

اثر مصرف خاکی سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی سولفات منیزیم در تحمل انگور

نسبت به سرمای مصنوعی و سرمازدگی طبیعی بهاره^۱

Effects of Potassium Sulfate Soil Drench and Foliar Application of Magnesium Sulfate on Grapevine Tolerance to Artificial and Spring Frostbite

حسن حسین آبادی، موسی رسولی^{*}، علی عبادی، احمد ارشادی، محمد علی نجاتیان^۲

چکیده

دمای پایین فصل‌های سرد، هر چند سال یک بار به تاکستان‌های مناطق مختلف کشور خسارت‌های سنگینی وارد می‌نماید. این پژوهش با هدف تغذیه متعادل و اثرهای آن بر تحمل تاک‌های انگور (رقم بیدانه سفید) تربیت یافته در سیستم خزنه نسبت به سرما و جلوگیری از خسارت یخبندان در یکی از تاکستان‌های شهرستان شازند از توابع استان مرکزی انجام شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر مبنای بلوک کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در ۵ تکرار، در سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ اجرا شد. مقدارهای مختلف کود سولفات پتاسیم در چهار سطح صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۲۵ کیلوگرم به ازای هر تاک در کرت‌های اصلی در اردیبهشت ماه و قبل از آبیاری اول و محلول‌پاشی سولفات منیزیم در سه سطح صفر، ۹ و ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری (در ۲ نوبت بعد از مرحله تمام گل به فاصله ۱۰ روز) در کرت‌های فرعی مصرف شد. در سال دوم آزمایش (۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵) سرمازدگی طبیعی در روز ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۵ با دمای مطلق صفر درجه سلسیوس و سرعت باد ۶ متر در ثانیه به وقوع پیوست. افزون بر وقوع سرمای طبیعی، دو مرحله سرمای مصنوعی بر جوانه شاخه‌های یک‌ساله (در فصل خواب در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵) با دماهای ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- درجه سلسیوس اعمال شد. نتیجه‌ها نشان داد که تاک‌های تیمار شده با مصرف خاکی ۱/۵ کیلوگرم از سولفات پتاسیم به ازای هر تاک به همراه محلول‌پاشی ۹ کیلوگرم سولفات منیزیم در ۱۰۰۰ لیتر آب (غلظت ۹ در هزار)، با کمترین نشت الکترولیت نسبت به دیگر تیمارها در مقابل سرمای مصنوعی و با ۳۲٪ جوانه رشد کرده در رویارویی با سرمای طبیعی تحمل بیشتری داشتند و نسبت یون‌های پتاسیم به منیزیم در این تیمار برابر ۵ بود که نشان از یک نسبت متعادل بین این دو عنصر است.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، رقم انگور، سیستم تربیت، منیزیم، نشت الکترولیت.

مقدمه

سطح تاکستان‌ها در کشور ۲۹۴ هزار هکتار می‌باشد که معادل ۱۲٪ سطح کل باغ‌های کشور است (۱۱). اقتصاد بسیاری از خانوارهای روستایی، حتی در بعضی نقاط به مقدار ۱۰۰٪ وابسته به تاکستان‌های انگور

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۵

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mousarasouli@gmail.com).

می‌باشد و رقم انگور بیدانه سفید سهم زیادی در صادرات کشمش کشور و مصرف تازه خوری در بازارهای داخلی و خارجی دارد. رقم بیدانه سفید و دیگر رقم‌های تجاری ایران از گونه *Vitis vinifera* L. می‌باشند (۱۰). در مناطق سرد کشور، به‌ویژه اطراف رودخانه‌ها و نقاط کم ارتفاع تاکستان‌های بسیار زیادی احداث شده و سیستم غالب تربیت تاک‌ها از نوع خزنده و رقم غالب بیدانه سفید می‌باشد و هر چند سال یک بار این تاکستان‌ها با خسارت دماهای پایین روبه‌رو می‌شوند. این خسارت‌ها یا از راه سرمای زود هنگام پاییز و آسیب وارد شدن به بافت‌های به‌نسبت سبز گیاه و یا از راه یخبندان و از بین رفتن شاخه‌های یک‌ساله و تنه گیاه در زمستان و یا سرماهای بازتابشی در اوایل بهار و خسارت به جوانه و برگ‌های نورسته می‌باشد. پژوهش‌هایی در خصوص اثرهای کاربرد کودهای پتاسیم و منیزیم بر کمیت و کیفیت محصول انگور انجام شده است ولی بررسی‌های محدودی درباره جنبه تحمل تاک به سرما از راه کاربرد کودهای یادشده در سیستم‌های تربیت خزنده وجود دارد.

پتاسیم و منیزیم، قند و اسیدهای آلی را در ریشه و شاخه‌های یک‌ساله تاک افزایش می‌دهد (۳۱)، که نتیجه آن افزایش تحمل به سرما می‌باشد (۲۲). پتاسیم در درختان میوه تأثیر بسیار مهمی بر عملکرد کمی و کیفی و افزایش تحمل به سرما، بیماری‌ها و تنش‌های شوری و خشکی دارد (۷). غلظت بالای پتاسیم در یاخته و افزایش تحمل به یخبندان اغلب وابسته به تنظیم پتانسیل اسمتیک و آب شیره یاخته‌ای و کاهش نشت الکترولیت (حاصل از دمای سرمازدگی) است (۱۲، ۳۶). کاربرد پتاسیم قبل از کشت تاک، منجر به زنده ماندن بیشتر جوانه در تاک‌ها شده است (۲۶). پژوهشگران با بررسی خطر سرمازدگی زمستانه بر جوانه‌ها و شاخه‌های خشبی و نیز خطر سرمازدگی بهار روی شاخه‌های علفی انگور در ۲۰ رقم انگور تجاری دریافتند که همه رقم‌های یادشده نسبت به این سرما حساس بوده و راهکار عملی کاهش این آسیب‌ها را تغذیه مناسب با کودهای پتاسه می‌دانند (۲۰). همچنین محلول پاشی قبل از برداشت با پتاسیم، تحمل به سرما را در انگور بهبود بخشید (۳۷).

مهم‌ترین عمل منیزیم در گیاهان شرکت در ساختمان کلروفیل به عنوان هسته کلروفیل است و افزون بر آن با دخالت در فعالیت آنزیم کربوکسیلاز در تثبیت دی‌اکسیدکربن نقش دارد (۲). وجود منیزیم در گیاه فقط زیر تأثیر قدرت ذخیره و رهاسازی خاک نیست، بلکه نسبت کاتیون‌ها در مکان‌های تبدالی در این باره تأثیر بسزایی دارد و تعادل نداشتن این دو یون ممکن است به کمبود منیزیم منجر شود (۳).

برهمکنش ماده‌های غذایی ممکن است در سطح ریشه یا در درون گیاه اتفاق افتد و به دو حالت اصلی تقسیم‌بندی می‌شود. در حالت اول برهمکنش بین یون‌ها اتفاق می‌افتد زیرا یون‌ها می‌توانند پیوند شیمیایی تشکیل دهند. برهمکنش در این مرحله به علت تشکیل رسوب یا ترکیبات است. شکل دوم برهمکنش بین یون‌هایی است که ویژگی‌های شیمیایی آن‌ها به اندازه کافی مشابه است که در سایت‌های جذب، تبادل و انتقال در روی ریشه یا درون بافت‌های گیاه رقابت می‌کنند. این اثرهای متقابل بین ماده‌های غذایی مشابه در اندازه، بار یونی، آرایش هندسی و الکترونی اتفاق می‌افتد (۳۳) و بین Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، K^{+} و Na^{+} معمول است (۲۱). در این حالت سایت‌های اتصال یاخته‌ها نمی‌توانند تفاوت بین یون‌ها را تشخیص دهند (۲۷). در این مورد تفاوت غلظت عنصرهای خاک روی جذب گیاه اثر می‌گذارد، به طوری‌که در دسترس بودن بیشتر یکی از یون‌ها احتمال جذب بیشتر را در رقابت با یون‌های دیگر فراهم می‌کند. بنابراین نسبت جذب یون‌های رقیب کاهش می‌یابد (۱۴، ۳۴).

