مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۲ صفحه‌های ۱۸۵ تا ۲۰۰ (۱۳۹۷)

اثر مصرف خاکی سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی سولفات منیزیم در تحمل انگور نسبت به سرمای مصنوعی و سرمازدگی طبیعی بهاره[1]

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[6]، علی عبادی، احمد ارشادی، محمد علی نجاتیان[2]

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 خزنده 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 لیترآب (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).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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. می باشند (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 می شوند. این خسارت‌ها یا از راه سرمای زود هنگام پاییز و آسیب واردن 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 (۲۳). 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 بهاره 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).

مهم ترین عمل منیزیم در گیاهان شرکت در ساختمان کلروفیل به عنوان هستهٔ کلروفیل است و افزون برآن با دخالت در فعالیت آنزیم کربوکسیلاز در تثبیت دی اکسیدکربن نقش دارد (۲). وجود منیزیم در گیاه فقط زیر تأثیر قدرت ذخیره و رهاسازی خاک نیست، بلکه نسبت کاتیون‌ها در مکان‌های تبادلی در این باره تاثیر 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. درحالت 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 اتصالی 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 می یابد (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

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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 منیزیمی 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. به‌عبارتی، 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 پتاسم از زمان شکستن خواب تا ورایزن[۱](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 نمی شود 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 مقدارpH خاک درحد 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 محلول‌پاشی سفارش شده است که در دو مرحله و بعد از گدهی سفارش شده است (۳۲).

تاکنون پژوهش‌هایی برای تامین پتاسیم و از راه محلول‌پاشی برگ به تنهایی یا با کاربرد با دیگر عنصرها در کشورمان به انجام رسیده است به‌طور مثال محلول پاشی اوره در دو مرحله بعد از برداشت انگور (غلظت های صفر، ۱ و ۲٪) و سولفات پتاسیم (غلظت های 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 واردیبهشت ماه، بالاترین تحمل به سرما با تیمار سولفات پتاسیم ۳٪ به تنهایی و یا در ترکیب با سطح های اوره مشاهده شد (۲۵). کاربرد ۵ بار محلول‌پاشی 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، می تواند 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

۱- Veraison

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

خزنده نسبت به سرما و جلوگیری از خسارت یخبندان در انگور رقم بیدانه سفید از راه کاربرد مصرف سولفات پتاسیم در خاک و محلول‌پاشی برگی 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 سال های زمان انجام آزمایش این کود مصرف نشد. مبارزه با تریپس و کرم خوشه‌خوار نیز از راه محلول‌پاشی رایج است. نمونه برداری از خاک تاکستان، با حفر پروفیل به عمق ۱۲۰ سانتی‌متر (به‌دلیل 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 سانتی متر) 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 ومیانگین دمای سالیانه 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 بلوک های 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 مقدار۱/۵ 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 به‌صورت محلول‌پاشی (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 به‌طور تقریب مصادف با اوایل خرداد و محلول‌پاشی 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 به‌صورت نوارهایی در بستر جوی‌ها، با لایه‌ای از خاک به عرض ۱۰ سانتی نوارهای مصرف کود پوشانده شد. برای هر تیمار درون هرتکرار 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 محلول‌پاشی سولفات

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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 کلریدیریک اسید انجام شد (۱).

اِعمال 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). قوطی های 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 وقوطی 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 (متراهم 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 ازسرد 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).

(رابطه ۱) ۱۰۰× (هدایت الکتریکی دوم/ هدایت الکتریکی اول)= درصد نشت یونی

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

رودخانه شراء در غرب استان مرکزی قرار گرفته است و محدوده‌هایی از زمین‌های شهرستان‌های شازند و خنداب در اطراف این رودخانه واقع شده است. تاکستان‌های با سیستم تربیت خزنده 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[۱] تاکستان‌های انگور را در بهار مواجه با پدیده سرمازدگی تابشی می‌نماید. روزهای وقوع سرمازدگی

۱- Inversion

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

طبیعی توسط باغداران به‌خوبی تشخیص داده شد و مشخصه اصلی این موضوع در نزد آنان ساکن ماندن هـوا و کاهش دما می‌باشد. در بررسی داده‌های هواشناسی این نوع سرما زدگی در سال دوم آزمایش اتفاق افتاد.

