

## تأثیر محلول پاشی برگی سولفات پتاسیم و سولفات روی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انگور رقم بیدانه قرمز

### Effect of Potassium Sulfate and Zinc Sulfate Foliar Spray on Some Physical and Chemical Traits of Grape (*Vitis vinifera* cv. Bidaneh Ghermez)

سهیلا نوجوان<sup>۱\*</sup>، لطفعلی ناصری<sup>۲</sup> و حمید حسن پور<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۰۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۰۶

#### چکیده

به منظور مطالعه تأثیر تغذیه برگی سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انگور رقم بیدانه قرمز آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سولفات پتاسیم در سه سطح (صفر، پنج و ۱۰ گرم در لیتر) و سولفات روی در چهار سطح (صفر، ۰/۵، یک و دو گرم در لیتر) بود که در سه نوبت طی طول فصل رشد روی بوته‌ها محلول پاشی شد. نتایج نشان داد که کشیده‌ترین حبه‌ها با کاربرد هم‌زمان ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شدند. بیشترین مقدار عرض حبه، عرض خوشه و تعداد حبه در خوشه نیز با کاربرد هم‌زمان سولفات پتاسیم و سولفات روی و در تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم و ۲ گرم در لیتر سولفات روی به دست آمد. بیشترین مقدار TSS و کمترین میزان pH در تیمار ترکیبی ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم و ۲ گرم در لیتر سولفات روی بود. سایر ویژگی‌های شیمیایی از قبیل ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل و فلاونوئید کل و آنزیم کاتالاز نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول پاشی قرار گرفتند. میزان فنل کل و آنزیم گایاکول در اثر محلول پاشی هر یک از فاکتورها به تنهایی افزایش یافتند، اما اثر متقابل فاکتورها بر این شاخص‌ها معنی‌دار نبود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که محلول پاشی هم‌زمان این عناصر می‌تواند موجب افزایش برخی متابولیت‌های ثانویه (فنل، فلاونوئید)، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود ویژگی‌های فیزیکی انگور رقم بیدانه قرمز شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان کل، صفات فیتوشیمیایی، فلاونوئید کل، کاتالاز

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

Email: soheylanojavan@gmail.com

\*: نویسنده مسئول

## مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* گیاهی دائمی از تیره Ampelidacea است که گاهی تحت نام Sarmantaceae می-شناسند و اکثر گیاهشناسان این خانواده را Vitacea معرفی کرده‌اند (وانگ<sup>۱</sup>، 2009) براساس آمار سازمان خواروبار جهانی (سال 2013) سطح زیر کشت انگور در دنیا ۷۱۵۵۱۸۷ هکتار و در ایران ۷۲۰۷۵۳ هکتار می‌باشد. بر اساس همان آمار میزان تولید انگور دنیا ۷۷۱۸۱۱۲۲ تن می‌باشد که میزان ۲۰۴۶۴۲۰ تن آن در ایران تولید می‌شود. ارقام بیدانه انگور از لحاظ تازه-خوری و تهیه کشمش مورد پسند اکثر مصرف کننده‌ها می-باشد (عبادی<sup>۲</sup> و همکاران، 2002؛ تیان<sup>۳</sup> و همکاران، 2008). تولید میوه با کیفیت حاصل اثر متقابل ژنتیک و محیط و فاکتورهای زراعی از جمله تغذیه گیاه می‌باشد (دورایس<sup>۴</sup> و همکاران، 2001).

محلول پاشی برگی در واقع پاشیدن عناصر غذایی روی برگ-ها و ساقه‌های گیاه و جذب آن‌ها از این مکان‌ها است (کوپر<sup>۵</sup>، 2003). استعمال برگی می‌تواند دسترسی گیاهان به عناصر غذایی را برای به دست آوردن عملکرد بالا تضمین کند. از دیدگاه اکولوژیکی کوددهی برگی قابل پذیرش‌تر از سایر روش-های رایج است، چرا که مقادیر کم تر عناصر غذایی برای مصرف سریع به وسیله گیاه فراهم می‌شود (استمپر<sup>۶</sup> و همکاران، 1998).

پتاسیم از عناصر ضروری گیاهان عالی و فراوان‌ترین عنصر موجود در پیکره گیاه پس از نیتروژن است که علاوه بر دخالت در فرآیندهای فیزیولوژیکی، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند (سالار دینی، ۱۳۸۳). این عنصر فراوان‌ترین کاتیون موجود در سیتوپلاسم است و در تثبیت pH، تنظیم فشار اسمزی، فعال کردن آنزیم‌ها، ساخت پروتئین‌ها، فتوسنتز و بزرگ شدن یاخته‌ها نقش مهمی دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۷۸).

روی یک عنصر ریزمغذی است که در متابولیسم DNA و RNA و محتوای ریبوزوم‌ها در سلول‌های گیاهی درگیر است (کیناسی<sup>۷</sup>، 2007). حساسیت گیاهان به کمبود روی متفاوت است و در بین درختان میوه، مرکبات و انگور بیشترین حساسیت را به کمبود روی دارند. انگور از لحاظ مصرف روی

از جمله گیاهان پرنیاز محسوب می‌شود (پوزشی و همکاران، ۱۳۹۰). عنصر روی نقش اساسی در فرایندهای رشد و توسعه گیاهی و انجام متابولیسم‌های اولیه و ثانویه دارد (پراساد<sup>۸</sup>، 2012؛ آلووی<sup>۹</sup> و همکاران، 2004). رضانی<sup>۱۰</sup> و همکاران (2011) گزارش کردند طول و عرض میوه زیتون به‌طور معنی-داری تحت تأثیر غلظت‌های سولفات روی قرار می‌گیرد، مخصوصاً وقتی که سولفات روی همراه با نیترات پتاسیم به کار می‌رود. گزارش شده است که محلول پاشی نیترات پتاسیم یا سولفات پتاسیم در خرماي رقم دجله نور طول میوه و قطر میوه را در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد (ال سباح<sup>۱۱</sup>، 2012). همچنین محلول پاشی نیترات پتاسیم حجم میوه و طول و قطر میوه انبه را افزایش می‌دهد (استینو<sup>۱۲</sup> و همکاران، 2011).

محلول پاشی برگ درختان نخل با سولفات روی سبب افزایش معنی‌دار اندازه میوه شده‌است (خرسندی<sup>۱۳</sup> و همکاران، 2009). علی‌نژاد جهرمی و همکاران (۱۳۹۱) با تحقیق روی مرکبات اشاره کردند که طول و عرض میوه زمانی که سولفات پتاسیم و سولفات روی با هم به کار رفتند به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافتند و بیشترین میزان طول و عرض در غلظت ۴ گرم بر لیتر سولفات روی + ۲۰ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم به دست آمد.

در رابطه با بررسی میزان TSS، رشید<sup>۱۴</sup> و همکاران (2008) افزایش میزان مواد جامد محلول با کاربرد برگی سولفات پتاسیم در سیب را گزارش کرده‌اند. دلگادو<sup>۱۵</sup> و همکاران (2006) گزارش کردند که میزان pH در اثر محلول پاشی با سولفات پتاسیم افزایش می‌یابد. همچنین گزارش شده‌است که تیمار سولفات روی انباشته شدن مواد جامد محلول را در انگور افزایش می‌دهد (سانگ<sup>۱۶</sup> و همکاران، 2015). واسل<sup>۱۷</sup> و همکاران (2007) و عابدی قشلاقی و همکاران (۱۳۷۹) نیز تأثیر محلول پاشی سولفات روی بر کاهش pH در میوه انگور را گزارش کرده‌اند. محققان نیاز به مقادیر زیاد پتاسیم را به نقش بازدارندگی پتاسیم در مقابل تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن در طی فتوسنتز و اکسیده شدن NADPH نسبت داده‌اند (گالیگو<sup>۱۸</sup> و همکاران، 1999). سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل

8. Prasad
9. Alloway
10. Ramezani
11. Elsabagh
12. Stino
13. Khorsandi
14. Rashid
15. Delgado
16. Song
17. Wassel
18. Galligo

1. Wang
2. Ebadi
3. Tian
4. Dorais
5. Kuepper
6. Stamper
7. Kinaci

## مواد و روش‌ها

### تهیه مواد گیاهی و اعمال تیمارها

این آزمایش در یکی از باغ‌های تجاری انگور رقم بیدانه قرمز در شهرستان ارومیه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی ۳۶ بوته ۸ ساله که با فاصله ۲×۳ کاشته شده بودند انجام شد. برچسب‌های مربوط به هر تیمار بر روی تاک‌ها درج شد. محلول‌پاشی سولفات پتاسیم در سه غلظت (صفر، پنج و ۱۰ گرم در لیتر) و سولفات روی در چهار غلظت (صفر، ۰/۵، یک و دو گرم در لیتر) از ۱۰ تیر ماه در سه مرحله با فاصله یک ماه روی بوته‌ها تا مرحله خیس شدن کامل خوشه‌ها انجام گرفت و برای این منظور حدود سه لیتر محلول برای هر بوته به کار رفت. میوه‌های هر تیمار با سه تکرار پس از پایان محلول‌پاشی در مرحله رسیدن تجاری با فاصله یک هفته در شهریورماه برداشت و به آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل گردید. در ابتدا ویژگی‌های فیزیکی نظیر طول خوشه، عرض خوشه، طول میوه، عرض میوه، طول دم حبه و تعداد حبه در خوشه اندازه‌گیری شد. سپس عصاره آن‌ها توسط آب میوه‌گیری دستی تهیه شد و سانتریفیوژ گردیدند و آزمایشات مربوط به ویژگی‌های شیمیایی میوه انجام گرفت.

### اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) و pH عصاره میوه

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول چند قطره از آب میوه در دمای اتاق روی رفرکتومتر دستی مدل ATAGO ساخت کشور ژاپن قرار گرفت و عدد مربوطه از روی ستون مدرج قرائت شد و داده‌ها بر حسب بریکس یادداشت گردیدند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۹). برای تعیین میزان pH آب میوه نیز از عصاره صاف شده میوه و با استفاده از دستگاه pH متر مدل CP-411 ساخت کشور لهستان استفاده شد (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱).

### اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

برای تعیین میزان آنتی‌اکسیدان کل از دو روش فرپ<sup>۱۱</sup> و دی پی پی اچ<sup>۱۲</sup> (۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) استفاده شد. در روش فرپ به منظور تهیه استوک بافر استات ۳/۱ گرم استات سدیم و ۱۶ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/۶ تنظیم شد.

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گاپاکول پراکسیداز و مولکول‌های آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی نظیر آسکوربات، آلفاتوکوفرول، کارتنوئیدها و فلاونوئیدها می‌باشند (پل<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). ترکیبات فنلی مهم‌ترین گروه متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند که با داشتن گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل توانایی آنتی‌اکسیدانی دارند (میچالاک<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶؛ ساکیهاما<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). ساخته شدن ترکیبات فنلی در گیاهان از طریق جدا شدن عامل آمینی از فنیل آلانین توسط آنزیم فنیل آلانین آمونیلاز (PAL) صورت می‌گیرد (پار<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۰).

تهران‌فر<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که کاربرد برگ‌پتاسیم منجر به افزایش معنی‌دار رنگدانه‌های آنتوسیانین، ترکیب‌های فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آب میوه انار در مقایسه با شاهد شد. همچنین گزارش شده است که پتاسیم فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در آناناس افزایش می‌دهد (سوریس<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). انگلسک<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۲) هم گزارش کردند که در اثر کاربرد پتاسیم در زیتون میزان پلی‌فنل‌ها افزایش یافتند اما این افزایش معنی‌دار نبود. تغذیه کافی پتاسیم در انگور هم به افزایش رنگ و هم محتوای پلی فنولیک حبه‌ها کمک می‌کند (محمد<sup>۸</sup> و همکاران، ۱۹۹۳). در توت-فرنگی کاربرد نترات پتاسیم میزان فلاونوئید کل و فنل کل را افزایش داده است (آنتونن<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). در انگور، تیمار سولفات روی منجر به افزایش انباشته شدن مواد جامد محلول کل، فنل کل، فلاونوئید کل، تانن‌ها و آنتوسیانین شده و غلظت اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش می‌دهد (سانگ و همکاران، ۲۰۱۵). محلول‌پاشی سولفات روی در میوه‌های زیتون قادر به افزایش ترکیبات فنلی می‌باشد (سعادت<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به اهمیتی که ارتقاء کیفیت میوه در زمینه بازاریابی و جلب مشتری دارد، انجام پژوهش حاضر به منظور بهبود خصوصیات کمی و کیفی انگور رقم بیدانه قرمز بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

1. Apple
2. Michalak
3. Sakihama
4. Parr
5. Tehranifar
6. Soares
7. Inglesc
8. Mohammed
9. Anttonen
10. Saadati

11. Free Reducing Antioxidant Pour  
12. 2, 2-Diphenyl- 1-picrylhydrazyl (DPPH)

مقدار فنل کل (x) بر حسب (میلی گرم گالیک اسید بر ۱۰۰ گرم وزن تر) به دست آید. برای رسم منحنی استاندارد ۰/۱ گرم از اسید گالیک را وزن کرده و با متانول ۰/۸۵٪ به حجم ۱۰۰ سی سی رسانده شد (محلول استوک ۱۰۰۰ پی پی ام) که تا دو هفته قابل نگهداری است. سپس با غلظت‌های مختلف اسید گالیک منحنی استاندارد ترسیم می‌شود.

### ارزیابی فلاونوئید کل

برای ارزیابی فلاونوئید کل از روش (شین<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۷) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا ۵۰۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده را با ۱۵۰ میکرولیتر نیتريت سدیم ۵٪ مخلوط کرده و بعد از ۵ دقیقه ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰٪ اضافه شد. سپس بعد از ۵ دقیقه، یک میلی لیتر سود یک مولار اضافه شده و در نهایت حجم نهایی را به ۵ سی سی رسانده و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت گردید. مقدار فلاونوئید کل از معادله مربوط به منحنی کالیبراسیون (y=0.002x+0.011) و بر حسب (میلی گرم بر گرم وزن تر کاتچین) به دست آمد.

### اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن براساس روش بیرس و سائزر<sup>۶</sup> (۱۹۹۵) با کمی تغییر صورت پذیرفت. مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی مولار با pH=۷ محتوای ۰/۲ میلی لیتر H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ۱ درصد و ۰/۳ میلی لیتر عصاره استخراجی بود. فعالیت آنزیم کاتالاز به صورت کاهش در جذب در طی یک دقیقه در طول موج ۲۴۰ نانومتر محاسبه شد. یک واحد فعالیت آنزیمی عبارت است از میزان تغییر کاتالاز به مقدار ۰/۰۱ در دقیقه در یک میلی لیتر از عصاره آنزیم که بر طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{فعالیت آنزیم کاتالاز} = \frac{\Delta A}{\text{Min}} \times \frac{1}{0.0436} \times \frac{\text{total volum}}{\text{sample volum}} \times df$$

$\Delta A$  = اختلاف جذب

Min = دقیقه

Total volume = حجم کل نمونه

Sample volume = مقدار عصاره در نمونه

DF = فاکتور رقت

سیس ۳۱ میلی گرم TPTZ<sup>۱</sup> در ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۴۰ میلی مولار حل شد و به منظور تهیه محلول ۲۰ میلی مولار کلرید آهن ۵/۴۱ گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد. به منظور تهیه محلول استاندارد از سولفات آهن استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار تهیه شد. محلول نهایی کار FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی لیتر بافر استات، ۲/۵ میلی لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی لیتر کلرید آهن آماده شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصاره میوه اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس در اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۳ نانومتر میزان جذب خوانده شد. در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل به دست آمد و بر حسب معادل میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (ناوارینی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

در ارزیابی آنتی‌اکسیدان کل به روش DPPH نیز از روش (چیو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۰) استفاده شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر عصاره آماده شده را با ۹۵۰ میکرولیتر DPPH مخلوط کرده و بعد از ۳۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و در فرمول زیر جاگذاری شد:

$$\text{DPPHsc\%} = \frac{(\text{Abs control})_{t=20 \text{ min}} - (\text{Abs sample})_{t=20 \text{ min}}}{(\text{Abs control})_{t=20 \text{ min}}} \times 100$$

که Abs sample میزان جذب DPPH در حضور نمونه عصاره و Abs control جذب DPPH بدون عصاره می‌باشد.

### ارزیابی فنل کل

برای ارزیابی فنل کل طبق روش (اسلینکارد و سینگل تن<sup>۴</sup>، ۱۹۷۷) با کمی تغییر عمل شد که ابتدا ۳۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده را به داخل ویال ریخته و بعد ۹۰ میکرولیتر آب، ۶۰۰ میکرولیتر فولین ۱۰ درصد اضافه کرده و بعد از ۱۰ دقیقه ۴۸۰ میکرولیتر دیگر کربنات سدیم به آن اضافه گردید و حجم نهایی به ۱۲۰۰ میکرولیتر رسید. ویال‌ها را ۱/۵ الی ۲ ساعت به محل تاریکی انتقال داده بعد از این مدت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و در نهایت مقدار جذب (y) در رابطه به دست آمده از منحنی کالیبراسیون (y=0.0007x+0.0145) جاگذاری گردید تا

1. 2, 4, 6 Tripyridyl-s-Triazin (TPTZ)

2. Tavarini

3. Chiou

4. Slinkard and Singleton

5. Shin

6. Bears and Sizer

### اندازه‌گیری میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش (وپادی) و همکاران، ۱۹۸۵) انجام شد. مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی-لیتر بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷ محتوی یک میلی‌لیتر گایاکول یک درصد، یک میلی‌لیتر H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> یک درصد و ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره استخراجی بود. فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌صورت افزایش در جذب گایاکول اکسید شده در طی یک دقیقه در طول موج ۴۹۰ نانومتر محاسبه شد. یک واحد فعالیت آنزیمی عبارت است از میزان تغییر در فعالیت پراکسیداز به مقدار ۰/۰۱ در یک دقیقه در یک میلی‌لیتر از عصاره آنزیمی که بر طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{فعالیت آنزیم پراکسیداز} = \frac{\Delta A}{\text{Min}} \times \frac{1}{0/026} \times \frac{\text{Total volum}}{\text{Sample volum}} \times df$$