افزایش سطح پتاسیم به‌طور معمول سرعت جذب منیزیم را به‌ویژه هنگامی که مقدار منیزیم پایین باشد، کاهش می‌دهد، در حالی که برهمکنش منیزیم روی جذب پتاسیم خیلی ناچیز است (۸). پژوهش‌ها نشان داده است که تعادل نداشتن نسبت پتاسیم به منیزیم می‌تواند با افزایش غلظت هر یک از ماده‌های غذایی کمبود یافته اصلاح شود (۳۱، ۳۷). مقدار زیاد پتاسیم در خاک‌های با مقدار کم منیزیم قابل دسترس کم، جذب منیزیم را کاهش می‌دهد (۳۹). زیادی یکی از این ماده‌های غذایی می‌تواند منجر به کمبود دیگری و در نتیجه سبب کاهش عملکرد کمی و

کیفی محصول شود. کمبود پتاسیم و زیادی منیزیم در بافت گیاه انگور، با افزودن پتاسیم منجر به افزایش پتاسیم گیاه شده است (۱۳).

نسبت پتاسیم به منیزیم برگ می‌تواند شاخص خوبی برای تعیین نیاز منیزی باشد. مقدار بهینه این نسبت در محدوده ۵ تغییر می‌کند. اگر این نسبت کمتر از ۳/۵ باشد نشان دهنده زیاد بودن منیزیم است و اگر بیشتر از ۷ باشد کمبود منیزیم در انگور را نشان می‌دهد (۴، ۹). نسبت بالای پتاسیم به منیزیم و یا نسبت بالای پتاسیم به کلسیم در بافت‌های گیاهی شیوع خشکیدگی قسمت انتهایی محور خوشه را افزایش و کاربرد کودهای کلسیم و منیزیم به‌طور مؤثر این ناهنجاری را کاهش می‌دهد (۴۹) از سوی دیگر میوه‌هایی که کلسیم کافی دارند قابلیت حمل آن‌ها بهتر و در شرایط مساعد مدت بیشتری قابل نگهداری هستند. حدود ۶۰٪ از کلسیم کل گیاه در دیواره‌های یاخته موجود می‌باشد که موجب استحکام میوه می‌گردد (۶).

پتاسیم به آسانی در سراسر تاک پخش می‌شود (۲۹). تاک‌های انگور پتاسیم را برای رشد جدید در بهار و از راه جذب ریشه تقاضا می‌کنند. به عبارتی، بیشتر تقاضا از شکست خواب جوانه تا گلدهی می‌باشد. نیاز به پتاسیم بیشتر طی توسعه حبه‌ها و رسیدن آن ضروری است و در این زمان میوه مصرف کننده پتاسیم انتقال یافته در ساختار تاک می‌باشد (۲۸). با توجه به این‌که میوه‌های در حال گسترش چنین تقاضای شدیدی برای پتاسیم دارند زمان مصرف کودهای دارای پتاسیم از زمان شکستن خواب تا ورازن (شروع رنگ‌گیری حبه‌ها) مورد نظر است. ۵۰٪ پتاسیم مورد تقاضای تاک از راه جذب ریشه‌ها از خاک انجام می‌شود و مابقی آن از پتاسیم ذخیره شده در ساختمان تاک تامین می‌شود (۱۸، ۴۱). منیزیم یک عنصر متحرک است و سریع از بافت‌های قدیمی به بافت‌های جوان حرکت می‌کند و ابتدا برگ‌های پایین تاک کمبود را نشان می‌دهند و این کمبود از اواسط تا اواخر فصل رشد ظاهر می‌شود. منیزیم به‌طور مستمر از شکست خواب جوانه تا قبل از ریزش برگ (در پاییز) در ساقه، ریشه، شاخه‌ها، برگ‌ها ذخیره می‌شود (۱۸).

کود پتاسیم پیشنهاد شده بر اساس مقدار پتاسیم دمبرگ پیشنهاد می‌شود. در صورت بیشتر بودن مقدار پتاسیم دمبرگ از ۲٪، کود مصرف نمی‌شود و اگر مقدار آن، ۱/۵ تا ۲٪، مقدار کود مصرفی ۱۱۲ تا ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار، با مقدار ۱ تا ۱/۵ به مقدار ۲۲۴ تا ۳۳۶ کیلوگرم در هکتار و در صورت کمتر از ۱٪ به مقدار ۳۳۶ تا ۴۴۸ کیلوگرم کود پتاسیم در هکتار پیشنهاد شده است. در صورتی‌که مقدار pH خاک در حد خنثی باشد ۳۳۶ تا ۶۷۲ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم با مصرف در خاک و ۱۲/۵ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب از این کود به‌صورت محلول پاشی سفارش شده است که در دو مرحله و بعد از گدھی سفارش شده است (۳۲).

تاکنون پژوهش‌هایی برای تامین پتاسیم و از راه محلول پاشی برگ به تنهایی یا با کاربرد با دیگر عناصر در کشورمان به انجام رسیده است به‌طور مثال محلول پاشی اوره در دو مرحله بعد از برداشت انگور (غلظت‌های صفر، ۱ و ۲٪) و سولفات پتاسیم (غلظت‌های صفر، ۱/۵ و ۳٪) در دو مرحله قبل و دو مرحله بعد از برداشت این محصول انجام شد و پس از اعمال سرمای مصنوعی در آبان، دی و اردیبهشت ماه، بالاترین تحمل به سرما با تیمار سولفات پتاسیم ۳٪ به تنهایی و یا در ترکیب با سطح‌های اوره مشاهده شد (۲۵). کاربرد ۵ بار محلول پاشی سولفات پتاسیم با غلظت ۲٪ در طی فصل رشد تحمل به سرما را در انگور رقم بیدانه سفید افزایش داد و از آسیب‌های یخبندان در طی زمستان پیشگیری نمود (۳۵).

متداول نبودن مصرف کود سولفات پتاسیم در تاکستان‌ها از یک سو و بی‌توجهی در مصرف آن بدون در نظر داشتن تغذیه سایر عناصر، می‌تواند زمینه ساز مشکلات تغذیه و سیستم جذب عناصر در تاک باشد و این مهم در مناطق با اقلیم سرد که تاکستان‌ها در معرض خطرات یخبندان و سرمازدگی هستند از اهمیت بالاتری برخوردار است. این پژوهش با هدف تغذیه متعادل و اثر آن بر تحمل تاک‌های انگور تربیت یافته در سیستم

خزنده نسبت به سرما و جلوگیری از خسارت یخبندان در انگور رقم بیدانه سفید از راه کاربرد مصرف سولفات پتاسیم در خاک و محلول پاشی برگ با سولفات منیزیم، انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و محل انجام آزمایش

