اثر محلول‌پاشی کلسیم و روی بر تحمل به سرمای بهاره انگور بیدانه سفید

روح‌الله کریمی* و منیر ابراهیمی
گروه مهندسی فضای سبز، دانشگاه ملایر، ملایر
*نویسنده مسئول: Rouholahkarimi@gmail.com

چکیده

تغذیه بهینه روی وضعیت فیزیولوژیکی و تحمل به سرمای درختان اثر قابل‌توجهی دارد. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی محلول‌پاشی سولفات کلسیم (۰، ۱ و ۲ درصد) و سولفات روی (۰، ۰/۵ و یک درصد) روی تحمل به سرما و تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به سرما از قبیل قندهای محلول، پرولین و غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه و برگ انگور بیدانه سفید در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. برای این منظور در اسفندماه ۱۳۹۵ تعداد ۴۵ بوته انگور طی دو مرحله ۱۰ و ۲۵ اسفند محلول‌پاشی شدند. نمونه‌برداری طی سه مرحله فنولوژیکی نوک پنبه‌ای، شکوفایی جوانه و سه برگی انجام گرفت. بر اساس نتایج محلول‌پاشی کلسیم، روی و اثر متقابل آن‌ها بر تحمل به سرما، غلظت کربوهیدرات‌های محلول، پرولین و کلروفیل کل معنی‌دار شد. در مرحله نوک پنبه‌ای بیشترین تحمل به سرما با سولفات کلسیم ۲٪ در ترکیب با سولفات روی ۰/۵٪ محقق شد. در مراحل شکوفایی جوانه و سه برگی بیشترین تحمل به سرما در تاک‌های تیمار شده با سولفات کلسیم ۱٪ در ترکیب با سولفات روی ۱٪ به دست آمد. تاک‌های تغذیه‌شده با سطح سوم کلسیم به‌تنهایی یا در ترکیب با سطوح مختلف روی کلروفیل بیشتری داشتند. در مرحله نوک پنبه‌ای بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین جوانه در تیمار سولفات کلسیم ۲٪ با روی ۰/۵٪ مشاهده شد. عناصر کلسیم و روی ضمن افزایش کربوهیدرات‌های محلول، پرولین و کلروفیل باعث افزایش پتانسیل اسمزی و حفظ پایداری دیواره سلولی و افزایش تحمل به سرما در تاک‌های تیمار شده با این عناصر شدند.

کلمات کلیدی: **انگور، تغذیه گیاهی، مقاومت به سرما، پرولین**

مقدمه

سرمازدگی بهاره یکی از عوامل کاهش دهنده محصول انگور به‌ویژه در اقلیم‌های سرد می‌باشد که در برخی سال‌ها باعث تحمیل زیان‌های اقتصادی کلانی به تاک‌داران می‌شود. این کاهش محصول با ظهور و تداوم توده‌های هوای سرد در زمان شکوفا شدن جوانه‌ها نمود بیشتری پیدا کرده و مشابه با سرمای سه‌روزه ۲- درجه سانتی‌گرادی سال۱۳۹۴ در ملایر اغلب منجر به خسارت ۱۰۰ درصدی به محصول اغلب تاکستان می‌شود. تحمل یخزدگی فرایندی دینامیک بوده و بافت‌های مختلف درختان میوه با دو مکانیسم اجتناب (فراسردی یا سوپرکولینگ) و تحمل یخزدگی (تغلیظ شیره سلولی) به دماهای پایین سازگار می‌شوند. سازگاری به سرما مستلزم تغییر در جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از قبیل هورمون‌ها، کربوهیدرات‌های محلول، پرولین، محتوای پروتئین‌های محلول، ترکیبات فنولی و تغییر در ساختار غشاء است که همزمان با کاهش تدریجی دما در گیاهان ایجاد می‌شود (Karimi *et al.*, 2014). بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه یک ابزار مدیریتی است که وضعیت فیزیولوژیکی درختان و میزان تحمل آن‌ها به تنش‌های محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کلسیم و روی ازجمله عناصر ضروری هستند که با توجه به نقش ساختاری و آنزیمی که دارند می‌توانند بر تغییرات هورمون‌ها و قندهای محلول، زمان باز شدن جوانه‌ها و اجتناب از سرمازدگی بهاره نقش داشته باشند. هرساله بخش قابل‌توجهی از عنصرهای تغذیه‌ای همراه با برداشت میوه و نیز با انجام هرس از

تاک‌ها حذف می‌شود، درحالی‌که کود دهی قبل ازسرگیری رشد در اواخر زمستان به‌ندرت انجام می‌شود (Karimi, 2017). این عامل باعث کاهش ذخیره‌های کربوهیدراتی و رویی تاک‌ها می‌شود و از ظرفیت واقعی تحمل به سرمای آن‌ها می‌کاهد. بنابراین کاربرد عنصرهای تغذیه‌ای، به‌عنوان یکی از ابزارهای مدیریتی مؤثر در افزایش تحمل یخزدگی و تولید پایدار انگور نیازمند توجه بیشتری است. هدف نهایی این تحقیق دستیابی به ترکیبات کودی مناسبی است که باعث افزایش توان تحملی جوانه‌های بارده تاک در مواجه با سرمای بهاره (تحمل به سرما) و یا از طریق تأخیر در باز شدن جوانه‌ها (اجتناب از سرمازدگی) شود.