دقیقه Min=

اختلاف جذب =  $\Delta A$

مقدار عصاره در نمونه = Sample volume

حجم کل نمونه = Total volume

فاکتور رقت = DF

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

### نتایج

#### طول حبه، عرض حبه، عرض خوشه

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی نشان داد که اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ویژگی‌های فیزیکی همچون طول حبه و عرض حبه داشت. اثر محلول پاشی بر سایر ویژگی‌های فیزیکی همچون عرض خوشه نیز در سطح احتمال ۰/۱ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان داد که بیشترین مقدار طول حبه در تیمار ۱۰ گرم سولفات پتاسیم + ۰/۵ گرم سولفات روی و کمترین میزان آن در تیمار شاهد وجود داشت، اما تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). در مورد عرض حبه نیز مقدار عرض حبه به ازای تیمارهای مختلف سولفات پتاسیم و سولفات روی تفاوت معنی‌داری نشان داد، به طوری که بیشترین میزان عرض حبه در تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۲ گرم در لیتر سولفات روی و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عرض خوشه نیز مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات روی + ۲ گرم در لیتر سولفات روی و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده در انگور رقم بیدانه قرمز

Table 1: ANOVA of potassium sulfate and zinc sulfate effects on measured physical traits in Bidaneh Ghermez, grape

میانگین مربعات MS				درجه آزادی	منبع تغییرات
تعداد حبه در خوشه	عرض خوشه	عرض حبه	طول حبه	df	Source of variation
Number of berry per cluster	Cluster width	Berry width	Berry length		
355.44 <sup>ns</sup>	1.36 <sup>ns</sup>	0.52*	0.103 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
58318.69**	32.35**	36.42**	16.17**	2	سولفات پتاسیم Sulfate potassium
3885.21**	3.41**	6.52**	0.95 <sup>ns</sup>	3	سولفات روی Sulfate zinc
1393.54**	1.45*	3.38**	4.18**	6	سولفات پتاسیم × سولفات روی SP × SZ
203.59	0.54	0.13	0.44	22	خطای آزمایشی Error
6.35	7.25	2.47	3.58	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار

\* and \*\* Significant (a= 0.05 and 0.01, respectively) ns not significant

جدول ۲: تجزیه واریانس تأثیر سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در انگور رقم بیدانه قرمز

Table 2: ANOVA of potassium sulfate and zinc sulfate effects on measured chemical traits in grape cv. Bidaneh Ghermez

میانگین مربعات MS									
فعالیت گاپاکول پراکسیداز GPX activity	فعالیت کاتالاز CAT activity	فلاونوئید Flavonoid	فنل Phenol	آنتی‌اکسیدان (دی پی پی اچ) Antioxidant	آنتی‌اکسیدان (فرپ) Antioxidant	اسیدیته pH	مواد جامد محلول TSS	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variations
0.038**	2.31**	1.51 <sup>ns</sup>	33139.00 <sup>ns</sup>	3.54 <sup>ns</sup>	16107.03**	0.033 <sup>ns</sup>	0.92 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
0.010**	7.68**	2.19**	182374.97**	662.18**	124585.36**	0.40**	12.11**	2	سولفات پتاسیم Sulfate potassium
0.017**	1.34**	2.25**	7313.67 <sup>ns</sup>	102.96**	52119.76**	0.071*	6.28**	3	سولفات روی Sulfate zinc
0.0003 <sup>ns</sup>	0.40**	9.46**	2142.78 <sup>ns</sup>	50.86**	4860.97**	0.060*	2**	6	سولفات پتاسیم × سولفات روی SP×SZ
0.0004	0.10	1.80	9573.02	9.26	1268.90	0.01	0.400	22	خطای آزمایشی Error
1.53	7.77	1.09	13.48	3.78	6.62	3.51	2.36	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار  
\*and \*\* Significant (a= 0.05 and 0.01, respectively) and ns not significant

مختلف متفاوت است به طوری که بیشترین تعداد حبه در خوشه در تیمار ۱۰ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم + ۲ گرم بر لیتر سولفات روی و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

### تعداد حبه در خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی اثر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد حبه در خوشه داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین دانگن داده‌ها نشان داد که تعداد حبه در خوشه به ازای تیمارهای

جدول ۳: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده انگور رقم بیدانه قرمز

Table 3: Interaction effect of potassium sulfate and zinc sulfate on measured physical traits in grape cv. Bidaneh Ghermiz

تعداد حبه در خوشه Number of berries per cluster	عرض خوشه (سانتی‌متر) Cluster width (cm)	عرض حبه (میلی‌متر) Berry width (mm)	طول حبه (میلی‌متر) Berry length (mm)	تیمارها Treatments
90 <sup>g</sup>	7.25 <sup>g</sup>	9.95 <sup>e</sup>	15.36 <sup>b</sup>	شاهد Control
163 <sup>f</sup>	9.10 <sup>efd</sup>	12.99 <sup>e</sup>	16.42 <sup>b</sup>	۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی ZnSo <sub>4</sub> 0.5g/lit
166.33 <sup>f</sup>	8.93 <sup>ef</sup>	14.13 <sup>c</sup>	18.68 <sup>b</sup>	۱ گرم در لیتر سولفات روی ZnSo <sub>4</sub> 1g/lit
184 <sup>ef</sup>	8.50 <sup>f</sup>	14.48 <sup>c</sup>	18.43 <sup>a</sup>	۲ گرم در لیتر سولفات روی ZnSo <sub>4</sub> 2g/lit
222 <sup>dc</sup>	9.96 <sup>ced</sup>	15.38 <sup>b</sup>	19.49 <sup>a</sup>	۵ گرم در لیتر سولفات پتاسیم K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 5g/lit
215 <sup>de</sup>	10.08 <sup>ced</sup>	15.40 <sup>b</sup>	19.26 <sup>a</sup>	۵ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 5g/lit + 0.5g/lit ZnSo <sub>4</sub>
238 <sup>dc</sup>	10.43 <sup>bc</sup>	15.60 <sup>b</sup>	18.28 <sup>a</sup>	۵ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 5g/lit + 1g/lit ZnSo <sub>4</sub>
256 <sup>bc</sup>	10.56 <sup>cb</sup>	15.80 <sup>b</sup>	18.56 <sup>a</sup>	۵ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۲ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 5g/lit + 2g/lit ZnSo <sub>4</sub>
286 <sup>ba</sup>	10.80 <sup>bc</sup>	15.77 <sup>b</sup>	19.49 <sup>a</sup>	۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 10g/lit
281.67 <sup>ba</sup>	11.02 <sup>bc</sup>	16.04 <sup>ab</sup>	19.81 <sup>a</sup>	۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 10g/lit + ZnSo <sub>4</sub> 0.5g/lit
282 <sup>ba</sup>	11.71 <sup>b</sup>	16.13 <sup>ab</sup>	18.79 <sup>a</sup>	۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 10g/lit + ZnSo <sub>4</sub> 1g/lit
308.33 <sup>a</sup>	13.35 <sup>a</sup>	16.71 <sup>a</sup>	19.72 <sup>a</sup>	۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۲ گرم در لیتر سولفات روی K <sub>2</sub> So <sub>4</sub> 10g/lit + ZnSo <sub>4</sub> 2g/lit

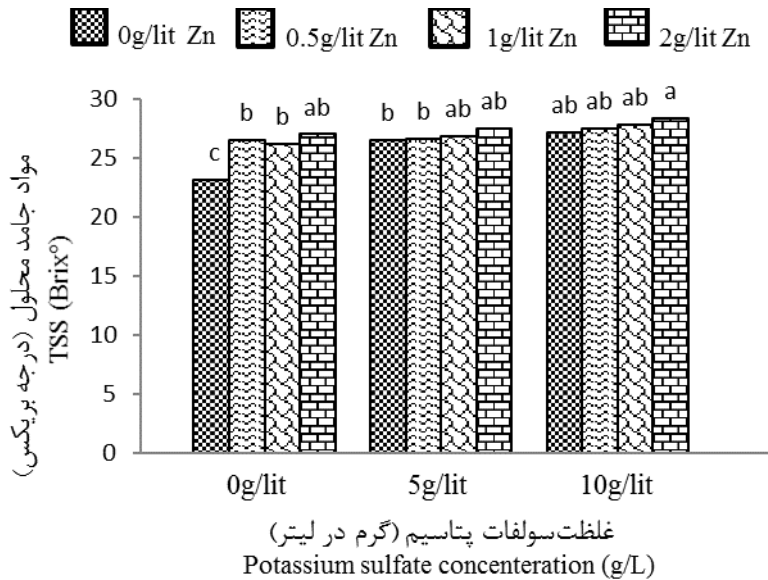
حروف مشابه در هر ستون عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد

Similar letters in each column indicate no significant difference at level 5%

بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار ۱۰ گرم سولفات پتاسیم + ۲ گرم در لیتر سولفات روی می‌باشد (شکل ۱). همچنین نتایج اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی نشان داد که بیشترین pH مربوط به تیمار شاهد و کمترین pH مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۲ گرم در لیتر سولفات روی بود (شکل ۲).