این پژوهش از اسفند ماه سال ۱۳۹۳ تا مهر سال ۱۳۹۵ در یکی از تاکستان‌های روستای خسبیجان، از توابع شهرستان شازند استان مرکزی انجام شد. تاک‌های مورد آزمایش ۲۵ ساله، روش تربیت آن‌ها به صورت سیستم خزنده و آبیاری آن‌ها به روش غرقابی بود. همچنین هرس و شارژ تاک‌ها یکنواخت (تعداد شاخه‌های یک ساله و جوانه‌ها در هر تاک برابر بود). دیگر عملیات داشت به روش متداول و عرف منطقه در تاکستان محل پژوهش انجام گرفت، تغذیه متداول در تاکستان‌های منطقه مصرف کود پوسیده دامی در داخل جوی‌های سیستم خزنده است که متناسب با امکانات و وقت هر تاکدار به انجام می‌رسد ولی در باغ مورد پژوهش در سال‌های زمان انجام آزمایش این کود مصرف نشد. مبارزه با تریپس و کرم خوشه‌خوار نیز از راه محلول پاشی رایج است. نمونه برداری از خاک تاکستان، با حفر پروفیل به عمق ۱۲۰ سانتی‌متر (به دلیل گسترش ریشه تا این عمق در سیستم تربیت خزنده و گرفتن نمونه از لایه‌های صفر تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر) در کف جوی‌های آبیاری امتداد یافته مجاور تنه تاک‌ها به منظور تعیین pH و بافت خاک انجام شد. طبق داده‌های آماری ایستگاه سینوپتیک خنداب که نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به محل پژوهش است، با توجه به دوره آماری سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۹۶، بیشینه مطلق دما برابر ۴۱/۵ و کمینه مطلق دما برابر ۲۹/۵- درجه سلسیوس و میانگین دمای سالانه ۱۲/۴ درجه سلسیوس ثبت شده است. همچنین میانگین تعداد روزهای یخبندان در هر سال طی این دوره آماری برابر ۱۰۱ روز، میانگین رطوبت سالانه برابر ۴۷٪ و طبق نقشه‌های توپوگرافی، ارتفاع از سطح دریا در تاکستان محل پژوهش ۱۹۸۰ متر می‌باشد.

طرح آزمایشی و تیمارها

آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار به انجام رسید. سطوح اصلی ۴ سطح مصرف مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم در خاک در اردیبهشت ماه و قبل از آبیاری اول (K_1) - بدون تغذیه و روال معمول (شاهد)، K_2 - سولفات پتاسیم به مقدار ۰/۷۵ کیلوگرم به ازای هر تاک، K_3 - سولفات پتاسیم به مقدار ۱/۵ کیلوگرم به ازای هر تاک، K_4 - سولفات پتاسیم به مقدار ۲/۲۵ کیلوگرم به ازای هر تاک و سطوح فرعی شامل ۳ سطح مصرف سولفات منیزیم به صورت محلول پاشی (Mg_1 - آب مورد استفاده در آبیاری، Mg_2 - محلول پاشی با سولفات منیزیم به مقدار ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری، Mg_3 - محلول پاشی با سولفات منیزیم به مقدار ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری) بود. مصرف کود سولفات پتاسیم بعد از مرحله تمام گل و قبل از اولین آب آبیاری (شکل ۱) و به طور تقریب مصادف با اوایل خرداد و محلول پاشی سولفات منیزیم (شکل ۲) بعد از گلدهی در دو نوبت با فاصله ۱۰ روز، نوبت اول مصادف با ۸ تیرماه و نوبت دوم ۱۸ تیرماه بود. بعد از مصرف کود سولفات پتاسیم به صورت نوارهایی در بستر جوی‌ها، با لایه‌ای از خاک به عرض ۱۰ سانتی نوارهای مصرف کود پوشانده شد. برای هر تیمار درون هر تکرار ۳ تاک در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌ها

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل عنصرهای برگ، نشت یونی جوانه‌ها بعد از اعمال تیمار سرمایی و درصد جوانه رشد کرده بعد از وقوع سرمای طبیعی بود.

اندازه‌گیری عنصرهای برگ

به منظور تعیین مقدار عنصرهای پتاسیم، کلسیم، منیزیم و تعیین نسبت پتاسیم به منیزیم، نمونه‌گیری از پهنک برگ در هر دو سال آزمایش انجام شد. زمان نمونه‌گیری، ۳ هفته بعد از خاتمه نوبت دوم محلول پاشی سولفات

منیزیم و طبق تاریخ در دو سال آزمایش مصادف با ۸ مرداد ماه بود. در روز نمونه‌گیری و صبح هنگام و قبل از شدت یافتن گرمای هوا، از هر تاک ۱۵ برگ انتخاب گردید. نمونه‌های برگ تهیه شده در کیسه های پلاستیکی قرار داده شد و در هنگام حمل آن‌ها از تاکستان تا محل آزمایشگاه خنک نگه داشته شدند. در آزمایشگاه نمونه ها با آب مقطر شستشو داده شد و پس از خشک شدن نمونه ها به وسیله آسیاب پودر گردید و اندازه گیری عنصرها به روش هضم با کلریدریک اسید انجام شد (۱).

اعمال سرمای مصنوعی و اندازه‌گیری نشت الکترولیت (در فصل خواب در سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵)

نمونه‌برداری و اعمال تیمار سرمایی در مرحله خروج از سازگاری تاک‌ها و در دو نوبت به انجام رسید. نوبت اول در نیمه دوم اسفند ماه ۱۳۹۴ و نوبت دوم در نیمه اول فروردین ۱۳۹۵ انجام شد و در هر نوبت، از چهار جوانه پایینی شاخه‌های یک ساله تعداد ۴ قلمه دارای ۴ جوانه از هرتاک برداشت شد. قلمه‌ها پس از نشانه‌گذاری، درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و بی‌درنگ برای ارزیابی‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل گردید. به‌منظور حذف آلودگی گرد و خاک، شاخه‌های یک‌ساله با آب مقطر شستشو داده شد. پس از حذف رطوبت اضافی با دستمال حوله‌ای، جوانه‌های هر قلمه جدا گردید و هر ۴ جوانه یک قلمه درون یک قوطی فیلم قرار داده شد و یک قطره آب درون قوطی ریخته شد. بنابراین از هر تاک ۴ قوطی حاوی ۴ جوانه تهیه شد. هر یک از ۴ قوطی تهیه شده برای یک تیمار سرمایی در نظر گرفته شد (۴). قوطی‌های حاوی جوانه در یک اتاقک سرماساز ترموگرادیان (مدل ۴۰۰ لیتر، شرکت راد الکترونیک، ساخت ایران) در معرض تیمارهای سرمایی قرار داده شد. تیمارهای سرمایی شامل ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- درجه سلسیوس بودند. دمای اولیه اتاقک سرماساز در شروع تیمارهای سرمایی بر اساس دمای محیط در روز نمونه برداری تعیین شد و روند کاهش دمای آن ۲ درجه سلسیوس در هر ساعت بود. بعد از کاهش تدریجی دما تا تیمارهای سرمایی هدف، دمای اتاقک سرماساز به مدت ۷۵ دقیقه در این دما ثابت باقی ماند. بعد از اعمال تیمارهای سرمایی، قلمه‌ها از اتاقک سرماساز خارج و به منظور ذوب شدن تدریجی یخ ابتدا ۲ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس و سپس ۳ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. تیمارهای سرمایی بر اساس آزمایش‌های مقدماتی بررسی مقاومت به سرمای جوانه‌ها انتخاب شدند به طوری که دمای LT_{50} (دمایی که در آن مقدار نشت یونی بافت گیاهی ۵۰٪ نشت یونی کامل است که به دنبال اتوکلاو کردن بافت به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس ایجاد می‌شود) در آن محدوده‌ها قرار گرفت (۵).

برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت، درون قوطی‌های فیلم ۴۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد و قوطی ها به مدت ۲۰ ساعت روی شیکر با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از این مدت هدایت الکتریکی آن‌ها با استفاده از دستگاه هدایت سنج (مترام مدل ۹۱۴ ساخت سوئیس) اندازه گیری گردید (هدایت الکتریکی اول)، سپس قوطی ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد و پس از سرد شدن نمونه ها دوباره هدایت الکتریکی آن ها اندازه گیری شد (هدایت الکتریکی دوم). درصد نشت یونی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۳۸).

$$\text{(رابطه ۱)} \quad 100 \times (\text{هدایت الکتریکی دوم} / \text{هدایت الکتریکی اول}) = \text{درصد نشت یونی}$$

سرمازدگی طبیعی بهاره و تعیین درصد جوانه رشد کرده (طی فصل رشد در سال ۱۳۹۵)

رودخانه شفاء در غرب استان مرکزی قرار گرفته است و محدوده‌هایی از زمین‌های شهرستان‌های شازند و خداب در اطراف این رودخانه واقع شده است. تاکستان‌های با سیستم تربیت خزنه و به‌طور غالب از نوع رقم بیدانه سفید در اطراف آن گسترش یافته است. تجمع هوای سرد در اراضی کم ارتفاع اطراف رودخانه از جانب شیب‌های شرقی و غربی در طول تقریبی ۵۰ کیلومتر و برگشت دما از زمین به سطوح بالاتر و وقوع پدیده وارونگی؛ تاکستان‌های انگور را در بهار مواجه با پدیده سرمازدگی تابشی می‌نماید. روزهای وقوع سرمازدگی

طبیعی توسط باغداران به خوبی تشخیص داده شد و مشخصه اصلی این موضوع در نزد آنان ساکن ماندن هوا و کاهش دما می باشد. در بررسی داده های هواشناسی این نوع سرما زدگی در سال دوم آزمایش اتفاق افتاد. بعد از وقوع این نوع سرما زدگی، میانگین درصد جوانه رشد کرده در پنج جوانه ابتدایی شاخه تعیین شد. بدین منظور از هر تاک ۱۲ شاخه مورد بررسی قرار گرفت و این ویژگی ها طبق رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$\text{درصد جوانه های رشد کرده} = \frac{\text{تعداد جوانه های رشد کرده در تاک}}{\text{تعداد کل جوانه تاک های}} \times 100 \quad (\text{رابطه ۲})$$

واکاوی داده ها

واکاوی داده های به دست آمده از تیمارهای اعمال شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 انجام شد. همچنین مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱٪ صورت گرفت.

نتایج

اندازه گیری عنصرهای برگ

نتیجه های حاصل از تجزیه خاک نشان داد که بافت نمونه های خاک تاکستان مورد بررسی لومی و pH آن ۷/۵ بود. طبق تجزیه واریانس مرکب انجام شده (جدول ۱)، اثرهای سال در دو سال آزمایش معنی دار شد و این تفاوت در مقادیر پتاسیم و نسبت پتاسیم به منیزیم بود. اما از آن جا که بررسی مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نسبت های آن در هر سال متناسب با تیمارهای اعمال شده می توانست روند تغییرات این عنصرها را به خوبی نشان دهد، بنابراین تجزیه واریانس به تفکیک هر سال انجام گرفت و نتیجه های مقایسه میانگین سال های آزمایش تشریح شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرهای ساده تیمارهای سولفات پتاسیم و سولفات منیزیم بر مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به منیزیم در برگ های انگور رقم بیدانه سفید.

Table 1. Mean comparison of potassium sulfate and magnesium sulfate effectes on concentration of potassium, calcium, magnesium and potassium to magnesium ratio in the leaves of *Vitits vinifera* L. cv. Bidane Sefid- first year of experiment.

تیمارها Treatment	کلسیم Ca (%)	پتاسیم K (%)	منیزیم Mg (%)
K ₁	0.1442 ^a	0.5485 ^a	0.206 ^a
K ₂	0.1521 ^a	0.5279 ^a	0.200 ^a
K ₃	0.1777 ^a	0.6798 ^a	0.253 ^a
K ₄	0.1355 ^a	0.4735 ^a	0.187 ^a
Mg ₁	0.1541 ^a	0.6798 ^a	0.208 ^{ab}
Mg ₂	0.1361 ^b	0.5043 ^a	0.193 ^b
Mg ₃	0.1670 ^a	0.5816 ^a	0.234 ^a
K ₁ = بدون تغذیه و روال معمول (شاهد)			
K ₃ = سولفات پتاسیم به مقدار ۷۵/ کیلوگرم به ازای هر تاک			
K ₃ = سولفات پتاسیم به مقدار ۱۸/ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر در ۲ نوبت بعد از گلدی به فاصله ۱۰ روز			
K ₃ = سولفات پتاسیم به مقدار ۱۸/ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر در ۲ نوبت بعد از گلدی به فاصله ۱۰ روز			
K ₄ = سولفات پتاسیم به مقدار ۲۰۲۵۰ کیلوگرم به ازای هر تاک			

Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P \ 0.01.

در هر ستون میانگین های دارای حرف های مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (در سطح ۱٪).

در سال اول آزمایش اثر محلول پاشی سولفات منیزیم بر مقدار کلسیم و منیزیم برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). همچنین برهمکنش کوددهی سولفات پتاسیم و محلول پاشی سولفات منیزیم، فقط بر مقدار کلسیم برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). همچنین در تیمار K_3Mg_3 (مصرف پتاسیم به مقدار ۱/۵ کیلوگرم به ازای هر تاک و محلول پاشی سولفات منیزیم به مقدار ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب در ۲ نوبت بعد از مرحله تمام گل به فاصله ۱۰ روز) با اختلاف معنی دار مقدار کلسیم برگ از دیگر تیمارها بیشتر بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای سولفات پتاسیم و سولفات منیزیم بر مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به منیزیم در برگ های انگور رقم بیدانه سفید در سال اول آزمایش.

Table 2. Mean comparison of interaction of potassium sulfate and magnesium sulfate treatments on concentration of potassium, calcium, magnesium and ratio of potassium to magnesium in the leaves of *Vitis vinifera* L. cv. Bidane Sefid- first year of experiment.

تیمارها Treatment	منیزیم Mg (%)	کلسیم Ca (%)	پتاسیم K (%)	نسبت پتاسیم به منیزیم K/Mg
K ₁ Mg ₁	0.1954 ^{bc}	0.1320 ^{dc}	0.5486 ^{bc}	2.7972 ^{ab}
K ₁ Mg ₂	0.2164 ^{abc}	0.1466 ^{bc}	0.5842 ^{abc}	2.7338 ^{ab}
K ₁ Mg ₃	0.2068 ^{abc}	0.1540 ^{bc}	0.5128 ^{bcd}	2.5136 ^b
K ₂ Mg ₁	0.1656 ^c	0.1616 ^{bc}	0.5234 ^{bcd}	3.2014 ^a
K ₂ Mg ₂	0.1792 ^c	0.1332 ^{bcd}	0.4386 ^{dc}	2.4722 ^b
K ₂ Mg ₃	0.2560 ^{ab}	0.1614 ^{bc}	0.6218 ^{abc}	2.4416 ^b
K ₃ Mg ₁	0.2684 ^a	0.1536 ^{bc}	0.7560 ^a	2.7872 ^{ab}
K ₃ Mg ₂	0.2212 ^{abc}	0.1536 ^{bc}	0.6136 ^{abc}	2.7556 ^{ab}
K ₃ Mg ₃	0.2690 ^a	0.2260 ^a	0.6698 ^{ab}	2.4476 ^b
K ₄ Mg ₁	0.2006 ^{bc}	0.1692 ^b	0.5178 ^{bcd}	2.6590 ^{ab}
K ₄ Mg ₂	0.1544 ^c	0.1108 ^d	0.3806 ^d	2.1544 ^b
K ₄ Mg ₃	0.2060 ^{abc}	0.1264 ^{dc}	0.5220 ^{bcd}	2.5440 ^b
K ₁ - بدون تغذیه و روال معمول (شاهد)				
- Mg ₀ پاشی آبیاری نوبت بعد از گلدهی به فاصله				
K ₂ - سولفات پتاسیم به / کیلوگرم به ازای هر تاک				
- Mg ₁ پاشی با سولفات منیزیم کیلوگرم در لیتر در نوبت بعد از گلدهی به فاصله				
K ₃ - سولفات پتاسیم به / کیلوگرم به ازای هر تاک				
- Mg ₂ پاشی با سولفات منیزیم کیلوگرم در لیتر در نوبت بعد از گلدهی به فاصله				
K ₄ - سولفات پتاسیم به / کیلوگرم به ازای هر تاک				

Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P 0.01.

در هر ستون میانگین های دارای حرف های مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (در سطح ۱٪).

