

اثر کاربرد برگی سولفات پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه انگور (*Vitis vinifera* L.) رقم رشه

Effect of Potassium Sulphate Foliar Application on Some Quantitative and Qualitative Traits of Grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Rashe

الناز زارعی^۱، تیمور جوادی^{۲*}، ناصر قادری^۲ و مسعود داوری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۱۱

چکیده

در این پژوهش اثر محلول پاشی برگی سولفات پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی میوه انگور رقم رشه بررسی شد. پنج تیمار محلول-پاشی شامل محلول پاشی با آب (شاهد)، یک بار محلول پاشی به غلظت یک و نیم و سه گرم در لیتر و دو بار محلول پاشی به غلظت یک و نیم و سه گرم در لیتر استفاده شدند. محلول پاشی اول در انتهای گلدهی و دومین محلول پاشی پانزده روز بعد از محلول پاشی اول انجام گرفت. نتایج نشان داد که میانگین وزن حبه، میانگین وزن خوشه، کربوهیدرات محلول کل و ویتامین ث به طور معنی داری در اثر محلول پاشی نسبت به شاهد افزایش یافت. اما اختلاف بین تیمارهای مختلف سولفات پتاسیم معنی دار نبود. محلول پاشی سولفات پتاسیم به طور معنی داری سبب افزایش میانگین حجم حبه و آنتوسیانین گوشت و پوست میوه گردید و تیمار دوبار محلول پاشی سولفات پتاسیم سه گرم در لیتر بالاترین مقدار را دارا بود. تیمار محلول پاشی سبب افزایش مواد جامد محلول کل و pH میوه گردید. کمترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار دوبار محلول پاشی سولفات پتاسیم سه گرم در لیتر مشاهده گردید و سایر تیمارها با هم اختلاف معنی داری نداشتند. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که محلول پاشی سولفات پتاسیم باعث بهبود صفات کمی و کیفی میوه انگور رقم رشه شد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، اسیدیته قابل تیتراسیون، رشد حبه، کوددهی پتاسیم، مواد جامد کل

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
۳. استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
*: نویسنده مسئول
Email: tjavadi@uok.ac.ir

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. از خانواده انگورسانان (Vitaceae) و از مهم‌ترین میوه‌هایی است که در سطح وسیعی از جهان و ایران کشت می‌شود. به گزارش سازمان خوار و بار و کشاورزی، ایران با تولید حدود ۲۱۵۰ هزار تن انگور در مقام نهم دنیا قرار دارد (فائو^۱، ۲۰۱۲). در استان کردستان میزان سطح زیر کشت انگور ۱۲۸۱۷ هکتار می‌باشد که ۴۸۹۶ هکتار آن به صورت آبی و ۷۹۲۱ هکتار به صورت دیم کشت شده است (بی‌نام، ۱۳۹۰). بوته‌های انگور برای رشد و باردهی به عناصر غذایی کافی نیاز دارند. کمبود مواد مغذی بر کمیت و کیفیت انگور تأثیر دارد.

پتاسیم مهم‌ترین ماده غذایی است که سبب تنظیم کیفیت میوه‌ها می‌شود (یوشروود^۲، ۱۹۸۵). بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژی گیاهی از جمله فعالیت بیش از شصت آنزیم، جذب اسمزی آب و ایجاد فشار تورژسانس سلول برای رشد (منگل و امک^۳، ۱۹۸۲) و باز شدن روزنه (فیشر و هسیائو^۴، ۱۹۶۸) تحت تأثیر پتاسیم می‌باشند. در تمام گیاهان، میزان پتاسیم بر جذب اسمزی آب توسط ریشه‌ها، کنترل تعرق برگ (هسیائو و لاوچلی^۵، ۱۹۸۶) و افزایش ویتامین ث در میوه‌ها (هوآنگ و همکاران^۶، ۲۰۰۰) اثر دارد. کاربرد پتاسیم سبب افزایش وزن خوشه، اندازه خوشه، وزن حبه، اندازه حبه و مواد جامد محلول کل^۷ انگور و کاهش اسیدیت می‌شود (سیندهو^۸ و همکاران، ۲۰۰۲). در شرایط کمبود پتاسیم ثبات و استحکام حبه انگور به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. تغذیه برگی یکی از روش‌های رفع سریع کمبود پتاسیم است (بوروسکی و میچالک^۹، ۲۰۰۹). تحقیقات نشان داده است که در انگور رقم پرلت، تغذیه برگی پتاسیم به صورت K_2SO_4 به غلظت یک گرم در لیتر به‌طور قابل توجهی باعث افزایش محتوای آب، وزن حبه، قند، مواد جامد محلول، استحکام و اسیدیت کل حبه‌ها شد. همچنین تغذیه کافی پتاسیم سبب افزایش عملکرد، اندازه میوه، مواد جامد محلول و غلظت اسید آسکوربیک، بهبود رنگ میوه، افزایش عمر انباری، و کیفیت حمل و نقل بسیاری از محصولات باغبانی

