونی) در شکوفه زغال اخته

| میانگین مربعات | ۲۴ ساعت | ۲۱ ساعت | ۱۸ ساعت | ۱۵ ساعت | ۱۲ ساعت | ۹ ساعت | ۶ ساعت | ۳ ساعت | شیکر | آب خالص | درجه آزادی | منابع تغییر |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------|-------------|
| ۳۳۳۳/۵۵۳* | ۶۲۵۴۸۰۳۷* | ۵۲۶۶۶۷۰۳* | ۴۶۶۸۱۱۷۱* | ۴۵۱۵۳۱۳۳* | ۴۲۶۶۰۲۹۹* | ۴۲۱۲۴۰۸۶* | ۳۲۵۵۵۰۲۳* | ۶۶۶۰۱۶۸* | ۱۰۰۷/۴۹۹* | ۴ | شدت سرما | |
| ۱۲۹۵۱/۵۰۵ | ۲۱۶۹۴/۲۸۴* | ۱۰۷۳۴/۶۶۱ | ۱۲۶۷۸/۱۳۰ | ۱۳۸۳۲/۲۷۹* | ۱۲۵۳۰/۰۱۸* | ۱۲۴۰۲/۶۹۰* | ۷۸۵۰۷/۰۴* | ۲۰۳۵۱۵۳ | ۳۴/۹۸۰ | ۱ | مدت زمان سرما | |
| ۸۰۴۱/۳۹۶ | ۱۱۱۱۶/۱۷۲ | ۱۰۳۹۷/۳۷۹* | ۹۱۳۸/۶۷۰* | ۷۴۲۶/۳۶۷ | ۹۱۹۹/۳۹۵* | ۷۴۹۸/۰۱۵* | ۶۸۱۴/۰۷۳* | ۱۹۰۰/۱۷۴* | ۱۸۳۷/۴۳* | ۴ | شدت × مدت سرما | |
| ۱۴۵/۵۳۰ | ۱۳۳۹/۸۸۴ | ۱۳/۶۹۵ | ۳۵۹/۱۲۸ | ۴۲۴/۵۸۱ | ۴۱۳/۱۴۱ | ۲۹۶/۸۳۵ | ۷۹۹/۴۸۰ | ۰/۸۴۱ | ۴۰/۷۵۵ | ۱ | توده | |
| ۲۱۹۱/۲۹۴۶* | ۲۳۳۸۴/۷۳۴* | ۲۰۰۰۷/۶۸۴* | ۱۸۶۷۴/۰۴۸* | ۱۶۳۵۲/۵۵۳* | ۱۳۷۸۱/۴۱۹* | ۱۰۴۱۸/۳۳۳* | ۹۷۵۴/۱۴۹* | ۲۴۴۵/۲۵۰* | ۱۴۱/۴۱۰ | ۴ | شدت سرما × توده | |
| ۷۶۹/۴۲۰ | ۸۰۶۴ | ۴۷۵/۸۰۰ | ۱۵۰/۹۷۵ | ۴۹۲/۵۲۸ | ۶۷۷/۴۴۸ | ۹۹۳/۳۴۵ | ۱۷۸/۵۰۳ | ۹۳۹/۱۳۵ | ۲۰۰/۲۸ | ۱ | مدت سرما × توده | |
| ۹۰۶۹/۴۸۰ | ۹۳۹۶/۰۹۰ | ۶۸۱۳/۳۳۳ | ۵۸۹/۰۶۰ | ۵۶۵/۰۰۳ | ۴۸۲/۸۶۵۳ | ۴۵۲۸/۷۸۸ | ۳۶۲۶/۲۱۲ | ۱۹۳۵/۸۷۹* | ۱۱/۲۷۶ | ۴ | شدت × مدت سرما | |
| ۵۰۷۸/۲۸۲ | ۴۶۲۳/۲۵۶ | ۳۸۳۳/۲۹۶ | ۳۳۵۷/۰۴۴ | ۲۹۷۲/۸۴۴ | ۲۶۴۱/۲۶۶ | ۲۲۹۰/۵۲۹ | ۱۸۸۱/۳۱۵ | ۷۴۲/۴۲۳ | ۶۰/۷۷۹ | ۶۰ | خطا | |
| ۱۹/۴۷ | ۲۲/۲۶ | ۲۰/۰۵ | ۲۰/۳۴ | ۱۹/۸۹ | ۲۰/۸۸ | ۲۰/۸۸ | ۲۱/۸۸ | ۲۸/۰۶ | ۴۰/۲۹ | (/۵۷) | | |

ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر هدایت الکتریکی (نشت یونی) در شکوفه زغال اخته

| میانگین مربعات | ۸ روز | ۷ روز | ۶ روز | ۵ روز | ۴ روز | ۳ روز | ۲ روز | درجه آزادی | منابع تغییر |
|----------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------------------|
| ۳۳۰۳۰/۳۵۶* | ۱۷۹۰/۰۱۲ | ۲۴۰۰/۳۰۰* | ۲۱۵۷/۱۱۳ | ۲۰۷۸/۶۶۹ | ۲۶۰۵۱/۵۸۱ | ۷۴۳۲/۷۸۱* | ۷۰۰۴۴/۱۹۳* | ۴ | شدت سرما |
| ۱۳۵۳/۰۱۲ | ۳۲۸/۰۵۰ | ۷۳۳۴/۴۵۰ | ۱۷۱۴۰/۵۱۳ | ۲۵۳۳/۸۰۰ | ۲۵۳۴۷/۲۰۰ | ۴۸۶۰۹/۸۰۰* | ۴۲۰۶۲/۷۹۲* | ۱ | مدت زمان سرما |
| ۲۱۵۲/۱۶۹ | ۲۰۵۹/۳۶۳ | ۲۴۴۷/۴۵۰ | ۸۰۵۳/۵۷۵ | ۱۵۹۰۵/۹۵۶ | ۱۳۹۹۸/۳۵۶ | ۱۶۳۹۵/۸۳۱ | ۱۱۷۴۹/۹۲۳ | ۴ | شدت × مدت سرما |
| ۶۱۳۲۷/۸۱۳* | ۴۱۶۷۸/۴۵۰* | ۲۸۹۵۶/۰۵۰ | ۲۵۹۵۶/۰۱۳ | ۱۱۶۶۴/۶۵۰ | ۲۸۵۰۱/۲۵۰ | ۸۴۵۰۰۰ | ۴۵۶۰۳* | ۱ | توده |
| ۱۳۶۵۷/۷۱۹ | ۱۰۵۸۹/۴۵۰ | ۸۵۳۳/۹۸۷ | ۱۰۳۷۷/۴۵۰ | ۱۵۳۲۸/۹۱۹ | ۱۱۶۸۵/۴۰۶ | ۳۴۲۸۸/۴۰۶* | ۲۲۷۷۶/۲۲۱* | ۴ | شدت سرما × توده |
| ۱۸۱۴/۵۱۳ | ۲۳۳۲/۸۰۰ | ۱۶۵۶/۲۰۰ | ۱۶۵۳/۳۱۳ | ۹۶/۸۰۰ | ۲۲۸۹/۸۰۰ | ۲۶۲۲/۰۵۰ | ۹۰۸/۵۵۲ | ۱ | مدت سرما × توده |
| ۲۷۲۲۸/۹۸۱ | ۲۶۴۶۳/۰۵۰* | ۲۲۹۴۴/۰۱۳* | ۱۸۳۹۶/۹۳۸ | ۲۱۰۵۴/۰۸۱ | ۱۸۳۸۸/۵۸۱ | ۱۶۸۵۱/۸۰۶ | ۱۱۳۷۶/۰۲۱ | ۴ | شدت × مدت سرما × توده |
| ۸۶۲۲/۱۲۱* | ۱۰۱۶۷/۰۳۳ | ۹۰۳۳/۰۰۸ | ۱۱۰۷۲/۸۷۹ | ۱۱۳۲۰/۱۰۰ | ۷۴۸۴/۸۱۷ | ۵۹۰۵۶/۸۰ | ۶۰ | خطا | |
| ۱۳/۸۳ | ۱۶/۳۰ | ۱۵/۷۴ | ۱۷/۱۳ | ۱۶/۷۱ | ۱۷/۱۱ | ۱۹/۲۵ | (/۵۷) | | |