در سال دوم برهمکنش کوددهی سولفات پتاسیم و محلول پاشی سولفات منیزیم اثر معنی داری بر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال ۱٪ داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین برهمکنش ها (جدول ۳)، به ترتیب در تیمارهای K_1Mg_2 ، K_3Mg_3 ، K_4Mg_3 و K_3Mg_1 بیشترین مقادیر پتاسیم برگ نسبت به دیگر تیمارها به دست آمد.

سرماي مصنوعي و اندازه‌گيري نشت الكتروليت (فصل خواب در سال هاي ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵)

نمودار درصد نشت الكتروليت در دو نوبت و در سال دوم آزمونش تعيين شد. نوبت اول بر اساس نمونه‌گيري از جوانه در نيمه دوم اسفند ۱۳۹۴ و نوبت دوم بر اساس نمونه‌گيري در نيمه اول فروردين ۱۳۹۵ به انجام رسيد و با توجه به ميانگين داده هاي دو نوبت، نمودار درصد نشت الكتروليت تهيه شد (شكل ۱).

جدول ۳- مقايسه ميانگين تيماهاي سولفات پتاسيم و منيزيم بر مقدار پتاسيم، كلسيم، منيزيم و نسبت پتاسيم به منيزيم در برگ‌هاي انگور رقم بيدانه سفيد در سال دوم آزمون.

Table 3. Mean comparison of interaction of potassium sulfate and magnesium sulfate treatments on concentration of potassium, calcium, magnesium and ratio of potassium to magnesium in the leaves of *Vitits vinifera* L. cv. Bidane Sefid- second year of experiment.

تيمارها Treatment	منيزيم % Mg	كلسيم % Ca	پتاسيم % K	نسبت پتاسيم به منيزيم K/Mg
	۰/۲۱۵۰			
K ₁ Mg ₁	abcd	0.1640 ^{bc}	0.9242 ^d	4/4162 ^b
K ₁ Mg ₂	۰/۲۲۶۸ ^{ab}	0.1612 ^{bcd}	1.1268 ^a	5.0792 ^{ab}
K ₁ Mg ₃	۰/۲۲۵۶ ^{ab}	0.1790 ^b	0.9778 ^{dc}	4.4050 ^b
K ₂ Mg ₁	۰/۱۸۹۴ ^{bcd}	0.1486 ^{cd}	0.9930 ^{bcd}	5.4952 ^{ab}
K ₂ Mg ₂	۰/۱۸۰۲ ^d	0.1412 ^{cd}	0.9312 ^d	5.2158 ^{ab}
	۰/۲۰۳۴			
K ₂ Mg ₃	abcd	0.1478 ^{cd}	1.0008 ^{bcd}	5.0188 ^{ab}
K ₃ Mg ₁	۰/۱۸۷۲ ^{dc}	0.1474 ^{cd}	1.0894 ^{ab}	5.9318 ^a
K ₃ Mg ₂	۰/۲۲۰۶ ^{abc}	0.1322 ^d	1.0576 ^{abc}	5.0000 ^{ab}
K ₃ Mg ₃	۰/۲۳۱۶ ^a	0.1432 ^{cd}	1.1248 ^a	5.0308 ^{ab}
	۰/۲۱۵۲			
K ₄ Mg ₁	abcd	0.2718 ^a	0.9620 ^{dc}	4.4764 ^b
	۰/۲۱۲۰			
K ₄ Mg ₂	abcd	0.2744 ^a	0.9882 ^{bcd}	4.7302 ^{ab}
K ₄ Mg ₃	۰/۲۱۸۶ ^{abc}	0.2548 ^a	1.0580 ^{abc}	5.1140 ^{ab}

K₁ - بدون تغذيه و روال معمول
Mg₁ - محلول پاشي با آب آبياري در ۲ نوبت بعد از گلدهي به فاصله ۱۰ روز (شاهد)

K₂ - سولفات پتاسيم به مقدار ۷۵ /
Mg₂ - محلول پاشي با سولفات منيزيم ۹ كيلوگرم در ۱۰۰۰ ليتدر ۲ نوبت بعد از گلدهي به فاصله ۱۰ روز

K₃ - سولفات پتاسيم به مقدار ۱/۵
Mg₃ - محلول پاشي با سولفات منيزيم ۱۸ كيلوگرم در ۱۰۰۰ ليتدر ۲ نوبت بعد از گلدهي به فاصله ۱۰ روز

K₄ - سولفات پتاسيم به مقدار ۲/۲۵ كيلوگرم به ازاي هر تاك

Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P \ 0.01

در هر ستون ميانگين هاي داراي حرف‌هاي مشترك اختلاف معني‌داري با يكدیگر ندارند (در سطح ۱٪).

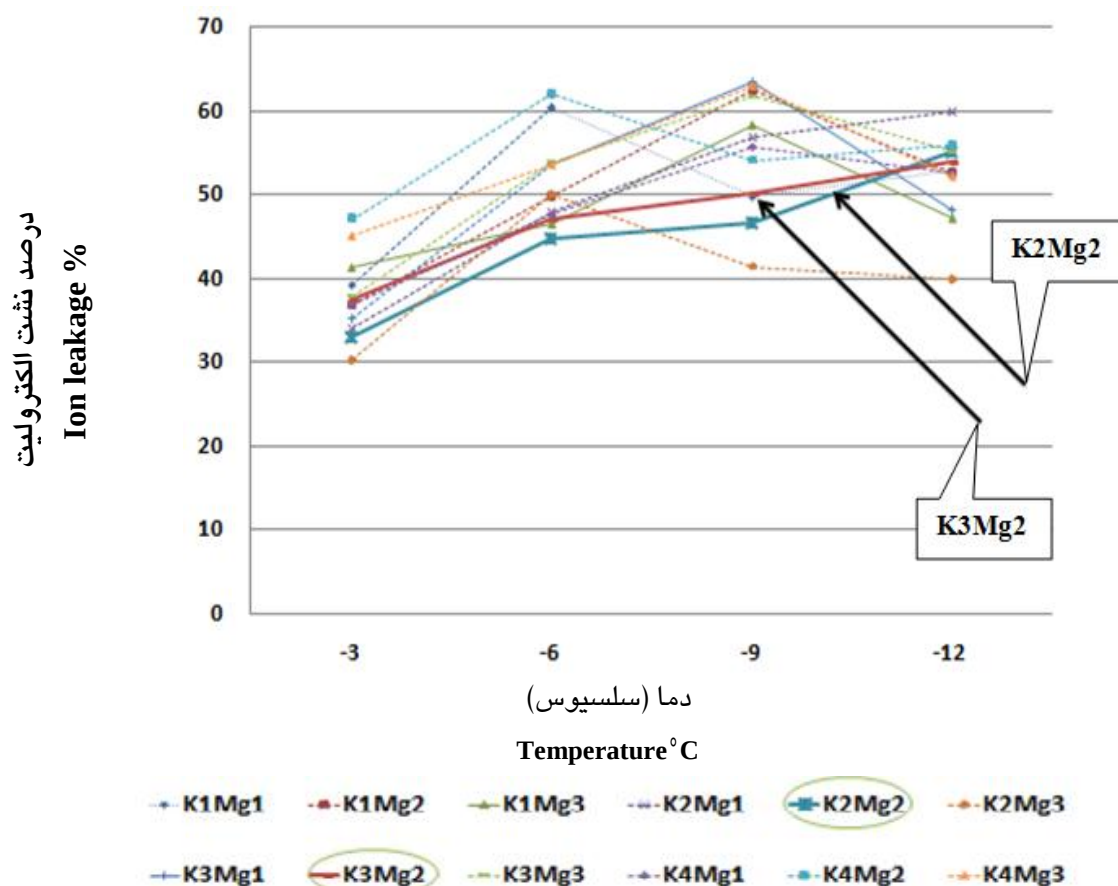


Fig. 1. The percentage of electrolyte leakage in the samples collected in the second half of March 2013, under the influence of soil application of potassium sulfate levels and spraying of different levels of magnesium sulfate.