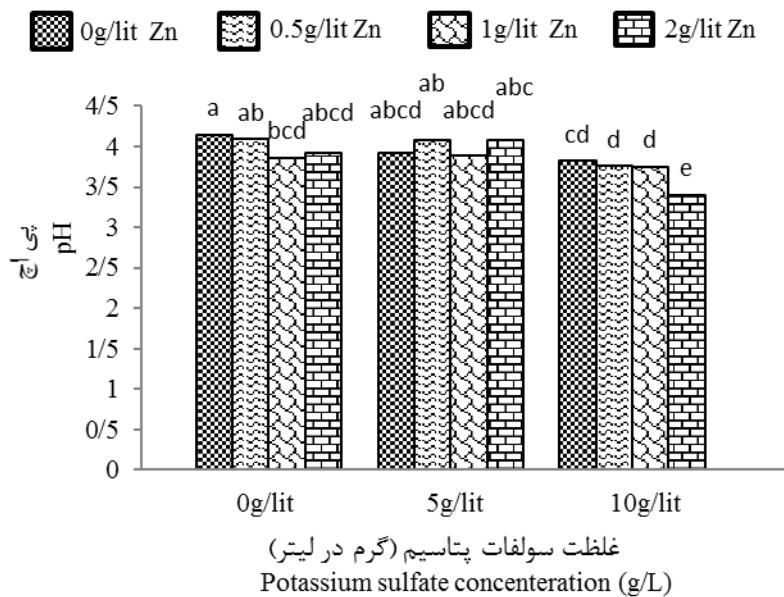
### میزان مواد جامد محلول و pH

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی بر میزان مواد جامد محلول، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و بر میزان pH میوه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۲). میزان مواد جامد محلول در اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که



شکل ۱: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان TSS میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 1: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on fruit TSS in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۲: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان pH میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 2: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on fruit pH in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test

بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان کل با کاربرد ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم در لیتر سولفات روی و کمترین میزان آنتی‌اکسیدان کل در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳).

#### روش دی پی پی اچ

براساس نتایج تجزیه واریانس کاربرد سولفات پتاسیم و سولفات روی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان آنتی-اکسیدان کل داشت (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سولفات

#### فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

##### روش فرپ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان آنتی‌اکسیدان کل داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی نشان داد که تفاوت‌های معنی داری بین تیمارها از نظر میزان آنتی‌اکسیدان کل وجود داشت، به طوری که

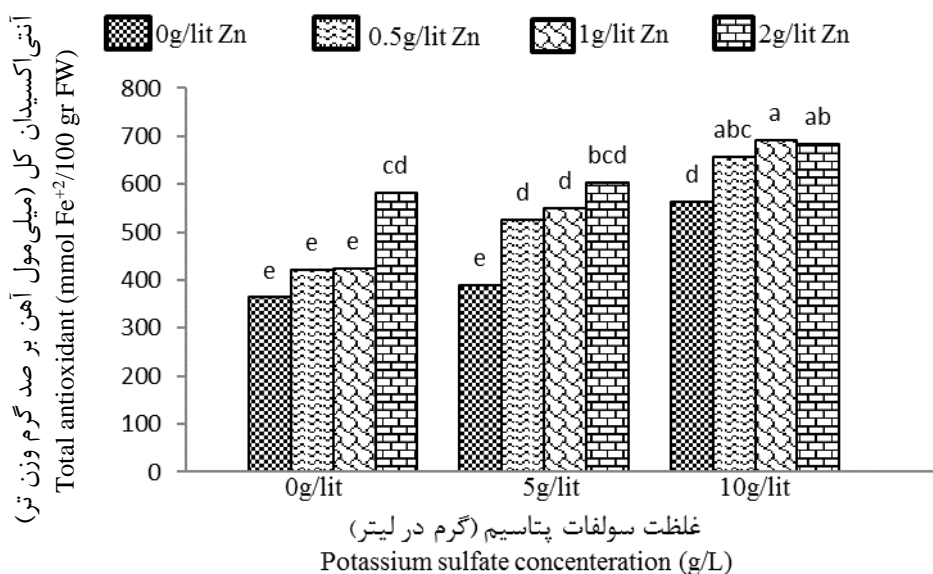


میزان فنل کل معنی دار نبود. اما نتایج نشان داد که اثر تیمار سولفات پتاسیم بر میزان فنل کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین میزان فنل کل در اثر محلول پاشی با سولفات پتاسیم مربوط به تیمار شاهد و بیشترین میزان آن مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم بوده است (شکل ۵ و ۶).

پتاسیم و سولفات روی نشان داد بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان کل مربوط به تیمار ۱۰ گرم سولفات پتاسیم + ۰/۵ گرم سولفات روی و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۴).

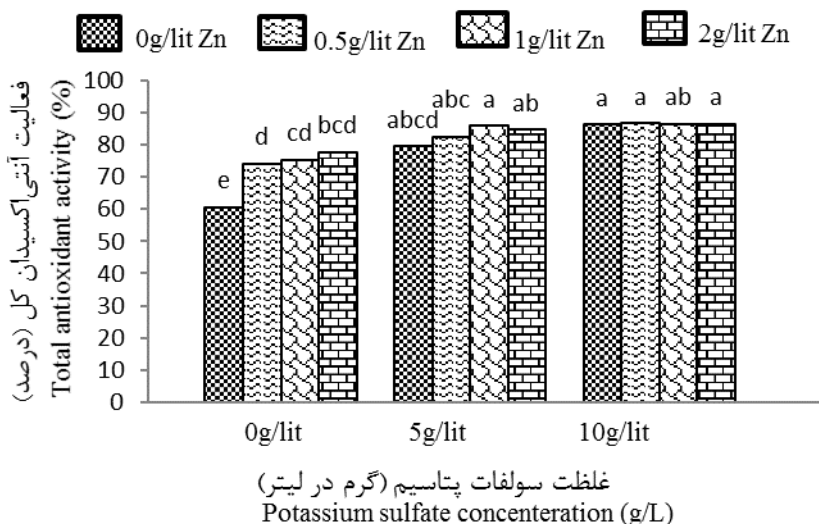
### میزان فنل کل

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی و سولفات روی به تنهایی بر



شکل ۳: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه انگور رقم بیدانه قرمز (روش FRAP). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 3: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on fruit antioxidant activity based on FRAP method in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test



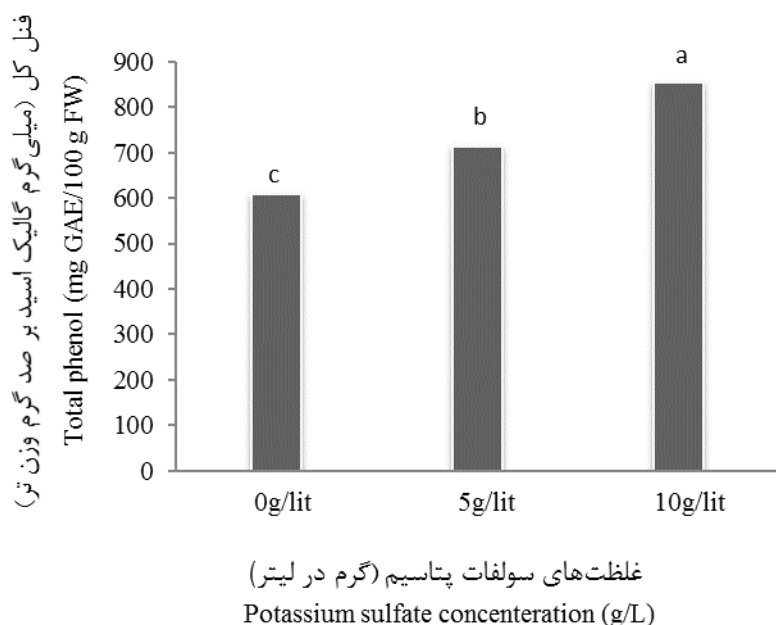
شکل ۴: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان آنتی‌اکسیدان کل میوه انگور رقم بیدانه قرمز (روش DPPH). حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 4: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on fruit antioxidant activity based on DPPH method in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test

### فلاونوئید کل

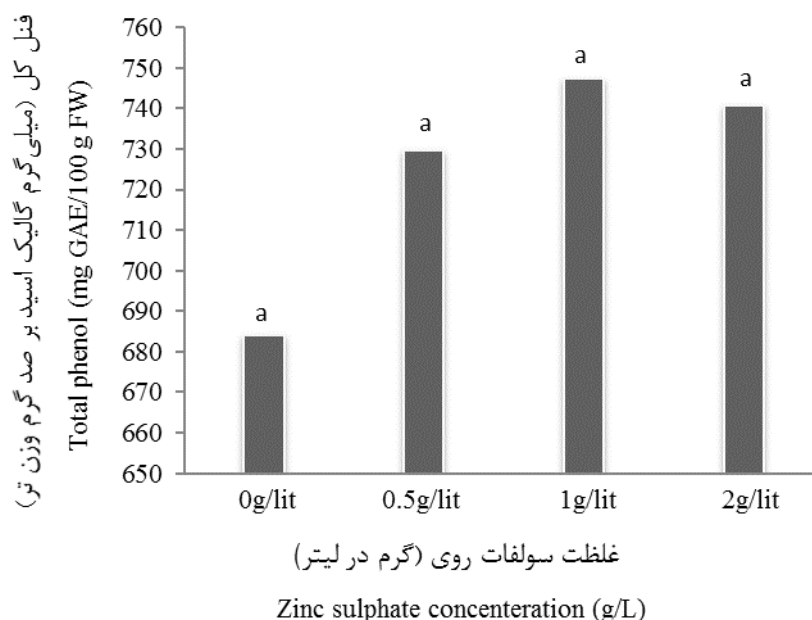
سولفات روی اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان فلاونوئید کل داشت (جدول ۲).