*، ** و NS: به ترتیب معنی دار در سطوح ۱/، ۵/ و بدون اختلاف معنی دار

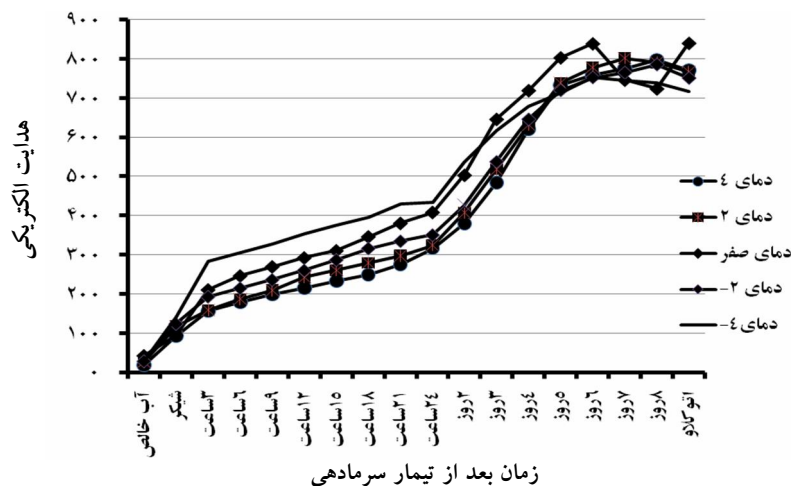
جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل توده و دمای سرمادی بر مقدار هدایت الکتریکی (نشت یونی) در شکوفه زغال اخته

| مقادیر هدایت الکتریکی بعد از | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| تیمار | آب خالص | شیکر | ۳ ساعت | ۶ ساعت | ۹ ساعت | ۱۲ ساعت | ۱۵ ساعت | ۱۸ ساعت | ۲۱ ساعت | ۲۴ ساعت | تیمار |
| ۴°C در توده ۱ | ۳۶۸ ^{ab} | ۹۴/۳ ^{cd} | ۱۶۳/۱ ^c | ۱۸۸/۳ ^d | ۲۰۹/۳ ^d | ۲۱۸/۹ ^d | ۲۳۹/۱ ^b | ۲۵۷/۱ ^b | ۲۸۱/۳ ^c | ۳۰۹/۳ ^d | ۴°C در توده ۲ |
| ۴°C در توده ۲ | ۳۳۶/۶ ^b | ۹۰/۳ ^{cd} | ۱۴۸/۳ ^c | ۱۶۸/۳ ^{cd} | ۱۸۸/۳ ^d | ۲۰۹/۹ ^d | ۲۲۶/۳ ^b | ۲۴۰/۵ ^b | ۲۶۸/۰ ^c | ۳۲۲/۸ ^{cd} | |
| ۲°C در توده ۱ | ۳۵۸/۸ ^{ab} | ۱۲۳/۷ ^{abc} | ۱۶۷/۴ ^c | ۱۹۳/۶ ^d | ۲۱۵/۶ ^d | ۲۵۴/۵ ^{cd} | ۲۷۰/۵ ^b | ۲۸۶/۴ ^b | ۳۰۷/۳ ^c | ۳۳۶/۳ ^{cd} | |
| ۲°C در توده ۲ | ۴۳۶/۹ ^a | ۱۱۱/۰ ^{bcd} | ۱۴۹/۸ ^c | ۱۸۰/۶ ^d | ۲۰۳/۳ ^d | ۲۲۹/۴ ^d | ۲۵۰/۳ ^b | ۲۷۱/۳ ^b | ۲۸۷/۳ ^c | ۳۱۱/۹ ^d | |
| ۰°C در توده ۱ | ۳۷۱/۴ ^{ab} | ۱۰۹/۸ ^{bcd} | ۲۴۸/۰ ^{ab} | ۲۸۱/۹ ^{ab} | ۳۱۱/۶ ^{ab} | ۳۳۸/۵ ^{ab} | ۳۶۱/۳ ^a | ۳۹۵/۳ ^a | ۴۳۸/۶ ^a | ۴۶۳/۵ ^b | |
| ۰°C در توده ۲ | ۳۱/۳ ^{bc} | ۸۰/۴ ^d | ۱۷۳/۴ ^c | ۲۱۰/۷ ^{cd} | ۲۲۷/۵ ^{cd} | ۲۴۷/۲ ^{cd} | ۲۶۰/۰ ^b | ۲۹۶/۹ ^b | ۳۲۲/۶ ^{bc} | ۳۵۲/۵ ^{bcd} | |
| ۲°C در توده ۱ | ۱۸۸/۸ ^d | ۱۰۵/۷ ^{bcd} | ۱۶۲/۷ ^c | ۱۸۰/۸ ^d | ۱۹۷/۵ ^d | ۲۱۸/۸ ^d | ۲۴۴/۵ ^b | ۲۶۹/۱ ^b | ۲۸۵/۳ ^c | ۳۰۳/۳ ^{cd} | |
| ۲°C در توده ۲ | ۲۴/۶ ^{cd} | ۱۴۲/۳ ^{cd} | ۲۲۳/۰ ^b | ۲۴۸/۴ ^{bc} | ۲۷۴/۶ ^{bc} | ۳۰۱/۳ ^{bc} | ۳۲۸/۹ ^a | ۳۶۲/۹ ^a | ۳۸۳/۴ ^{ab} | ۳۹۷/۶ ^{abc} | |
| ۴°C در توده ۱ | ۲۲/۱ ^d | ۱۳۵/۸ ^{ab} | ۲۱۵/۰ ^a | ۲۹۶/۱ ^{ab} | ۳۱۷/۸ ^{ab} | ۳۴۲/۳ ^{ab} | ۳۶۰/۰ ^a | ۳۷۹/۸ ^a | ۴۲۳/۸ ^a | ۴۶۶/۸ ^{ab} | |
| ۴°C در توده ۲ | ۲۴/۵ ^{cd} | ۱۴۴/۳ ^a | ۲۹۰/۰ ^a | ۳۱۳/۳ ^a | ۳۳۵/۱ ^a | ۳۶۳/۱ ^a | ۳۸۸/۸ ^a | ۴۱۱/۹ ^a | ۴۳۴/۸ ^a | ۴۴۰/۱ ^a | |