شکل ۱- درصد نشت الکترولیت در جوانه‌های نمونه‌گیری شده در نیمه دوم اسفند ۱۳۹۴ و نیمه اول فروردین ۱۳۹۵ زیر تاثیر مصرف خاکی سولفات پتاسیم و محلول پاشی با سطوح مختلف سولفات منیزیم.

نمودار درصد نشت الکترولیت نشان می‌دهد که تاک‌های تیمار شده با مقادیر K_2Mg_2 و K_3Mg_2 (مصرف سولفات پتاسیم به مقدار ۰/۷۵ و ۱/۵ کیلوگرم به ازای هر تاک به همراه استفاده از سولفات منیزیم به مقدار ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰) نسبت به دیگر تیمارها تحمل بیشتری نسبت به سرما نشان دادند.

سرمازدگی طبیعی بهاره و تعیین درصد جوانه رشد کرده (طی فصل رشد در سال ۱۳۹۵)

با بررسی آمار کمینه دمای مطلق و سرعت باد از تاریخ ۲۵ اسفند سال ۱۳۹۴ لغایت ۱۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۵ مشخص شد که در روز وقوع سرمازدگی طبیعی (پانزدهم فروردین سال ۱۳۹۵) دمای مطلق برابر صفر درجه سلسیوس بوده است و سرعت باد در این روز ۶ متر در ثانیه ثبت شد. این روند با کاهش دما و سکون هوا و به‌طور هم‌زمان باعث از دست رفتن دمای خاک و سرد شدن سطح زمین و سرمازدگی تاک‌ها شده بود و نوع سرمازدگی اتفاق افتاده از نوع بازتابشی تشخیص داده شد.

بعد از وقوع سرمازدگی طبیعی در تاریخ ۱۵ فروردین ۱۳۹۵ در سال دوم آزمایش، درصد جوانه‌های رشد کرده در تاک‌های تیمار شده با تیمارهای مختلف تغذیه‌ای محاسبه شد. برهمکنش سولفات پتاسیم و منیزیم بر درصد جوانه‌های رشد کرده تاک‌هایی که در معرض سرمازدگی طبیعی قرار گرفتند، در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) تیمارهای K_2Mg_2 و K_4Mg_3 بیشترین درصد جوانه‌های رشد کرده را داشتند.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای سولفات پتاسیم و منیزیم بر درصد جوانه رشد کرده در انگور رقم بیدانه سفید مواجه شده با سرمای طبیعی.

Table 4. Mean comparison of potassium sulfate and magnesium sulfate interaction on sprouted buds percent of *Vitits vinifera* L. cv. Bidane Sefid exposed to frostbit.

تیمارها Treatment	درصد جوانه رشد کرده Percent of sprouted bud
K ₁ Mg ₁	22.362 ^{abcd}
K ₁ Mg ₂	26.800 ^{abc}
K ₁ Mg ₃	30.238 ^{ab}
K ₂ Mg ₁	19.000 ^{dc}
K ₂ Mg ₂	19.354 ^{dc}
K ₂ Mg ₃	16.478 ^d
K ₃ Mg ₁	28.000 ^{abc}
K ₃ Mg ₂	32.000 ^a
K ₃ Mg ₃	21.000 ^{abcd}
K ₄ Mg ₁	25.000 ^{bcd}
K ₄ Mg ₂	20.872 ^{bcd}
K ₄ Mg ₃	31.980 ^a
K1= بدون تغذیه و روال معمول (شاهد)	
Mg1= محلول پاشی با آب آبیاری در ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز	
K2= سولفات پتاسیم به مقدار ۷۵/ کیلوگرم به ازای هرتاک	
Mg2= محلول پاشی با سولفات منیزیم ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر در ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز	
K3= سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵/ کیلوگرم به ازای هرتاک	
Mg3= محلول پاشی با سولفات منیزیم ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر در ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز	
K4= سولفات پتاسیم به مقدار ۲/۲۵ کیلوگرم به ازای هر تاک	

Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (در سطح ۵٪).

بحث

با توجه به نتیجه‌های دو سال آزمایش، در سال اول اثر محلول پاشی سولفات منیزیم، بر مقدار کلسیم برگ معنی‌دار بود. هم‌چنین برهمکنش کوددهی سولفات پتاسیم و محلول پاشی سولفات منیزیم بر مقدار کلسیم برگ معنی‌دار شد، به‌طوری که در تیمار K₃Mg₃ بیشترین و در تیمار K₄Mg₂ کمترین مقدار کلسیم به دست آمد (جدول ۲). به عبارت دیگر در این سال در کمترین نسبت پتاسیم به منیزیم (مقدار ۲/۱۵۴۴ در جدول ۲)، یعنی در شرایطی که مقدار منیزیم نسبت به پتاسیم در مقدار بالایی باشد کمترین جذب مقدار کلسیم اتفاق افتاده است (تیمار K₄Mg₂) و از سوی دیگر در نسبت متعادل این دو عنصر (۲/۴۴۷۶) و به‌طور تقریب برابر ۲/۵ در جدول ۲) بیشترین مقدار کلسیم حاصل گردید. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش یون‌های منیزیم در شرایطی که مقادیر مناسب از یون‌های پتاسیم وجود نداشته باشد قدرت جذب منیزیم را نسبت به کلسیم افزایش داده و مقدار جذب کلسیم کاهش می‌یابد ولی در صورتی که نسبت پتاسیم به منیزیم متعادل باشد چنین تاثیری بوجود نمی‌آید و جذب کلسیم به بیشترین مقدار می‌رسد. بنابر نسبت مناسب پتاسیم به منیزیم در جذب مقدار کافی کلسیم تاثیرگذار خواهد بود و به دلیل این‌که وجود آن در استحکام حبه و ماندگاری میوه (۶) و جلوگیری از خشکیدگی محور خوشه (۳۹) موثر است، این نسبت متعادل می‌تواند به جنبه‌های پس از برداشت محصول و کیفیت میوه کمک نماید. هم‌چنین روابط مورد اشاره به‌نوعی نشانگر این موضوع است که در سیستم جذب یون‌های Ca²⁺.

Mg^{2+} و K^+ ، سایت‌های اتصالی یاخته‌ها نمی‌توانند تفاوت بین یون‌ها را تشخیص دهند (۲۷) و تفاوت غلظت عنصرهای خاک روی جذب گیاه اثر می‌گذارد، به طوری‌که در دسترس بودن بیشتر یکی از یون‌ها احتمال جذب بیشتر را در رقابت با یون‌های دیگر فراهم می‌کند. بنابراین نسبت جذب یون‌های رقیب کاهش می‌یابد (۱۴، ۳۴) و حاکی از نبود بهره‌مندی مناسب پخش و جذب کود سولفات پتاسیم در سیستم تربیت خرنده انگور می‌باشد.

با توجه به این‌که نبود تعادل نسبت پتاسیم به منیزیم می‌تواند از راه افزایش غلظت ماده‌های غذایی دارای کمبود، اصلاح شود (۳۱، ۳۷) و به لحاظ آن‌که کمبود پتاسیم و زیاده منیزیم در بافت گیاه انگور، با افزودن پتاسیم منجر به افزایش پتاسیم می‌شود (۱۳) به نظر می‌رسد با تکرار آزمایش در سال دوم و افزایش تجمعی کود سولفات پتاسیم در خاک و رسیدن این عنصر در منطقه موثر جذب ریشه باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم و در نتیجه افزایش سطوح نسبت پتاسیم به منیزیم نسبت به سال اول شده است.

تیمار K_3Mg_2 در سال اول آزمایش کمترین نشت الکترولیت و به عبارتی مقاومترین تیمار نسبت به سرمای مصنوعی بود و در سال دوم نیز این تیمار دارای بالاترین درصد جوانه رشد کرده ۳۲٪ بود و متحمل‌ترین تیمار نسبت به سرمای طبیعی بود (شکل ۱).