بعد از وقوع این نوع سرمازدگی، میانگین درصد جوانه رشد کرده در پنج جوانه ابتدایی شاخه تعیین شد. بـدین منظور از هر تاک ۱۲ شاخه مورد بررسی قرار گرفت و این ویژگی‌ها طبق رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$\text{درصد جوانه‌های رشد کرده} = \frac{\text{تعداد جوانه های رشد کرده در تاک}}{\text{تعداد کل جوانه تاک‌های}} \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

واکاوی داده‌ها

واکاوی داده‌های به‌دست آمده از تیمارهای اعمال شده با استفاده از نرم‌افـزار آمـاری SAS 9.1 انجـام شـد. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱٪ صورت گرفت.

نتایج

اندازه‌گیری عنصرهای برگ

نتیجه‌های حاصل از تجزیه خاک نشان داد که بافت نمونه‌های 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 معنی‌دار شد و این تفاوت در مقادیر پتاسیم و نسبت پتاسـیم بـه منیـزیم بـود. امـا از آن‌جـا کـه بررسـی مقـدار پتاسـیم، کلسـیم، منیـزیم و نسبت‌های آن در هر سال متناسب با تیمارهای اعمال شده می‌توانست رونـد تغییـرات ایـن عنصـرها را بـه‌خـوبی نشان دهد، بنابراین تجزیه واریانس به‌تفکیک هر سال انجام گرفت و نتیجه‌های مقایسه میانگین سال‌های آزمـایش 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 برگ‌های 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 ۱/۵ کیلوگرم به ازای هر تاک

K_4 = سولفات پتاسیم به مقدار ۲/۲۵۰ کیلوگرم به ازای هرتاک

Mg_1 = محلول‌پاشی باآب آبیاری در۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_2 = محلول‌پاشی با سولفات منیزیم ۹کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_3 = محلول‌پاشی با سولفات منیزیم ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز

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 حرف‌های مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (در سطح۱٪).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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

جدول۲- مقایسه میانگین اثرهای متقابل تیمارهای سولفات پتاسیم و سولفات منیزیم بر مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به منیزیم در برگ‌های 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 *Vitits 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)

K_2- سولفات پتاسیم به مقدار 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 کیلوگرمبه ازای هر تاک

Mg_0 – محلول‌پاشی آب آبیاری در۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_1– محلول‌پاشی با سولفات منیزیم ۹کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_2- محلول‌پاشی با سولفات منیزیم ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر۲ نوبت بعد از گلدهی به فاصله ۱۰ روز

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 حرف‌های مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (در سطح ۱٪).

در سال دوم برهمکنش کوددهی سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی سولفات منیزیم اثر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال ۱٪ داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین برهمکنش‌ها (جدول۳)، به‌ترتیب در تیمارهای K_1Mg_2، K_3Mg_3، K_3Mg_1 و K_4Mg_3 بیشترین مقادیر پتاسیم برگ نسبت به دیگر تیمارها به دست آمد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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

نمودار درصد نشت الکترولیت در دو نوبت و در سال دوم آزمایش تعیین شد. نوبت اول بر اساس نمونه‌گیری از جوانه در نیمه دوم اسفند ۱۳۹۴ و نوبت دوم بر اساس نمونه‌گیری در نیمه اول فروردین ۱۳۹۵ به انجام رسید و با توجه به میانگین داده های دو نوبت، نمودار درصد نشت الکترولیت تهیه شد (شکل ۱).

جدول۳- مقایسه میانگین تیمارهای سولفات پتاسیم و منیزیم بر مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به منیزیم در برگ‌های انگور رقم بیدانه سفید در سال دوم آزمایش.

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.

تیمارها Treatment	منیزیم ٪ Mg	کلسیم ٪ Ca	پتاسیم ٪ K	نسبت پتاسیم به منیزیم K/Mg
K_1 Mg_1	۰/2150 abcd	0.1640 bc	0.9242 d	4./4162 b
K_1 Mg_2	۰/2268 ab	0.1612 bcd	1.1268 a	5.0792 ab
K_1 Mg_3	۰/2256 ab	0.1790 b	0.9778 dc	4.4050 b
K_2 Mg_1	۰/1894 bcd	0.1486 cd	0.9930 bcd	5.4952 ab
K_2 Mg_2	۰/1802 d	0.1412 cd	0.9312 d	5.2158 ab
K_2 Mg_3	۰/2034 abcd	0.1478 cd	1.0008 bcd	5.0188 ab
K_3 Mg_1	۰/1872 dc	0.1474 cd	1.0894 ab	5.9318 a
K_3 Mg_2	۰/2206 abc	0.1322 d	1.0576 abc	5.0000 ab
K_3 Mg_3	۰/2316 a	0.1432 cd	1.1248 a	5.0308 ab
K_4 Mg_1	۰/2152 abcd	0.2718 a	0.9620 dc	4.4764 b
K_4 Mg_2	۰/2120 abcd	0.2744 a	0.9882 bcd	4.7302 ab
K_4 Mg_3	۰/2186 abc	0.2548 a	1.0580 abc	5.1140 ab