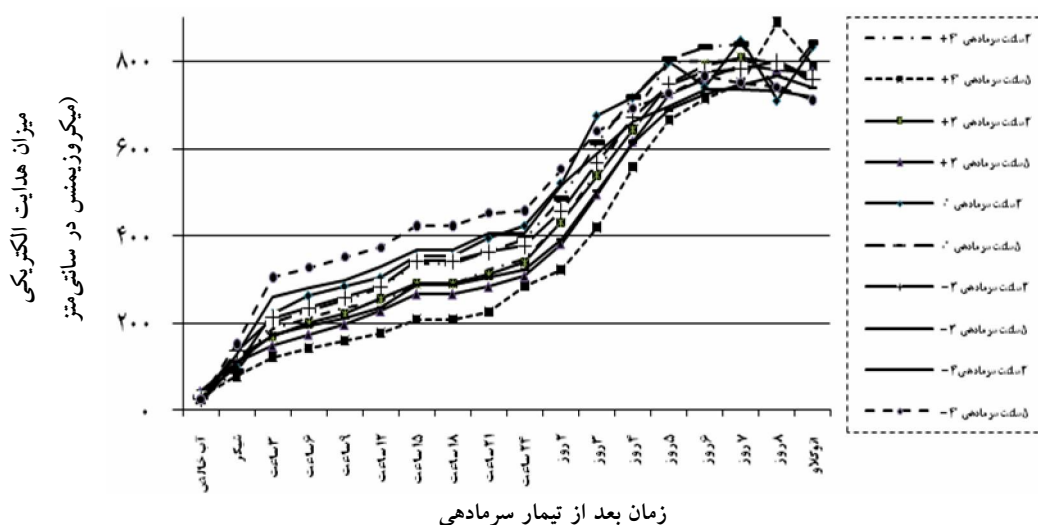
ادامه جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل توده و دمای سرمادی بر مقدار هدایت الکتریکی (نشت یونی) در شکوفه زغال اخته