نسبت پتاسیم به منیزیم برگ می‌تواند شاخص خوبی برای مقدار نیاز منیزیم گیاه می‌باشد. مقدار بهینه این نسبت در محدوده ۵ تغییر می‌کند. اگر این نسبت کمتر از ۳/۵ باشد نشان دهنده زیاد بودن منیزیم است. اگر بیشتر از ۷ باشد، کمبود منیزیم در انگور را نشان می‌دهد (۴، ۸) و مشاهده می‌شود که در نسبت‌های به‌دست آمده برای پتاسیم به منیزیم در سال دوم آزمایش این نسبت در تیمار K_3Mg_2 حدود ۵ می‌باشد (جدول ۳). همچنین تاک‌های تیمار شده با K_3Mg_2 در مقابل سرمای مصنوعی و هم در مقابل سرمای طبیعی بیشترین تحمل نسبت به سرما را در مقایسه با دیگر تاک‌ها نشان دادند. نتیجه‌ها ما با یافته‌های به‌دست آمده از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه (۳۰، ۴۵) برای دستیابی به تغذیه متعادل پتاسیم و منیزیم مطابقت دارد. بنابر یافته‌ای حاصل از این پژوهش مصرف ۱/۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در خاک در هر دو سال آزمایش و محلول‌پاشی سولفات منیزیم در دو مرحله و به فاصله ۱۰ روز بعد از گلدهی به مقدار ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب (غلظت ۹ در هزار)، تاک‌های انگور در مقابل سرمای مصنوعی و طبیعی تحمل بیشتری از خود نشان دادند.

بر اساس نتیجه‌های این پژوهش با مصرف ۱/۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم برای هر تاک و با در نظر داشتن تعداد تاک موجود در واحد سطح، برآورد می‌شود که مصرف سالیانه این کود برای هر هکتار ۶۳۶ کیلوگرم خواهد بود و این در حالی است که طبق نظر Rosen و Domoto (۳۲) با در نظر داشتن شرایط اقلیمی، خاک و مدیریت باغ، مقدار مصرف شده کود سولفات پتاسیم برای رسیدن به حدود بهینه در تجزیه دم‌برگ و یا پهنک برگ از ۱۱۲ تا ۶۷۲ کیلوگرم متغیر است. همچنین با توجه به این‌که متوسط عملکرد انگور در تاکستان‌های دو شهرستان نزدیک به محل پژوهش (شازند و خنداب) حدود ۱۳ تن در هکتار است (۱۱) و با توجه به نتیجه‌های پژوهشی مرتبط با مقدار پتاسیم و منیزیم خارج شده از هر تن محصول (۲۳، ۲۴، ۴۰) برآورد می‌شود از هر هکتار تاکستان حدود ۱۷۵ کیلوگرم پتاسیم و به همین مقدار منیزیم از تاکستان خارج می‌شود هر چند که در این زمینه نیاز به پژوهش‌های بیشتری است. همان‌طور که در نتیجه‌ها اشاره شد با وجود مصرف زیاد کود سولفات پتاسیم، نسبت متعادل پتاسیم به منیزیم در سال دوم به‌دست آمد. به بیان دیگر باید به فکر اقدام اساسی در این خصوص بود تا ناکارآمدی جذب کود سولفات پتاسیم در این سیستم تربیت انگور برطرف شود.

یکی از روش‌هایی که به نظر می‌رسد کارآمدی مصرف کود پتاسیم را افزایش دهد، قرار دادن کود پتاسیم در دیواره جوی امتداد یافته در مجاور تنه تاک‌ها از راه حفر شیار می‌باشد. هر چند که مقایسه این روش با روش‌هایی محلول‌پاشی (۳۰، ۴۵) و تامین نیاز سریع پتاسیم تاک و تعادل مناسب با محلول‌پاشی سولفات منیزیم احتیاج به بررسی‌های بیشتر دارد.

نتیجه گیری

در این پژوهش استفاده از کود سولفات پتاسیم در کف جوی‌ها، کارآیی جذب را در سال دوم نشان داد و روش به‌کارگیری این کود برای جذب سریعتر احتیاج به بررسی‌های بیشتر دارد و احتمال دارد که در سیستم تربیت خزنده مقدیری از کود در سال اول از دسترس ریشه خاک شود. با توجه به نتیجه‌های حاصل شده، در صورتی‌که کوددهی سولفات پتاسیم و منیزیم در تاکستان پیشتر مورد استفاده قرار نگرفته است، کاربرد کود سولفات پتاسیم به مقدار ۱/۵ کیلوگرم برای هر تاک همراه با محلول پاشی سولفات منیزیم به مقدار ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر آب (در ۲ نوبت بعد از گلدهی و به فاصله ۱۰ روز، نوبت اول مصادف با ۸ تیرماه و نوبت دوم مصادف با ۱۸ تیرماه) در سیستم تربیت خزنده و در دو سال متوالی برای تغذیه متعادل و افزایش تحمل جوانه‌های تاک به سرما، پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی ۹۸۲ موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. ۳ ص.
۲. بای بوردی، ا. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. اثرهای محلول‌پاشی منیزیم و بور روی کمیت و کیفیت ارقان انگور مراغه. اولین کنگره خشکبار، ۱۲ تا ۱۵ مرداد. تبریز. ایران. ۱۰ ص.
۳. سپهر، ا.، ا. بای بوردی، م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. ضرورت مشاهده نسبت پتاسیم به منیزیم در گیاهان برای دستیابی به افزایش تولیدات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی. نشریه فنی ۳۱۶، سازمان آموزش و تحقیقات کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران. ۱۱ ص.
۴. شایسته، ف. غ. و م. طاهری. ۱۳۸۱. علل ریزش گل و حبه و خشک شدن خوشه در تاکستان‌های اطراف ارومیه. (گزارش سالانه ۱۳۸۷:۲۱۹). موسسه تحقیقات خاک و آب. ارومیه. ایران. ۳۱ ص.
۵. کریمی، ر.، ا. ارشادی و ع. ر. براتی. ۱۳۹۱. ارزیابی مقاومت به سرما ده رقم انگور در منطقه ملایر، اولین همایش ملی انگور و کشمش. دانشگاه ملایر، ۲۹ شهریور، صفحه ۳۱.
۶. ملکوتی، م. ج. و س. منوچهری. ۱۳۸۱. ارزیابی بهترین نسبت ازت به کلسیم (N/Ca) در برگ و میوه سیب. نشریه فنی شماره ۲۲۶. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران. ۱۱ ص.
۷. ملکوتی، م. ج. و م. شهابیان، ۱۳۷۷. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد و ارتقای کیفی انگور در کشور. نشر آموزش کشاورزی، نشریه فنی ۳۵، سازمان تات، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران. ۱۴ ص.
۸. ملکوتی، م. ج.، ع. مجیدی، م. سرچشمه پور، ف. دهقانی، ع. ا. شهابی، پ. کشاورز، م. بصیرت، ح. رستگار، م. طاهری، ا. گندمکار، م. س. تدین، ع. اسدی، ش. کیانی، ا. بای بوردی، م. محمودی، ج. صالح، م. مستشاری، س. منوچهری، م. افخمی، م. ح. رسولی، و. مظفری. ۱۳۸۴. شناخت ناهنجاریهای تغذیه‌ای، تعیین معیارهای کیفی و

حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در میوه‌های تولیدی در خاک‌های آهکی ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۴۵۲ ص.

۹. ملکوتی، م. ج. و. ف. مشیری، م. غیبی و ص. مولوی. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی نشریه فنی شماره ۴۰۶. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تات. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران ۲۱ ص.
۱۰. نجatian، م. ع. ۱۳۹۳. راهنمای جامع تولید و فرآوری انگور. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۱۵ ص.
۱۱. وزارت جهاد کشاورزی، آمارنامه ۱۳۹۴. ۲۴۰ ص.