مواد و روش‌ها

در پایان زمستان سال ۱۳۹۴ تعداد ۴۵ تاک انگور رقم 'بیدانه سفید' با شرایط رشد و هرس یکنواخت در یک قطعه باغ تجاری ۱۵ ساله با سیستم تربیت داربستی واقع در روستای افسریه ملایر انتخاب و نشانه‌گذاری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار (سه بوته در هر واحد آزمایشی) اجرا شد. بوته‌ها با سولفات کلسیم (۰، ۱ و ۲٪) و سولفات روی (۰، ۰/۵ و ۱٪) طی دو مرحله در اواخر اسفند درست کمی قبل از متورم شدن تا تورم کامل جوانه‌ها محلول‌پاشی شدند. نمونه‌برداری در سه مرحله فنولوژیکی نوک پنبه‌ای (wooly bud)، شکوفایی جوانه (green tip) و مرحله سه برگی (3 leaf separated) انجام شد که طی آن تعداد ۱۰ تا ۱۵ شاخه به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر از گره‌های میانی شاخه‌های یک‌ساله انتخاب و جمع‌آوری شد. شاخه‌ها با یخدان یونولیتی برای ارزیابی‌های بعدی به آزمایشگاه تولیدات گیاهی دانشگاه ملایر منتقل شدند.

ارزیابی تحمل به سرما به روش نشت‌یونی انجام گرفت. ابتدا ۵ شاخه از هر تیمار درون فویل در معرض تیمارهای سرمایی مختلف در یک اتاقک سرما ساز ترموگرادیان قرار داده شد. تیمارهای سرمایی در مرحله اول (مرحله نوک پنبه‌ای) شامل: ۲، ۰، ۲-، ۴- و ۶- درجه سلسیوس، در مرحله شکوفایی جوانه شامل: ۴، ۲، ۰، ۲- و ۴- درجه سلسیوس و در مرحله سه برگی شامل: ۶، ۴، ۲، ۰ و ۲- درجه سلسیوس بود. بعد از کاهش تدریجی دما ($^{\circ}C$ ۲ در هر ساعت) تا تیمارهای سرمایی هدف، دمای اتاقک سرماساز به مدت ۵ ساعت در این دما ثابت باقی می‌ماند. بعد از اعمال تیمارهای سرمایی، قلمه‌ها به اولویت زمانی از اتاقک سرماساز خارج و دو ساعت در دمای اتاق قرار داده می‌شوند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۳). برای اندازه‌گیری نشت یونی، از قلمه‌های اختصاص یافته به هر تیمار تغذیه -سرمایی پنج جوانه با چاقوی تیز جدا و به‌صورت جداگانه در قوطی‌های ۷۰ میلی‌لیتری دارای ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر غوطه‌ور شد. 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 از دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد (هدایت الکتریکی اولی). لوله‌های آزمایش دارای نمونه‌های گیاهی در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده و پس از سرد شدن نمونه‌ها دوباره هدایت الکتریکی آن‌ها اندازه‌گیری شد (هدایت الکتریکی دومی). درصد نشت یونی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه خواهد شد (Karimi, 2014).

درصد نشت یونی = (هدایت الکتریکی اولی / هدایت الکتریکی دومی) ×۱۰۰

در هر مرحله از نمونه‌برداری، استخراج و اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول و پرولین نمونه‌های جوانه و برگ انجام شد (Karimi and Ershadi, 2015). تجزیه واریانس با نرم‌افزار آماری SAS 9.2 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

اثر سطح‌های سولفات کلسیم و روی بر تحمل به سرمای انگور 'بیدانه سفید' در تمامی مرحله‌های ارزیابی معنی‌دار شد. در مرحله نوک پنبه‌ای بیشترین تحمل به سرما با سولفات کلسیم ۲٪ در ترکیب با سولفات روی ۰/۵٪ محقق شد. کم‌ترین تحمل به سرما در بوته‌های شاهد مشاهده شد. در مراحل شکوفایی جوانه و سه برگی بیشترین