K_1 – بدون تغذیه و روال معمول (شاهد)

K_2– سولفات پتاسیم به مقدار ۷۵/ کیلوگرم به ازای هرتاک

K_3 – سولفات پتاسیم به مقدار ۱/۵ کیلوگرم به ازای هرتاک

K_4 –سولفات پتاسیم به مقدار ۲/۲۵ کیلوگرم به ازای هر تاک

Mg_1– محلول پاشی باآب آبیاری ردر۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_2–محلول‌پاشی باسولفات منیزیم ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg_3–محلول‌پاشی باسولفات منیزیم ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

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 حرف‌های مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (در سطح ۱٪).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

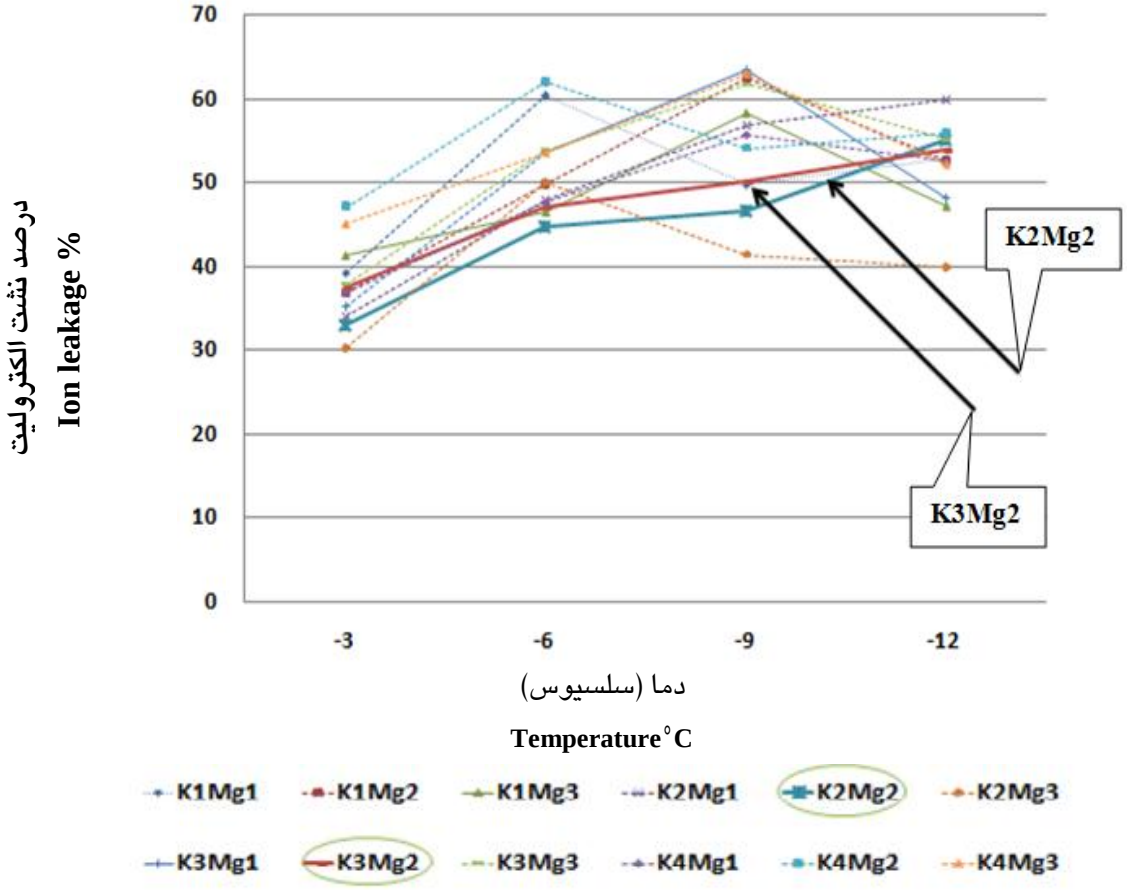

Fig. 1. The percentage of electrolyte leakage in the samples collected in the second half of March 2013, under the influence of soil application of potassium sulfate levels and spraying of different levels of magnesium sulfate.