11. Beringer H., G. Troldenier. 1980. The influence of K nutrition on the response of plants to environmental stress. In 'Potassium research and trends'. International Potash Institute: Bern, Switzerland, Pp.189-222.
12. Boynton, D. 1945. Potassium deficiency in a New York grape vineyard. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 46:246-248.
13. Cain, J.C., 1954. The effect of potassium and magnesium on the absorption of nutrients by apple trees in sand culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 65:25-31.
14. Christensen, L.P. and W.L. Peacock. 2000. Mineral nutrition and fertilization. In Raisin Production Manual. L.P. Christensen (Ed.), University of California Agriculture and Natural Resources, Oakland, pp. 102-114.
15. Cline, R.A., 1991. Leaf Analyses for Fruit Crop Nutrition. Horticultural Research Institute of Ontario; Burke McNeill – OMAF
16. Conradie, W.J., 1981. Seasonal uptake of nutrients by Chenin Blanc in sand culture: II. Phosphorus, potassium, calcium and magnesium. Afr. J. Enol. Vitic. 2(1):7-13.
17. Conradie, W.J., 2005. Partitioning of mineral nutrients and timing of fertilizer applications for optimum efficiency. In Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium, San Diego, California, 29-30 June, 2004. L.P. Christensen and D.R. Smart (Eds.), Amer. J. Enol. Viticult., Davis, California. pp. 69-81.

18. Delvaux, B., 1988. Constituents and surface properties of soils derived from basalt pyroclastic materials in western Cameroon – Genetic approaches to their fertility. Ph. D. Thesis. Univ. Catholique de Louvain.
19. EL-Hammady, M. and F. Jensen. 1999. The effects of optimal nutrition on cold resistance in vineyards. Am. J. Enol. Viticult. 49(2): 96-102.
20. Fageria, V.D., 2001. Nutrient interactions in crop plants. J. Plant Nutr. 24(8), 1269-1290
21. Ganeshamurthy, A. N ., G. C. Satisha. And P. Patil. 2011. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with Ganeshamurthy AN, Satisha GC and Patil P. 2011. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. Karnataka J. Agr. Sci. 24:29-38.
22. Ghasemi Soloklui, A., A. Ershadi, and E. Fallahi. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. HortScience, 47:1821–1825.
23. Glendinning, J.S., 2000. Australian Soil Fertility Manual. CSIRO Publishing. Australia.
24. Karimi, R., A. Ershadi, M. Esna Ashari. 2014. Effects of Late- Season Nitrogen and Potassium Spray on Dormant Buds Cold Tolerance of 'Bidaneh Sefid' Grapevine. Iran. J. Hort. Sci. Technol, 15 (3): 419-434
25. Khristov, K. and I. Lazaroz. 1994. Effect of the preplanting reserve fertilization on vine cold resistance. Rastenievudni Nauki, Sofia, 31:117–120. (In Russian with English summary.)
26. Marshner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego, SAD.
27. Mpelasoka, B.S., D.P. Schachtman, M.T. Treeby, and M. Thomas. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. J. Grape Wine Res. 9:154-168.
28. Mullins, M.G., A. Bouquet, and L.E. Williams. 1992. Biology of the Grapevine. Cambridge University Press, New York.

29. Prince, A., A. Zimmerman and F.E. Bear. 1947. The Magnesium-supplying powers of 20 New Jersey soils. Soil Sci. 63:69-78.
30. Robinson, J.B. 1992. Grapevine nutrition. In: Viticulture. Volume 2: Practices. (Coombe, B. G. and Dry, P. R., Eds.). Winetitles, Adelaide, Australia. 178–208.
31. Rosen, C. and P. Domoto. 2013. Vine Nutrition. The Northern Grapes Project Webinar Series Rosen C, and Domoto P. 2013. Vineyard nutrition. Northern Grapes Project webinar, March 12, 2013. <http://northerngrapesproject.org/wp-content/uploads/2012/03/Northern-Grapes-Symposium-March-12-GrapevineNutrition.pdf>
32. Rosen, C.J. and R.M. Carlson. 1984. Potassium uptake characteristics of Prunus rootstocks: Influence of solution Ca/Mg ratios and solution nickel. J. Plant Nutr. 7(6):865-885.
33. Sabet, S.A. and A. Salem. 1966. Growth and ion uptake by maize seedlings on solutions variable in potassium and flow rate. Beit. Trop. Landw. VetMed. 4:137-142.
34. Sarikhani, H., H. Haghi. A. Ershadi, M. Esna-Ashari and M. Pouya. 2014. Foliar application of potassium sulphate enhances the cold-hardiness of grapevine (*Vitis vinifera* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 89 (2) 141–146
35. Singer, S.M., W.A. El-Tohamy, A.F.A. Hadid, A.H. Makhart and P.H. Li. 1996. Chilling and water stress injury in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings reduced by pretreatment with CaCl₂, mefluidide, KCl and MgCl₂. Egyptian J. Hort. Res. 23:77-87.
36. Slavcheva, T. and H. Encheva. 2004. Influence of potassium fertilizing on cold resistance of grapevine. *Lozarstvo I Vinarstvo*, 5: 38–42. (In Bulgarian with English summary)
37. Smiley, T. and A.M. Shirazi. 2003. Fall fertilization and cold hardiness in landscape trees. Arboricultural Journal J. Arbor. 29:342-346. Tabriz, Iran.
38. Stellwaag-Kittler, F. 1983. External symptomatology of clinging grapes. Mitt. Klosterneuburg, 33: 94-99.

39. Wasnik, H.M. and B.S. Bhargava. 1989. Plant nutrient uptake by Thompson seedless grapes. *Drakshavritt*, 9: 88-93.
40. Williams, L.E. and P.J. Biscay. 1987. Partitioning of dry weight, nitrogen, and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *Am. J. Enol. Viticult.* 42(2): 113- 117.

Effects of Potassium Sulfate Soil Drench and Foliar Application of Magnesium Sulfate on Grapevine Tolerance to Artificial and Spring Frostbite

H. Hoseinabadi, M. Rasouli*, A. Ebadi, A. Ershadi, M. A. Nejatian¹

Low temperature causing heavy damage to vineyards from different regions of the Iran every few years. The use of potassium fertilizer, regardless of other elements, cannot provide proper nutrition for grapevine. The main purpose of this investigation was to study effects balanced nutrition and its effects on *Vitits vinifera* L. cv. Bidane Sefid tolerance to frostbite. Grapevines have grown in 'Khazandeh' training system. In this system, the roots of the plants laid down in a trough (depth: 80 cm and width: 100cm), and the trunk is placed on a small mound formed after digging the streams. The experiment carried out as randomized complete block design (RCBD) with split plot arrangement with five replications during 2015 and 2016 in vineyards of Shazand, Iran. Different amounts of potassium fertilizer in four levels 0, 0.75, 1.5 and 2.25 kg per vine in main plots and foliar application at three levels 0, 9 and 18 kg of magnesium sulfate per 1000 liters of water (in 2 stages after fruit set within 10 days) in sub-plots were used. After the occurrence of early frostbite in late November 2016, the percentage of frostbite based on the percentage of sprouted buds investigated in the spring of 2017. The tolerance to artificial freezing evaluated based on electrolyte leakage. Two artificial cold stages applied on the buds of canes at temperatures of -3, -6, -9, and -12 ° C. According to the results, consumption 1.5 kg of potassium sulfate per vine with foliar 9 kg of magnesium sulfate salt per 1000 liters of water increasing tolerance of vines to artificial with the least electrolyte leakage and natural frostbite. The percent of sprouted buds in this treatment was 32% and ratio of potassium to magnesium ions was five, indicating a balanced ratio between these two elements.

Keywords: Electrolyte leakage, Grape, Magnesium, Potassium, Training system.

1. Ph.D. Student, Research Institute of Grapes and Raisins, Malayer University, Associate Professor, Faculty of Agriculture, Malayer University, Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural, Bu-Ali Sina University, Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (mousarasouli@gmail.com).