تحمل به سرما در تاک‌های تیمار شده با سولفات کلسیم ۱٪ در ترکیب سولفات روی ۱٪ به دست آمد (جدول ۱). در کل تاک‌هایی که با سطوح میانی روی و سطح بالای کلسیم تغذیه‌شده بودند در مقایسه با تاک‌های تیمار شده با سایر تیمارها تحمل به سرمای بیشتری نشان دادند. غلظت کلروفیل کل بین تیمارها متفاوت بود و تاک‌های تغذیه‌شده با سطح سوم کلسیم به‌تنهایی یا در ترکیب با سطوح مختلف روی کلروفیل بیشتری نشان دادند (جدول ۱). کمترین غلظت کارتنوئید با سطح سوم سولفات روی به‌تنهایی یا در ترکیب با سطوح دوم و سوم کلسیم مشاهده شد. بیشترین غلظت مربوط به شاهد بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر کاربرد برگی سولفات کلسیم و سولفات روی بر تحمل به سرمای بهاره و غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی انگور 'بیدانه سفید' در سه مرحله فنولوژیکی نوک پنبه‌ای، شکوفایی جوانه، سه برگی.

تیمارهای تغذیه‌ای	تحمل به سرما (LT_{50} (°C)			رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر)			
	نوک پنبه‌ای	شکوفایی جوانه	سه برگی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها
C_1Z_1	-۸/۳ e	-۴/۲ d	-۱/۸ d	۱/۱۹ d	۰/۴۲ b	۱/۶۱ d	۱/۳۵ a
C_1Z_2	-۹/۵ d	-۴/۹ c	-۲/۵ b	۱/۴۲ c	۰/۵۴ a	۱/۹۳ bc	۱/۱۳ b
C_1Z_3	-۱۰/۲ bc	-۵/۳ bc	-۳/۲ a	۱/۶۱ a	۰/۴۶ ab	۲/۰۷ a	۱/۳۰ a
C_2Z_1	-۹/۳ d	-۵/۲ c	-۲/۷ b	۱/۴۲ c	۰/۴۳ b	۱/۸۵ c	۱/۰۵ bc
C_2Z_2	-۱۰/۷ b	-۵/۹ a	-۳/۶ a	۱/۴۳ c	۰/۵۲ a	۱/۸۲ b	۱/۱۲ b
C_2Z_3	-۱۰/۵ b	-۶/۴ a	-۳/۴ a	۱/۶۴ a	۰/۴۴ b	۲/۰۸ a	۰/۷۰ d
C_3Z_1	-۹/۹۳ c	۵/۱ c	-۲/۱ cd	۱/۶۴ a	۰/۴۶ ab	۲/۱۰ a	۰/۹۲ c
C_3Z_2	-۱۱/۲ a	-۵/۵ b	-۲/۳ bc	۱/۶۲ a	۰/۴۸ ab	۲/۱۳ a	۰/۸۲ cd
C_3Z_3	-۱۰/۶ b	-۵/۸ ab	-۲/۲ c	۱/۵۴ b	۰/۴۳ b	۱/۹۸ b	۰/۹۰ c

C_1= 0% $CaSO_4$, C_2= 1% $CaSO_4$, C_3= 3% $CaSO_4$, Z_1= 0% $ZnSO_4$, Z_2= 1% $ZnSO_4$, Z_3= 2% $ZnSO_4$.

برهمکنش سطح‌های سولفات کلسیم و روی بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین جوانه در دو مرحله نوک پنبه‌ای و شکوفایی کامل معنی‌دار شد ولی در مرحله سه برگی فقط بین غلظت کربوهیدرات برگ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با افزایش سطح سولفات کلسیم غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین جوانه افزایش پیدا کرد. در مرحله نوک پنبه‌ای بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین جوانه در تیمار سولفات کلسیم ۲٪ با روی ۰/۵٪ مشاهده شد که با سولفات کلسیم ۱٪ و روی ۰/۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پرولین این مرحله در بوته‌های بدون کاربرد کود سولفات کلسیم و روی محقق شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر کاربرد برگی سولفات کلسیم و سولفات روی بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول و غلظت پرولین جوانه انگور 'بیدانه سفید' در سه مرحله فنولوژیکی نوک پنبه‌ای، شکوفایی جوانه، سه برگی.