در مطالعه اثر سولفات پتاسیم و سولفات روی نتایج جدول تحلیل واریانس نشان داد که اثر متقابل سولفات پتاسیم و



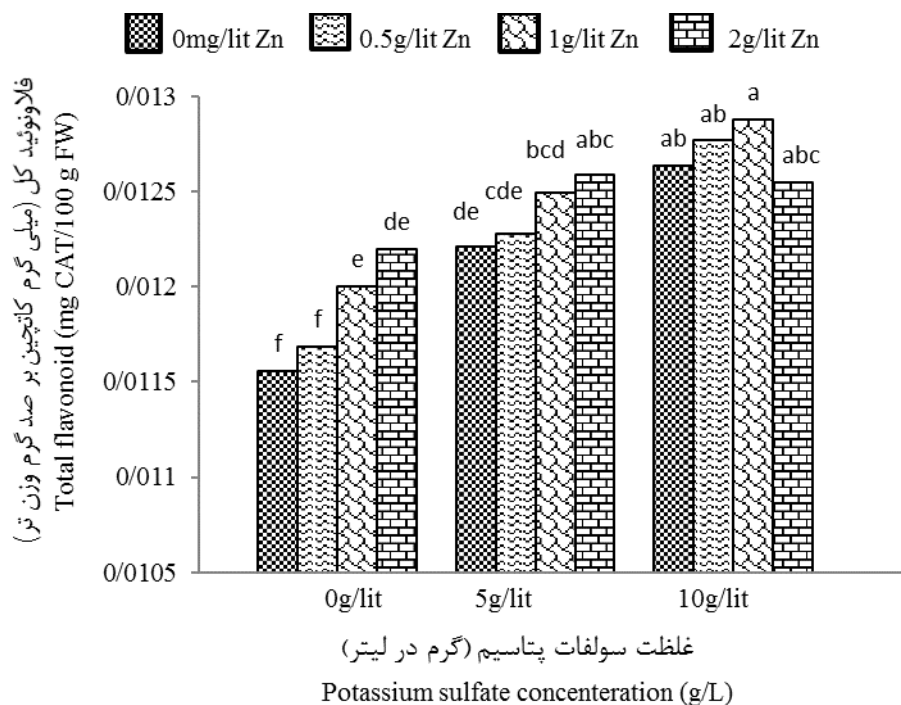
شکل ۵: اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم بر میزان فنل کل میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 5: Effect of foliar application of Potassium sulfate on fruittotal phenol in grape cv. Bidaneh Ghermiz. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test



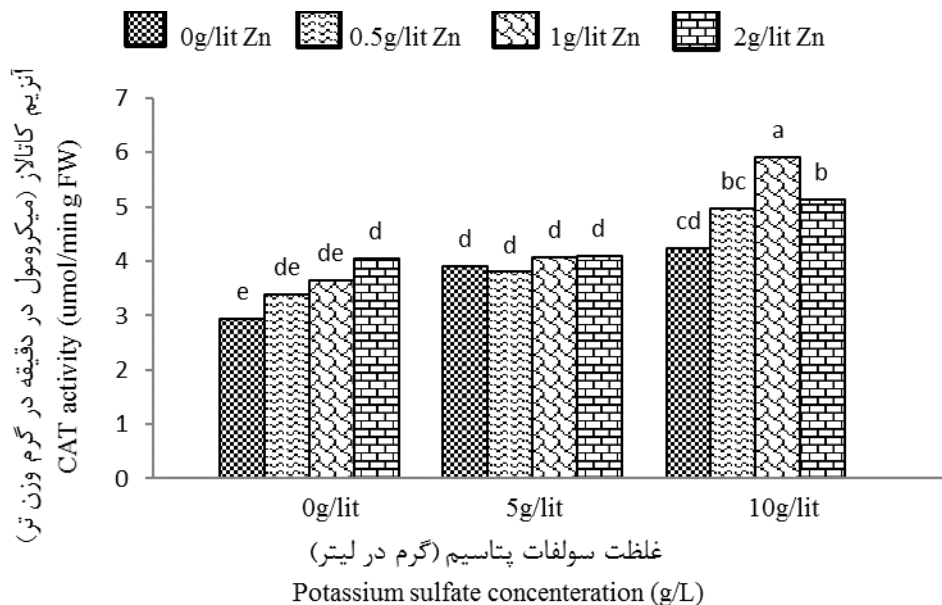
شکل ۶: اثر محلول پاشی سولفات روی بر میزان فنل کل میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 6: Effect of foliar application of Zinc sulfate on fruittotal phenol in grape cv. Bidaneh Ghermiz. Means having various letters show significant difference at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test



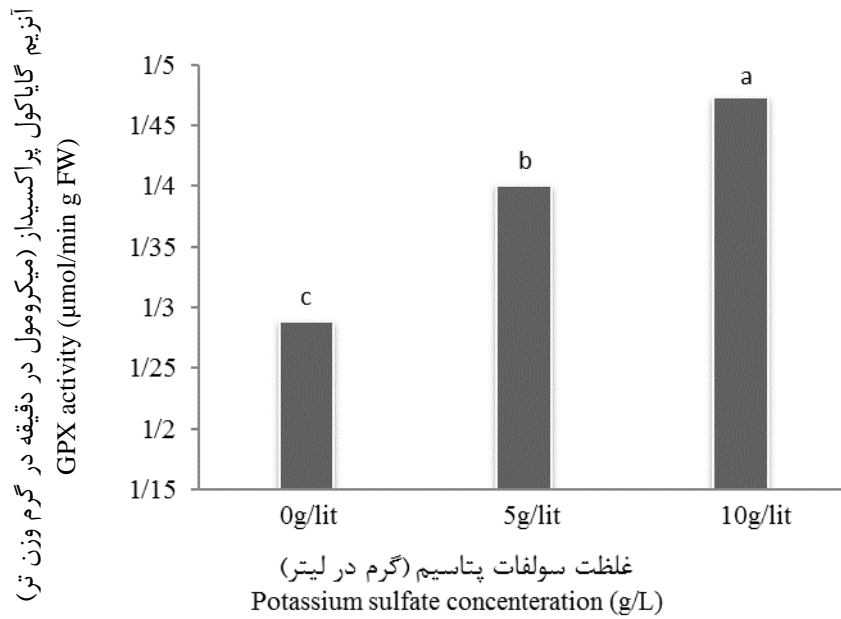
شکل ۷: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان فلاونوئید کل میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان-دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 7: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on Fruit Total Flavonoid in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test



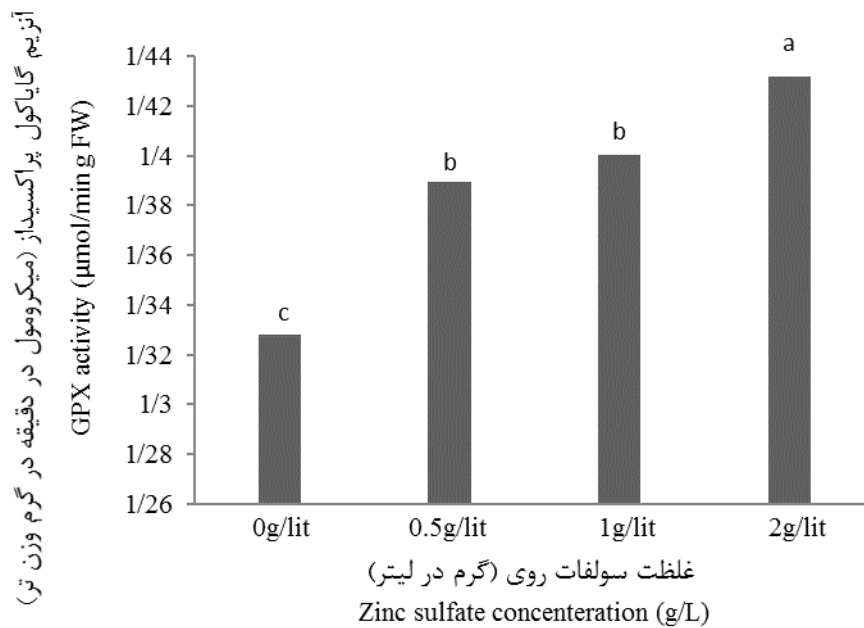
شکل ۸: اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی (Zn) بر میزان آنزیم کاتالاز میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان-دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 8: Interaction effect of Potassium sulfate and Zinc sulfate on CAT activity in grape cv. Bidaneh Ghermez. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۹: اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم بر میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 9: Effect of Foliar application of Potassium sulfate on GPX activity in grape cv. Bidaneh Ghermiz. Means having various letters show significant difference of the level 1% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۱۰: اثر محلول پاشی سولفات روی بر میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز میوه انگور رقم بیدانه قرمز. حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشد

Fig. 10: Effect of Foliar application of Zinc sulfate on GPX activity in grape cv Bidaneh Ghermiz. Means having various letters show significant difference at the level of 1% based on the Duncan Multiple Range Test

### فعالیت آنزیم کاتالاز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این است که محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی تأثیر معنی‌داری در سطح

نتایج مقایسه میانگین دانکن نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید کل مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم در لیتر سولفات روی و کمترین آن در تیمار شاهد وجود داشت (شکل ۷)