شکل ۱- درصد نشت الکترولیت در جوانه‌های نمونه‌گیری شده در نیمه دوم اسفند۱۳۹۴ و نیمه اول فروردین ۱۳۹۵ زیر تاثیر مصرف خاکی سطح‌های سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی با سطح‌های مختلف سولفات منیزیم.

نمودار درصد نشت الکترولیت نشان می‌دهد که تاک‌های تیمارشده با مقادیر K_2Mg_2 و K_3Mg_2 (مصرف سولفات پتاسیم به مقدار ۰/۷۵ و ۱/۵کیلوگرم 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 ۱۳۹۵در 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، درسطح 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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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)

K2= سولفات پتاسیم به مقدار ۷۵/ کیلوگرم به ازای هرتاک

K3= سولفات پتاسیم به مقدار ۱/۵ کیلوگرم به ازای هرتاک

K4= سولفات پتاسیم به مقدار ۲/۲۵ کیلوگرم به ازای هر تاک

Mg1= محلول پاشی باآب آبیاری در۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg2= محلول‌پاشی باسولفات منیزیم ۹ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Mg3= محلول‌پاشی باسولفات منیزیم ۱۸ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتردر ۲ نوبت بعدازگلدهی به فاصله ۱۰ روز

Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P \ 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 محلول‌پاشی سولفات منیزیم، بر مقدار کلسیم برگ معنی‌دار بود. هم‌چنین برهمکنش کوددهی سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی سولفات منیزیم بر مقدار کلسیم برگ معنی‌دار شد، به‌طوری که در تیمار K_3Mg_3 بیشترین و در تیمار K_4Mg_2 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 K_4Mg_2) 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 می یابد 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 به‌دلیل این‌که وجود آن در استحکام حبه و ماندگاری میوه (۶) و جلوگیری از خشکیدکی 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 Ca^{2+}،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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 می یابد (۱۴، ۳۴) و حاکی از نبود بهره‌مندی مناسب پخش و جذب کود سولفات پتاسیم در سیستم تربیت خزنده 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 زیادی 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 به‌عبارتی مقاومترین تیمار نسبت به سرمای مصنوعی بود و در سال دوم نیز این تیمار دارای بالاترین درصد جوانه رشد کرده ۳۲٪ بود و متحمل ترین تیمار نسبت به سرمای طبیعی بود (شکل ۱).

نسبت پتاسیم به منیزیم برگ می‌تواند شاخص خوبی برای مقدار نیاز منیزیم گیاه می‌باشد. مقدار بهینهٔ این نسبت در محدودهٔ ۵ تغییر می‌کند. اگر این نسبت کمتر از ۳/۵ باشد نشان دهندهٔ 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 این که 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 می رسد 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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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 مقادیری 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 لیترآب (در ۲ نوبت بعد از گلدهی و به فاصله ۱۰ روز، نوبت اول مصادف با ۸ تیرماه و نوبت دوم مصادف با ۱۸ تیر ماه) در سیستم تربیت خزنده و در دو سال متوالی برای تغذیه متعادل و افزایش تحمل جوانه‌های تاک به سرما، پیشنهاد می‌شود .

منابع References

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های 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، ۱۲تا 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. ۱۱ص.

۴. شایسته، ف.غ. وم. 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. ۱۴ص.

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

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

حد مطلوب غلظت عنصرها 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 عنصرها 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 ۲۱ص.

۱۰. نجاتیان، م.ع. ۱۳۹۳. راهنمای جامع تولید و فرآوری انگور. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.۳۱۵ ص.

۱۱. وزارت جهاد کشاورزی، آمارنامه ۱۳۹۴. ۲۴۰ص.

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 McNeilI – 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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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 SeriesRosen 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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (2):185-200 (2018)

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. Nejatian[1]

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.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.2.9.1]

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).