تیمارهای تغذیه‌ای	کربوهیدرات‌های محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)			پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)		
	نوک پنبه‌ای	شکوفایی جوانه	سه برگی	نوک پنبه‌ای	شکوفایی جوانه	سه برگی
C_1Z_1	۲۵/۲ e	۱۵/۳ f	۷/۱۵ d	۶/۵۲ e	۲/۳۹ d	۱/۹۸ a
C_1Z_2	۳۰/۵ d	۱۷/۳ e	۹/۹۷ c	۷/۵۸ d	۴/۳۱ b	۱/۹۹ a
C_1Z_3	۳۲/۴ d	۱۸/۵ d	۱۰/۴۹ b	۸/۴۷ c	۴/۳۴ b	۲/۰۲ a
C_2Z_1	۳۴/۶ cd	۱۸/۹ d	۹/۵۶ c	۸/۶۳ bc	۳/۹۲ c	۲/۰۶ a
C_2Z_2	۳۶/۹ b	۲۳/۵ a	۱۱/۷۸ a	۸/۹۴ b	۵/۲۵ a	۲/۱۴ a
C_2Z_3	۳۶/۴ b	۲۲/۲ b	۱۰/۷۷ ab	۹/۳۶ a	۴/۴۴ b	۲/۱۵ a
C_3Z_1	۳۵/۲ bc	۲۰/۸ c	۱۱/۱۹ a	۸/۳۴ c	۴/۳۸ b	۲/۰۳ a
C_3Z_2	۳۹/۲ a	۲۳/۹ a	۱۱/۶۷ a	۸/۴۴ c	۴/۸۷ a	۲/۰۹ a
C_3Z_3	۳۷/۳ ab	۲۳/۸ a	۱۱/۷۹ a	۸/۴۳ c	۴/۹۱ a	۲/۰۸ a

C_1= 0% $CaSO_4$, C_2= 1% $CaSO_4$, C_3= 3% $CaSO_4$, Z_1= 0% $ZnSO_4$, Z_2= 1% $ZnSO_4$, Z_3= 2% $ZnSO_4$.

توانایی عناصر کلسیم و روی ضمن افزایش کربوهیدرات‌های محلول، پرولین و کلروفیل باعث افزایش پتانسیل اسمزی و حفظ پایداری دیواره سلولی شده و با تأثیر بر تداوم نفوذپذیری غشاء سلولی نشت یونی را کاهش و تحمل به سرما را در تاک‌های تیمار شده با این عناصر بهبود داد.

سهم علمی مقاله: مقاله حاضر بخشی از طرح پژوهشی نگارنده اول می‌باشد که با همکاری نگارنده دوم انجام شده است.

منابع

Karimi, R. 2014. Evaluation of nutrition and abscisic acid efficacy on cold hardiness of grapevine (*Vitis vinifera* L.). Ph.D. Thesis, BuAli Sina University, p 240. (in Persian).

Karimi, R. 2017. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. Scientia Horticulturea. 215, 184-194.

Karimi, R., Ershadi, A. 2015. Role of exogenous abscisic acid in adapting of 'Sultana' grapevine to low temperature stress. Acta Physiologia Plantarum. 37, 15.

Karimi, R., Ershadi, A., Esna-Ashari, M. And Akbarboojar, M.M. 2015. Seasonal changes in soluble proteins, total phenol and malondialdehyde content and their relationship with cold hardiness of some grapevine cultivars. Journal of Crop Improvement, 16, 999–1013. (in Persian).

Effects of Calcium and Zinc Spray on Spring Chilling Tolerance of 'Sultana' Grapevine

Rouhollah Karimi* **and Monir Ebrahimi**
Department of Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Iran.
*Corresponding Author: Rouholahkarimi@gmail.com

Abstract

Optimum nutrition affects tree physiology and its cold tolerance. This study aimed to evaluate the effect of foliar application of $CaSO_4$ (concentration of 0, 1 and 2%) and $ZnSO_4$ (concentration of 0, 0.5 and 1%) on cold tolerance, soluble carbohydrates, proline and chlorophyll and carotenoid content of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv 'Sultana'). Therefore, in late winter (28 Feb. and 5 Mar.) of 2016, these fertilizers were sprayed two times on grapevines located in Malayer vineyards under a factorial layout, based on a randomized complete block design. Sampling was performed during three phonological stages of wooly bud, green tip and tree leaf separated status. Based on results, foliar application of $CaSO_4$, $ZnSO_4$ and their interaction was significant on cold tolerance, soluble carbohydrates, proline and chlorophyll and carotenoid content of grapevine plants. In wooly bud stage, the highest cold tolerance was found in 2% $CaSO_4$ in combination with $ZnSO_4$ at 0.5% treatment. In green tip and tree leaf separated stages, the highest cold tolerance was obtained with 1% CaSO4 in combination with $ZnSO_4$ at 1% treatment. The maximum chlorophyll content was exhibited in plants sprayed with 2% calcium sulfate solely or in combination with different zinc sulfate levels. Moreover, 2% calcium sulfate in combination with 0.5% zinc sulfate treatment resulted in a higher increment in soluble carbohydrates and proline concentration. Calcium and zinc nutrition treatment improved soluble carbohydrates, proline and chlorophyll content and subsequent increase in osmotic potential and cell wall stability which finally increased cold tolerance of treated vines.

Keywords: **Grapevine, Plant Nutrition, Chilling tolerance, Proline.**