| مقادیر هدایت الکتریکی بعد از | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| تیمار | روز ۲ | روز ۳ | روز ۴ | روز ۵ | روز ۶ | روز ۷ | روز ۸ | روز ۹ | روز ۱۰ | روز ۱۱ | تیمار |
| ۴°C در توده ۱ | ۳۸۲/۵ ^d | ۴۸۷/۶ ^d | ۶۰۴/۰ ^{ab} | ۷۲۴/۳ ^{abc} | ۷۴۶/۹ ^{abc} | ۷۵۱/۱ ^{ab} | ۷۴۷/۴ ^{abc} | ۷۴۷/۳ ^{abc} | ۷۴۷/۳ ^{abc} | ۷۴۷/۳ ^{abc} | ۴°C در توده ۲ |
| ۴°C در توده ۲ | ۳۷۵/۵ ^d | ۴۸۰/۳ ^{cd} | ۶۳۶/۸ ^{ab} | ۷۴۱/۳ ^{abc} | ۷۷۰/۴ ^{abc} | ۷۹۹/۳ ^{ab} | ۸۴۷/۵ ^b | ۸۴۷/۳ ^{abc} | ۸۴۷/۳ ^{abc} | ۸۴۷/۳ ^{abc} | |
| ۲°C در توده ۱ | ۴۲۹/۱ ^{cd} | ۵۳۱/۶ ^{cd} | ۶۴۳/۶ ^{ab} | ۷۴۹/۹ ^{abc} | ۷۸۳/۴ ^{abc} | ۸۰۰/۹ ^{ab} | ۷۸۷/۶ ^{abc} | ۷۸۷/۶ ^{abc} | ۷۸۷/۶ ^{abc} | ۷۸۷/۶ ^{abc} | |
| ۲°C در توده ۲ | ۳۸۶/۳ ^{cd} | ۵۰۴/۴ ^{cd} | ۶۱۸/۱ ^{ab} | ۷۲۷/۵ ^{abc} | ۷۷۱/۴ ^{abc} | ۸۰۲/۰ ^{ab} | ۷۹۲/۸ ^{abc} | ۷۹۲/۸ ^{abc} | ۷۹۲/۸ ^{abc} | ۷۹۲/۸ ^{abc} | |
| ۰°C در توده ۱ | ۵۴۹/۹ ^a | ۶۹۲/۴ ^a | ۷۱۴/۹ ^{ab} | ۸۲۱/۵ ^a | ۸۴۲/۹ ^a | ۸۵۳/۸ ^a | ۷۳۴/۳ ^{abc} | ۷۳۴/۳ ^{abc} | ۷۳۴/۳ ^{abc} | ۷۳۴/۳ ^{abc} | |
| ۰°C در توده ۲ | ۴۵۶/۸ ^{bcd} | ۵۹۹/۸ ^{bc} | ۷۲۳/۹ ^a | ۷۸۴/۸ ^{ab} | ۸۳۴/۹ ^{ab} | ۸۳۸/۶ ^a | ۷۱۳/۳ ^{bc} | ۷۱۳/۳ ^{bc} | ۷۱۳/۳ ^{bc} | ۷۱۳/۳ ^{bc} | |
| ۲°C در توده ۱ | ۳۷۱/۸ ^d | ۴۸۰/۰ ^d | ۵۸۵/۹ ^b | ۶۵۹/۴ ^c | ۶۹۹/۵ ^c | ۷۱۳/۸ ^b | ۷۴۴/۱ ^{abc} | ۷۴۴/۱ ^{abc} | ۷۴۴/۱ ^{abc} | ۷۴۴/۱ ^{abc} | |
| ۲°C در توده ۲ | ۴۷۸/۶ ^{abc} | ۵۹۴/۳ ^{bc} | ۷۰۴/۰ ^{ab} | ۷۷۸/۵ ^{abc} | ۸۰۴/۸ ^{abc} | ۸۱۴/۵ ^{ab} | ۸۲۴/۸ ^{ab} | ۸۲۴/۸ ^{ab} | ۸۲۴/۸ ^{ab} | ۸۲۴/۸ ^{ab} | |
| ۴°C در توده ۱ | ۵۲۰/۸ ^{ab} | ۵۹۲/۸ ^{bc} | ۶۵۲/۱ ^{ab} | ۶۹۱/۳ ^{bc} | ۷۱۷/۵ ^{bc} | ۷۱۷/۱ ^b | ۷۰۶/۰ ^c | ۷۰۶/۰ ^c | ۷۰۶/۰ ^c | ۷۰۶/۰ ^c | |
| ۴°C در توده ۲ | ۴۵۹/۳ ^a | ۶۳۸/۳ ^{ab} | ۷۰۵/۸ ^{ab} | ۷۳۵/۰ ^{abc} | ۷۸۸/۹ ^{abc} | ۷۷۲/۵ ^{ab} | ۷۶۹/۴ ^{abc} | ۷۶۹/۴ ^{abc} | ۷۶۹/۴ ^{abc} | ۷۶۹/۴ ^{abc} | |