مورد ویژگی‌های فیزیکی میوه و خوشه در اثر پتاسیم با نتایج آزمایشات سینهو<sup>۳</sup> و همکاران (2002)؛ گویالاسوامی<sup>۴</sup> (1969) در انگور، ابوحسن<sup>۵</sup> و همکاران (2000) در موز، استینو<sup>۶</sup> و همکاران (2011) در انبه، آل سابخ<sup>۷</sup> (2012)؛ خیاط<sup>۸</sup> و همکاران (2007) در خرما و رضانی و همکاران (2011) در زیتون مطابقت دارد. همچنین نتایج ما در مورد افزایش ویژگی‌های فیزیکی میوه در اثر روی با نتایج حسینی فرهودی<sup>۹</sup> و همکاران (2009) و بنیوال<sup>۱۰</sup> و همکاران (1992) در انگور و علی‌نژاد جهرمی و همکاران (۱۳۹۱) در مرکبات مطابقت دارد. علت افزایش تعداد حبه در خوشه می‌تواند به دلیل نقش روی در سنتز اکسین و تشکیل نشاسته باشد و همچنین احتمالاً فلز روی از طریق بالا بردن کربوهیدرات‌ها و مواد حاصل از همانندسازی می‌تواند در کاهش ریزش از جمله حبه‌ها مؤثر باشد (پوزشی و همکاران، ۱۳۸۷) که نتایج مطابق یافته‌های نفر و همکاران (۱۳۹۲) نیز می‌باشد.

علت افزایش میزان مواد جامد محلول در اثر پتاسیم و روی می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش غلظت پتاسیم و روی سرعت فتوسنتز را افزایش می‌دهد، همچنین پتاسیم با افزایش بارگیری آوند آبکش و بارگذاری قند می‌تواند باعث افزایش میزان مواد جامد محلول شود (تهرنی‌فر<sup>۱۱</sup> و همکاران، 2009؛ عابدی قشلاقی و همکاران، ۱۳۷۹). بخشی از کاهش pH در اثر محلول پاشی پتاسیم، می‌تواند در نتیجه تشکیل نمک پتاسیم اسید تارتاریک باشد که به‌طور نسبی قابل حل نیست (سالم<sup>۱۲</sup> و همکاران، 2004). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش در مورد افزایش مواد جامد محلول در اثر پتاسیم با نتایج تهرنی‌فر و همکاران (2009) در انار، حافظ<sup>۱۳</sup> و همکاران (2007) در پرتقال، پرتقال، و در مورد افزایش مواد جامد محلول و کاهش همزمان اسیدیته با نتایج رشید<sup>۱۴</sup> و همکاران (2008) در سیب و علی‌نژاد جهرمی و همکاران (۱۳۹۱) در پرتقال مطابقت دارد.

علت افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل در اثر پتاسیم می‌تواند به دلیل اثر پتاسیم بر مقادیر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گایاکول پراکسیداز باشد،

احتمال ۱٪ بر فعالیت آنزیم کاتالاز داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر متقابل نیز نشان داد که بیشترین میزان آنزیم کاتالاز در تیمار ۱۰ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم بر لیتر سولفات روی و کمترین میزان آن در تیمار شاهد وجود داشت (شکل ۸).

### فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز

نتایج جدول تحلیل واریانس مربوط به آنزیم گایاکول پراکسیداز نشان داد که اثر متقابل سولفات پتاسیم و سولفات روی تأثیر معنی‌داری بر میزان آنزیم گایاکول پراکسیداز نداشت (جدول ۲) اما اثر هر یک از تیمارها به تنهایی در سطح احتمال ۱ درصد بر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز معنی‌دار بود (شکل ۹ و شکل ۱۰).

### بحث

تأمین عناصر غذایی برای گیاهان به مقدار بهینه از جمله عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات محسوب می‌شود. علت افزایش ویژگی‌های فیزیکی میوه در اثر محلول پاشی با پتاسیم می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم در افزایش اندازه سلول یا افزایش تعداد سلول باشد، همچنین می‌تواند در نتیجه توسعه رشد میوه و جذب مواد غذایی توسط میوه و در نتیجه تسریع فرآیندهای متابولیسمی باشد (مارشور و همکاران، 1995). علاوه بر این پتاسیم در افزایش فشار اسمزی و جذب آب بیشتر نقش دارد که می‌تواند دلیل دیگری بر افزایش ویژگی‌های فیزیکی میوه در اثر محلول پاشی با پتاسیم باشد. همچنین دلیل دیگر بر افزایش ویژگی‌های فیزیکی میوه می‌تواند به دلیل نقش پتاسیم در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال آوند آبکش باشد که در صورت کمبود انتقال مختل شده و مواد متابولیسمی در برگ مانده و به میوه نمی‌رسد و در نتیجه ویژگی‌های میوه کاهش می‌یابد (چپمن<sup>۱</sup>، 1968). دلیل افزایش ویژگی‌های فیزیکی در اثر محلول پاشی با روی می‌تواند به دلیل نقش روی در سنتز کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها باشد که از این طریق سبب افزایش رشد میوه می‌شود (امامی، ۱۳۷۵)، همچنین می‌تواند به دلیل نقش روی در سنتز هورمون اکسین باشد که با سنتز کافی این هورمون اندازه سلول‌ها افزایش می‌یابد (اردلان و همکاران، ۱۳۷۶)، علاوه بر این روی در تقسیم میتوز نیز نقش دارد که احتمالاً افزایش ویژگی‌های فیزیکی می‌تواند مرتبط با این موضوع نیز باشد (روت و د/س<sup>۲</sup>، 2003). نتایج به‌دست آمده در

3. Sindhu
4. Gopalswamy
5. Abuhassan
6. Stino
7. Elsabagh
8. Khayyat
9. Hosseini Farhadi
10. Beniwal
11. Tehranifar
12. Salem
13. Hafez
14. Rashid

1. Chapman
2. Rout and Das

همکاران (2006) در توت‌فرنگی و موحامید و همکاران (1999) در انگور می‌باشد. شکافنده و همکاران (۱۳۹۲) کاهش ترکیبات فنلی را در زیتون با افزایش نیترات پتاسیم گزارش کرده‌اند که با نتایج ما مطابقت ندارد احتمالاً دلیل این تفاوت را به متفاوت بودن نوع میوه مورد آزمایش نسبت داد. گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر کاربرد سولفات روی در افزایش میزان فنل کل در زیتون و انگور رقم مرلوت موجود است (سعادتی<sup>۹</sup> و همکاران، 2013؛ سانگ و همکاران، 2015). نتیجه هر دو پژوهش با نتایج ما مطابقت دارد با این تفاوت که اثر سولفات روی در نتایج آنها معنی‌دار بود اما در نتایج آزمایش‌های ما اثر محلول پاشی روی معنی‌دار نگردید. علت افزایش ترکیبات فلاونوئیدی در اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم و سولفات روی نیز احتمالاً می‌تواند به دلیل تأثیر محلول پاشی پتاسیم و روی بر فتوسنتز بوته‌های مو و متابولیسم ترکیبات کربنی باشد که خود اساس تشکیل متابولیت‌های ثانویه می‌باشند و از این طریق سنتز فلاونوئیدها را افزایش می‌دهد (هاکیوجا<sup>۱۰</sup> و همکاران، 1998)، علاوه بر این در مورد مکانیسم اثر روی در افزایش میزان فلاونوئید کل می‌توان گفت که محلول پاشی روی باعث فعالسازی آنزیم‌های CHS<sup>۱۱</sup> و CHI<sup>۱۲</sup> می‌شود که این آنزیم‌ها آنزیم‌های کلیدی در مسیر بیوسنتز ترکیبات فلاونوئیدی هستند و در نتیجه میزان فلاونوئید کل افزایش می‌یابد. همچنین فلز روی باعث افزایش بیان ژن‌های VvCHS، VvFLS4، VvMYB1 و می‌شود که بیان این ژن‌ها ترکیبات فلاونوئیدی را افزایش می‌دهد (سانگ و همکاران، 2015). نتایج گزارش‌های سانگ و همکاران (2015) نیز در خصوص افزایش میزان فلاونوئید کل در اثر محلول پاشی با سولفات روی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. فاتوانی<sup>۱۳</sup> و همکاران (2007) هم افزایش ترکیبات پلی فنولیکی از جمله فلاونوئیدها را در گیاه چای در اثر کاربرد پتاسیم را گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

نتایج ما در مورد اثر پتاسیم بر میزان آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز، مخالف یافته‌های هانگ<sup>۱۴</sup> و همکاران (2004) در برنج و ویریا<sup>۱۵</sup> و همکاران (2001) در آفتابگردان و موافق یافته‌های عسکری و همکاران (۱۳۹۲) در گوجه‌فرنگی می‌باشد. علت عدم تطابق نتایج را احتمالاً می‌توان به شرایط

همچنین پتاسیم با باز و بسته شدن روزنه‌ها و ورود CO<sub>2</sub> به گیاه می‌تواند باعث کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه شود (وارایچ<sup>۱</sup> و همکاران، 2011). علت افزایش آنتی‌اکسیدان کل در اثر روی نیز می‌تواند به این دلیل باشد که فلز روی از طریق محافظت پروتئین‌ها و لیپیدهای غشایی در برابر رادیکال‌های آزاد و سایر محصولات حاصل از واکنش‌های احیایی درون سلولی باعث حفظ تمامیت غشای سلول‌ها می‌شود، علاوه بر این فلز روی همراه با مس بخش اصلی آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را به‌عنوان جاروب-کننده رادیکال‌های آزاد تشکیل می‌دهد که این نیز می‌تواند دلیل دیگری بر افزایش آنتی‌اکسیدان کل در اثر محلول پاشی روی باشد (آلوی<sup>۲</sup> و همکاران، 2008).