در هر ستون، اعدادی که فاقد حرف مشترک هستند دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ می‌باشند. توده ۱، توده گلایی سیاه و توده ۲، توده پاییزه می‌باشد.



شکل ۱. تأثیر سطوح سرما بر هدایت الکتریکی در شکوفه زغال اخته



شکل ۲. روند تغییرات هدایت الکتریکی در تیمار شدت سرما و مدت زمان سرمادهی

اخته نشان داد که وقتی شکوفه در شرایط دمای کم قرار می‌گیرد میزان نشت یون‌ها افزایش می‌یابد. نشت یون‌ها از دیواره سلولی مربوط به فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی است که در شرایط سرما میزان فعالیت این آنزیم‌ها بیشتر می‌شود. این نتایج با تحقیق استوشنف و همکاران (۱۴) مطابقت دارد. لازم به ذکر است که افزایش شدت سرما تا +۴ درجه سبب افزایش و پس از آن موجب کاهش EC و پ-هاش شکوفه گردید. میزان EC از ۹۲/۲ تا ۸۴۶/۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و میزان اسیدیته نمونه‌ها بین ۶/۴ تا ۷/۷ متغیر بود.

باعث نشت یونی بیشتر گردیده است. با سپری شدن زمان و گرم‌تر شدن هوا، اثر سرما مشهودتر شد. این نتایج، تحقیقات لیندن (۶) و ریپ و همکاران (۱۰) را تأیید کرد. در شکوفه، به دلیل حساسیت زیاد آن، از همان ساعات اولیه، میزان تغییرات EC و در نتیجه خسارت سرما قابل ملاحظه است. با مقایسه شکل‌های ۱ تا ۳، تأثیر دما بر میزان EC و پ-هاش شکوفه زغال اخته نشان می‌دهد که تغییرات ایجاد شده در EC کاملاً صعودی و جهشی بوده، ولی در پ-هاش روند صعودی کند و گاه ثابت داشت. مطالعات صورت گرفته روی شکوفه زغال



شکل ۵. گل زغال اخته بعد از خسارت سرما

زغال اخته را کشت نمود که بین دو توده مطالعه شده، توده محلی پائیزه مقاوم‌تر نشان داد. هم‌چنین، در مناطقی که دما در مرحله ظهور شکوفه زغال اخته به بالای ۴+ درجه سلسیوس برسد، با در نظر گرفتن سایر عوامل محیطی، این گیاه قابلیت کشت و پرورش را دارد. محدوده جغرافیایی مناسب برای کاشت زغال اخته در استان قزوین، با توجه به دماهای ذکر شده، بیشتر در روستاهای توابع دو بخش طارم سفلی و الموت در کوهپایه‌ها می‌باشد.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌دانیم از سرکار خانم مهندس آذین عطاری کارشناس ارشد باغبانی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و سرکار خانم هدی طاهرخانی کارشناس تولیدات گیاهی استان قزوین تشکر و قدردانی نماییم.

بیشترین میزان تخریب در توده گلابی سیاه در دمای ۲+ درجه برای مدت ۵ ساعت حاصل شد. بر این اساس، توده گلابی سیاه حساسیت بیشتری به سرما داشت. بیشترین میزان EC ناشی از تخریب بافت‌ها، به‌عنوان شاخص تعیین آسیب سرما در شکوفه، از دمای ۴+ درجه سلسیوس به‌دست آمد. از این رو، دامنه تحمل به سرمای شکوفه زغال اخته دمای بالای ۴+ درجه سلسیوس برآورد می‌گردد.