در مورد علت افزایش ترکیبات فنلی در اثر پتاسیم می‌توان گفت که پتاسیم رشد گیاه را افزایش داده و در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود و به علت تخصیص کربن اضافی به مسیر شیکمیک اسید موجب افزایش ترکیبات فنلی می‌شود (نگوین<sup>۳</sup> و همکاران، 2010)، از طرف دیگر ثابت شده است که پتاسیم با افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز که آنزیم کلیدی در مسیر فنیل پروپانویید است میزان ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد (سایس<sup>۴</sup> و همکاران، 2005؛ تاماگون<sup>۵</sup> و همکاران، 1998). در مورد علت افزایش میزان فنل کل در اثر محلول پاشی با روی نیز می‌توان گفت که فلز روی بر بیان ژن‌های مسیر بیوسنتز فنل تأثیر می‌گذارد و در نتیجه میزان فنل کل افزایش می‌یابد، همچنین محلول پاشی با روی از کاهش بیان ژن VvPAL جلوگیری می‌کند که این نیز می‌تواند دلیلی بر افزایش ترکیبات فنلی در انگور در اثر محلول پاشی با روی باشد. علاوه بر این فلز روی از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های کربونیک آنهیدراز و ریبولوز ۱ و ۵ بی فسفات و افزایش محتوای کلروفیل میزان فتوسنتز را افزایش داده و در نتیجه با افزایش متابولیسم قند و در نهایت باعث افزایش متابولیسم فنل‌ها می‌شود (سانگ<sup>۶</sup> و همکاران، 2015).

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش در مورد افزایش میزان ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان کل در اثر پتاسیم مطابق یافته‌های اینگلیسک<sup>۷</sup> و همکاران (2002) در زیتون، و آنتونن<sup>۸</sup> و

9. Saadati  
10. Haukioja  
11. Chalcone synthase  
12. Chalcone isomerase  
13. Fhatuwani  
14. Huang  
15. Vieria

1. Waraich  
2. Alloway  
3. Nguyen  
4. Soayes  
5. Tamagnon  
6. Song  
7. Inglesc  
8. Anttonen

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی با بررسی نتایج به‌دست آمده از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از سولفات پتاسیم و سولفات روی در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انگور رقم بیدانه قرمز دارد. همچنین می‌توان گفت که سولفات پتاسیم و سولفات روی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انگور رقم بیدانه قرمز می‌شود اما بهترین نتیجه در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم + ۱ گرم بر لیتر سولفات روی به‌دست آمده است.

مختلف دو آزمایش که آزمایش‌های آنها در شرایط کشت بافت انجام گرفته بود، نسبت داد و اینکه در شرایط آزمایش‌های آنها غلظت‌های کم عنصر پتاسیم یک شرایط تنش برای گیاه محسوب شده و در نتیجه در این شرایط غلظت این آنزیم‌ها برای مهار رادیکال‌های آزاد در گیاه بالا رفته است. احتمالاً افزایش میزان آنزیم‌ها در اثر محلول‌پاشی با روی و پتاسیم را بتوان به نقش این عناصر و نقش هم افزایی عنصر روی و پتاسیم (ورما<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۴) در افزایش میزان آنزیم‌ها نسبت داد.

## منابع

- اردلان، م. و ثوابی، م. ۱۳۷۶. تغذیه درختان میوه. ترجمه. انتشارات نشر جهاد. ۲۷۵ صفحه.
- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- پوزشی، ر.، ذبیحی، ح. ر.، رضانی مقدم، م. ر.، رجبزاده، م. و مختاری، آ. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی روی، اسید هیومیک و اسید استیک بر عملکرد، اجزا و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵: ۳۶۰-۳۵۱.
- حسینی، ز. ۱۳۷۸. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۵۳ صفحه.
- جلیلی مردی، ر. ۱۳۸۹. میوه‌های ریز (انگور، توت‌فرنگی، کیوی، فروت، تمشک، انگورفرنگی حبه درشت، انگورفرنگی حبه ریز و ذغال اخته). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۹۷ صفحه.
- جلیلی مردی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۹۴ صفحه.
- سالاردینی، ع. ۱۳۶۲. اصول تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۳ صفحه.
- شکافنده، ا. و رضانی، ص. ۱۳۹۲. تأثیر سولفات روی و نیترات پتاسیم بر رشد و عملکرد و درصد روغن میوه زیتون رقم آمیگدالیفولیا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۴(۱): ۲۹-۴۲.
- عابدی قشلاقی، ا. ۱۳۷۹. تأثیر محلول پاشی سولفات آهن و اسید سیتریک بر خواص کمی و کیفی گوجه‌فرنگی رقم اوربانا (*Lycopersicon esculentum* Mill.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز. ۵۲ صفحه.
- عسگری، م.، امینی، ف. و جمالی، ف. ۱۳۹۲. اثرات کاربرد روی بر رشد، جذب عناصر غذایی و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانتی رنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) تحت تنش شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، سال سوم، ۱۰: ۲۴۵-۲۵۴.
- علی‌نژاد جهرمی، ه.، شیرانی، ا.، میرزایی، م. و حیدری، ج. ۱۳۹۱. بررسی اثر نفتالین استیک اسید، سولفات پتاسیم و سولفات روی بر ویژگی‌های کمی و کیفی نارنگی کلیمانتن. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶: ۲۹۱-۲۸۶.
- نفر، ه.، نیکخواه، ر.، راستگو، س. و درستکار، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر محلول پاشی عنصر بر و روی بر کیفیت و اجزای عملکرد و خصوصیات رویشی ارقام خارجی انگور و رقم ایرانی رطبی زرقان، مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، صفحه ۷۳۰-۷۳۳.
- Abuhassan, M. D. and Chattopdhyay, P. K. 2000. Influence of Potassium fertilization on vegetative growth, yield and quality characters of Cavendish (AAA) banana. pp 325-330. In Banana Improvement, production and utilization. Sing, H. P. and Chada, K. L. (Eds). Association for the improvement in production, and utilization of Banana (AIPUB), National Research Center on Banana (NCRB). Trichi, India.
- Alloway, B. J. 2004. Fundamental Aspects. In Zinc in Soils and Crop Nutrition; International Zinc Association: Brussels, Belgium, 4: 30-35.
- Anttonen, M., Kalle, I., Hoppul, A., Rolf, N., Mighel, J., Verheul, L. and Reijoo, K. 2006. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting dates, shading, growing environment and genotype on the content of selected phenolics in Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 2614-2620.
- Alloway, B. J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. 2nd edition, publishers: Zinc Association (IZA) and International Fertilizer Industry. Association (IFA). Brussels, Belgium and Paris, pp: 139.
- Anttonen, M. J. and Karjalainen, R. O. 2005. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 759-769.
- Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species, oxidative stress and signal transduction. Annual Review of Plant Biology, 55: 373-379.
- Barker, A. V. and Pilbeam, D. J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. Boca Roton Florida. 662 pp.
- Beers, R. F. and Sizer, I. W. 1952. Spectrophotometric method for measuring the of hydrogen peroxide, catalase. Journal of biological Chemistry, 195: 133-140.
- Beniwal, B. S., Gupta, O. P. and Ahlawat, V. P. 1992. Effect of foliar application of Urea and Potassium sulphate on physico-chemical attributes of grape. Haryana Journal of Horticultural Research, 21: 161-165.
- Chiou, A., Karathanos, V. T., Mylona, A., Salta, F. N., Preventi, F. and Andrikopoulos, N. K. 2007. Grape (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity. Food Chemistry, 102: 516-522.
- Chapman, H. D. 1968. The mineral nutrition of citrus, In: Reuther, W., Batchelor, L. D. and Webber, H. J. (Eds.). The citrus Industry. Revised ed. Vol. 2. University of California. pp: 127-289.
- Delgado, R., Gonzalez, M. and Martin, P. 2006. Interaction effects of Nitrogen and Potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of tempranillo grapes. International journal of Vine and Wine Sciences, 40: 141-150.
- Dorais, M., Papadoulos, A. P. and Gosselin, A. 2001. Greenhouse tomato fruit quality. In: Janick, J. (Ed). Horticultural Review, 26: 239-319.



- Ebadi, A., Sarikhani, H., Zamani, Z. and Babalar, M. 2002. Application of in ovule embryo culture technique in grapevine breeding program. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 33: 129-135.
- Elsabagh, A. S. 2012. Effect of bunches sprying with some macro and micro-nutrients on fruit retention and physical characteristics of Degle Nour date palm cultivar during kimiri stage. *Agriculture Biological Science*, 8 (2): 138-146.
- FAOSTAT, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). <http://www.fao.org>.
- Galligo, S. M., Benavides, M. P. and Tomoro, M. L. 1999. Effect of Cd ions on antioxidant defense system in sunflower cotyledons. *Biologia Plantarum*, 42: 49-55.
- Gopalswamy, N. 1969. Effect of graded doses of potassium on nutrient uptake yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) var Anab-e-Shahi. Tamil Nadu Agricultural University. Combtoe India. M.Sc. Thesis. 155 pp.
- Hafez, O. M. and EL-Metwally, I. M. 2007. Efficiency of Zinc and Potassium sprays alone or in combination with some weed control treatments on weeds growth, yield and fruit quality of Washington navel orange orchads. *Journal of Applied sciences Research*, 3 (7): 613-621.
- Haukioja, E., Ossipov, V., Koricheva, J., Honkanen, T., Karsson, S. and Lempa, K. 1998. Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization. *Chemoecology*, 8: 133-139.
- Huang, G. H., Huang, T. J., Jiang, S. P. 2004. Analysis of grey incidence of chlorophyll (a, b, c) and ecology factor in Dapeng Bay, South China sea, *Acta Oceanologica Sinica*, 22 (1): 136-139.
- Inglese, P., Barone, P. and Gullo, G. 1996. The effect of complementary irrigation on fruit growth, ripening pattern and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L.) cv. Carolea. *Journal of Horticultural Science*, 71: 257-263.
- Khayat, M., Tafazoli, E., Eshghi, S. and SandRajaec, S. 2007. Effect of Nitrogen, Boron, Potassium and Zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2 (3): 289-296.
- Khorsandi, F. 2009. Foliar zinc fertilization improves marketable fruit yield and quality attributes of Pomegranates. *International Journal Agriculture*, 11 (6): 766-770.
- Kinaci, E. and Gulmezoglu, N. 2007. Grain yield and yield components of triticale upon application of different foliar fertilizers. *Interciencia*, 32 (9): 624-628.
- Kuepper, G. 2003. Foliar fertilization. ATTRA. Available online: [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org).
- Kumar, A. R. and Kumar, N. 2007. Sulfate of Potassium foliar spray effects on yield, quality, and post-harvest life of banana. *Better Crops*, 91: 22-24.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London. 4<sup>th</sup> printing. 889 pp.
- Michalak, A. 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15: 523-530.
- Mohammed, S., Singh, D. and Ahlawat, VP. 1993. Growth, yield and quality of grapes as affected by pruning and basal application of Potassium. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 22: 179-182.
- Nguyen, P. M., Kwee, E. M. and Niemeyer, E. D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves. *Food Chemistry*, 123: 1235-1241.
- Parr, A. J. and Bolwell, G. P. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of Food Agriculture*, 80: 958-1012.
- Prasad, A. S. 2012. Discovery of human Zinc deficiency: 50 years later. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 26: 66-69.
- Ramezani, S. and Shekafandeh, A. 2011. Influence of Zn and K sprays on Fruit and pulp Growth in olive (*Olea europea* L. cv. Amygdalifolia. *Iran Agricultural Research*, 30 (1): 1-10.
- Rashid, R., Kirmani, N. A., Nazir, N. and shafi, S. 2008. Quality of apple cv. Red Delicious as influenced by Potassium. *Asian Journal Soil Science*, 3: 227-229.
- Rout, G. and Das, P. 2003. Effect of metaltoxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Journal of Agronomie*, 23: 3-11.
- Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S. M. H. and Seyyednejad, S. M. 2013. Effects of Zinc and Boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. *Journal of Scientia Horticulturae*, 164: 30-34.
- Sakihama, Y. and Yamasaki, H. 2002. Lipid peroxidation induces by phenolics in conjunction with aluminium ions. *Biologia Plantarum*, 45 (2): 249-254.
- Salem, A. T. and Kilany, A. E. 2004. The influence of NPK, Phosphorus sources and Potassium foliar application on growth and fruit quality of Thompson seedless grapevines. *Acta Horticulturae*, 640: 163-173.
- Sindhu, A. S., Tomer, N. S., Chahil, B. S. and Brar, J. S. 2002. Effect of N, P and K on physico-chemical characteristics of grape (*Vitis vinifera* L.) during development. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 34: 19-22.
- Slinkard, K. and Singleton, V. L. 1977. Total phenol analysis Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Soares, A. G., Trugo, L. C., Botrel, N. and Souza, L. F. 2005. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) by preharvest soil application of Potassium. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 201-207.
- Song, C. Z., Liu, M-Y., Meng, J-F., Chi, M., Xi, Z-M. and Zhang, Z-W. 2015. Promoting effect of foliage sprayed Zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on Zinc deficient soil, *Journal of Molecules*, 20: 2536-2554.

- Stampar, F., Hudina, M., Dolenc, K. and Usenik, V. 1998. Influence of foliar fertilization on yield quantity and quality of apple (*Malus domestica* borkh.). In: Anac, D. and Martin- Prével, P., Improved Crop Quality by Nutrient Management pp: 91-94.
- Stino, R. G., Abd El-Wahab, S. M., Habashy, S. A. and Kelani, R. A. 2011. Productivity and fruit quality of three Mango cultivars in relation to foliar sprays of Calcium, Zinc, Boron or Potassium. *Journal of Horticultural Sciences and Ornamental Plants*, 3: 91-98.
- Tamagnone, L., Merida, S., Stacey, N., Plaskitt, K., Parr, A., Chang, C., Dow, J. M., Roberts, K. and Martin, C. 1998. Inhibition of phenolic acid metabolism results in precocious cell morphology in leaves of transgenic tobacco plants. *Plants Cell*, 10: 1801-1816.
- Tavarini, S., DeglInnocenti, E., Remorini, D., Massai, R. and Guidi, R. 2008. Antioxidant capacity, Ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage on Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107: 282-288.
- TehraniFar, A. and Mahmooditabar, S. 2009. Foliar application of Potassium and Boron during pomegranate (*Punica granatum*) fruit development can improve fruit quality. *Horticulture, Environment, Biotechnology*, 3 (50): 23-34.
- Tian, L., Wang, Y., Niu, L. and Tang, D. 2008. Breeding of disease-resistant seedless grapes using Chinese wild *Vitis* spp. I. *In vitro* embryo rescue and plant development. *Scientia Horticulturae*, 117: 136-141.
- Updhyaya, A., Sankhla, D., Davis, T. D., Sankhla, N. and Smidh, B. N. 1985. Effect of paclobotrazol on the activities of some enzymes of activated oxygen metabolism and lipid peroxidation in senescing. *Journal of Plant physiology*, 121: 453-461.
- Verma, T. S. and Neue, H. U. 1984. Effect of soil salinity and Zinc application on electrochemical and chemical kinetics and growth and yield of rice. *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15: 553-571.
- Vieira Santos, C. L., Campos, A., Azevedo, H. and Caldeira, G. 2001. In Situ *in vitro* senescence induced by KCl stress: nutritional imbalance, lipid peroxidation and antioxidant metabolism, *Journal of Experimental Botany*, 52 (355): 351-360.
- Wang, K. Y. I. 2009. *In vitro* culture of dog ridge grapevine. M.SC. Thesis, faculty of agriculture Texas. A@ M. University, USA.
- Waraich, E. A., Ahmad, R., Saifullah, M. Y. and Ashraf, E. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (6): 764-777.
- Wassel, A. M. 1984. White Banaty seedless grapes as influenced by gibberellic acid and ethephon. *Bulletin of Faculty of Agriculture Cairo Univercity (Journal)*, 35 (2): 1071-1082.

## Effect of Potassium Sulfate and Zinc Sulfate Foliar Spray on some Physical and Chemical Traits of Grape (*Vitis vinifera* cv. Bidaneh Ghermez)

Nojavan<sup>1\*</sup>, S., Naseri<sup>2</sup>, L. and Hassanpour<sup>3</sup>, H.

### Abstract

In order to study the effects of foliar application of Potassium sulfate and Zinc sulfate on some physical and chemical properties of grape (*Vitis vinifera* cv. Bidaneh Ghermez) berries, a factorial experiment was accomplished based on a randomized complete block design with three replications. The treatments comprised of potassium sulfate in three levels (0, 5 and 10 g L<sup>-1</sup>) and zinc sulfate in four levels (0, 5.0, 1 and 2 g L<sup>-1</sup>). The solutions were sprayed on grape plants for three times during the growth season. The results showed that the maximum length of berries was observed in plants treated simultaneously with 10 g L<sup>-1</sup> of potassium sulfate and 0.5 g L<sup>-1</sup> of zinc sulfate. Also, the highest fruit width, cluster width, and number of berries per cluster were obtained from 10 g L<sup>-1</sup> of potassium sulfate and 2 g L<sup>-1</sup> of zinc sulfate. The highest TSS and the lowest pH were observed in the spray solution containing 10 g L<sup>-1</sup> of potassium sulfate with 2 g L<sup>-1</sup> of zinc sulfate. Total antioxidant, total flavonoid and catalase enzyme activity were significantly affected by foliar application. Total phenol and guaiacol enzyme activity were increased by spraying potassium sulfate or zinc sulfate but the interaction effect of potassium sulfate and zinc sulfate on these parameters was not significant. Therefore, it can be concluded that simultaneously foliar application of potassium sulfate and zinc sulfate may lead to increasing some secondary metabolites, enhancing antioxidant capacity and improving physical properties of grape (*Vitis vinifera*) cv. Bidaneh Ghermez.

**Keywords:** Total antioxidant, Phytochemical characteristics, Total flavonoids, Catalase

---

1, 2 and 3. M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

\*: Corresponding author

Email: soheylanojavan@gmail.com