با اطمینان زیاد می‌توان گفت که از پارامتر اسیدیته در سنجش مقاومت در مقابل سرما استفاده نمی‌شود و کمتر موردی می‌توان یافت که این پارامتر بیانگر میزان دقیق نشت یونی و آسیب بافت‌ها در اثر سرما باشد (۱۲). در آزمایش حاضر نیز به‌طورکلی رابطه کاهش اسیدیته با کاهش دمای اعمال شده تأیید نشد.

نتیجه‌گیری

در مناطقی که خطر سرمازدگی وجود دارد باید ارقام مقاوم

منابع مورد استفاده

1. Faust, M. 1997. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. Academic Press, N. Y.
2. Fereydooni, H., A. Zeinanlo, M. A. Khademi, A. Tamaskoni and M. Bagheri. 2009. Investigation on frost damage and selection of tolerant olive cultivars. 6th Iranian Horticultural Science Congress, 13-16 June, Guilan University. (In Farsi).
3. Kafi, M., A. Zand, B. Kamkar, F. Abaee and M. Mahdavi Damghani. 2009. Plant Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad, Volume 2, Mashhad. (In Farsi).
4. Kuroda, H. and SH. Sagisaka. 1993. Ultrastructural changes in cortical cells of apple (*Malus pumila* Mill.) associated with cold hardiness. *Plant and Cell Physiology* 34: 357-365.

5. Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1, Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, 2nd ed., Academic Press, New York, 497 p.
6. Linden, L. 2002. Measuring cold hardiness in woody plants. Academic dissertation, Department of Applied Biology and Horticulture, University of Helsinki, Finland.
7. McNamara, S. and H. Pellett. 2000. Cold hardiness of *Phellodendron sachalinense* Friedr. Schmidt seedlings increases with age. *Journal of Horticultural Science* 35: 304-305.
8. Nejatian, M. 2010. Evaluation of winter cold damages and selection and introduction of the cold resistant grape cultivars and genotypes. Agricultural Scientific Information and Documentation Center, Issue 89/1775. (In Farsi).
9. Pedryc, A., R. Hermán, T. Szabó, Z. Szabó and J. Nyéki. 2008. Determination of the cold tolerance of sour cherry cultivars with frost treatments in climatic chamber. *International Journal of Horticultural Science* 14(1-2): 49-54.
10. Ryypp, A., T. Repo and E. Vapaavuori. 1998. Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 557-565.
11. Samieerad, Z. 2011. Cornelian cherry (Planting, Maintenance and harvesting). Aeezh, publication, Tehran (In Farsi).
12. Sedaghathoor, Sh., H. Hokmabadi, N. Haghghat and A. H. Darabi. 2009. Evaluation of cold tolerance in 3 cultivars of kiwi fruit by ion leakage. Islamic Azad University, Rasht Branch. (In Farsi).
13. Siminovitch, D. 1982. Major acclimation in living bark of Sept. 16 black locust tree trunk sections after 5 weeks in the dark- Evidence for endogenous rhythms in winter hardening. PP. 117-128. In: Li, P. H. and A. Sakai. (Eds.), Plant Cold Hardiness and Freezing Stress, Vol. 2, Academic Press, New York.
14. Stushnoff, C., O. Junttila and A. Kaurin. 1973. Genetics and breeding for cold hardiness in woody plants. PP. 141-156. In: Kaurin, Å., O. Junttila and J. Nilsen (Eds.), Plant Production in the North. Norwegian Univ. Press, Oslo.
15. Weiser, C. J. 1970. Cold resistance and injury in woody plants. *Science* 169: 1269-1278.
16. Westwood, M. N. 1978. Temperate-Zone Pomology. WH Freeman and Co., San Francisco, 303 p.
17. Wisniewski, M. and E. N. Ashworth. 1986. A comparison of seasonal ultrastructural changes in stem tissues of peach (*Prunus persica*) that exhibit contrasting mechanism of cold hardiness. *Botanical Gazette* 147: 407-417.