می‌شود. استفاده از پتاسیم منجر به افزایش رشد مو، افزایش وزن هرس و ماده خشک گردید (سینق^{۱۰} و همکاران، ۱۹۷۹). پتاسیم سبب افزایش انتقال قند در گیاهان می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داد که محلول‌پاشی برگی سولفات پتاسیم به صورت هفتگی مقدار قند میوه گواوا را بهبود بخشید (هلاوات و یامداگنی^{۱۱}، ۱۹۸۱). کاربرد پتاسیم محتوای مواد جامد در گوشت میوه پاپایا (کومار^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۶) را افزایش داد و سبب افزایش رنگ‌گیری و محتوای پلی فنولی حبه‌های انگور (سومرز^{۱۳}، ۱۹۷۷). حبه انگور یک مقصد^{۱۴} قوی برای پتاسیم، به‌ویژه پس از مرحله دگرگرافی^{۱۵} است. کاهش اسیدیت تنها صفت کیفی نیست که تحت تأثیر مصرف پتاسیم قرار می‌گیرد. علاوه بر آن، گرم در لیتر مواد جامد محلول، بلوغ و میزان آنتوسیانین نیز تحت تأثیر استفاده از پتاسیم قرار می‌گیرد. با افزایش مقدار پتاسیم در حبه‌های انگور، میزان آنتوسیانین نیز افزایش می‌یابد (دلگادو^{۱۶} و همکاران، ۲۰۰۴). تغذیه کافی پتاسیم سبب افزایش عملکرد، اندازه میوه، افزایش مواد جامد محلول و غلظت اسید آسکوربیک، بهبود رنگ میوه، افزایش عمر انباری و بالا رفتن کیفیت حمل و نقل بسیاری از محصولات باغبانی می‌گردد (عمرو^{۱۷} و همکاران، ۲۰۱۴؛ آل-عبید^{۱۸} و همکاران، ۲۰۱۳؛ کنایی^{۱۹} و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجایی که در بسیاری از تاکستان‌های استان کردستان علائم کمبود پتاسیم مشاهده می‌شود، هدف از این تحقیق بررسی اثر کاربرد برگی و تعداد دفعات کاربرد پتاسیم بر برخی خصوصیات کمی و کیفی خوشه‌های انگور بود.

مواد و روش‌ها

طرح آزمایشی و محل اجرای آزمایش

این تحقیق روی بوته‌های هفت ساله انگور رقم رشه در تابستان سال ۱۳۹۱ در یکی از باغات انگور در ده کیلومتری جنوب شهرستان سنندج انجام شد. آبیاری تاک‌های این باغ به صورت قطره‌ای و سیستم تربیت آن‌ها به روش خزنده بود. همچنین تغذیه کودی تاک‌ها براساس آزمایشات تجزیه خاک انجام نمی‌شد. به‌منظور تعیین برخی ویژگی‌های فیزیوشیمیایی

10. Singh
11. Ahlawat and Yamdagni
12. Kumar
13. Sommers
14. Sink
15. Veraison
16. Delgado
17. Amro
18. Al.Obeed
19. Kanai

1. FAO
2. Usherwood
3. Mengel and Arneke
4. Fisher and Hsiao
5. Hsiao and Lauchli
6. Huang
7. Total Soluble Solid (TSS)
8. Sindhu
9. Borowski and Michałek

انتقال یافتند و مهم ترین ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک تعیین شدند (جدول ۱).

خاک تاکستان، نمونه گیری خاکی طبق روش استاندارد انجام شد و نمونه ها به آزمایشگاه گروه خاکشناسی دانشگاه کردستان

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاکستان مورد آزمایش
Table 1: Chemical and physical characteristics of experimental vineyard soil

پتاسیم در دسترس (میلی گرم در کیلوگرم) Available potassium (mg/Kg)	فسفر در دسترس (میلی گرم در کیلوگرم) Available phosphorus (mg/Kg)	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی متر) EC (mmhos/cm)	اسیدیته pH	OC ¹ (%)	TNV ² (%)	SP ³ (%)	شن (درصد) Sand (%)	رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)
85.56	2.83	7.81	0.41	0.28	12.88	12.24	53	26	21

۱. کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%). ۲. ارزش مواد خنثی شونده کل (درصد) Total Neutralizing Value (%).
۳. درصد اشباع (درصد) Saturation Percentage (%)

صفات اندازه گیری شده در این آزمایش شامل موارد زیر بود:

میانگین وزن خوشه

بیست خوشه انگور به طور تصادفی از هر بوته جمع آوری شده و وزن آنها با ترازو (دقت ۰/۰۰۱) اندازه گیری و میانگین وزن خوشه محاسبه شد.

میانگین وزن حبه

تعداد ۱۰۰ حبه به طور تصادفی از هر تیمار با ترازو (دقت ۰/۰۰۱) وزن شده و میانگین وزن حبه محاسبه گردید.

میانگین حجم حبه

تعداد ۱۰۰ حبه از هر تیمار به طور تصادفی شمارش و در یک ظرف با حجم مشخص آب ریخته و افزایش حجم آب یادداشت گردید و حجم متوسط حبه محاسبه گردید.

تعداد حبه ها / $V_2 - V_1 =$ میانگین حجم حبه

V1: حجم اولیه آب و V2: حجم ثانویه آب

pH آب میوه

pH آب میوه انگور با دستگاه pH متر (مدل pH lab ۸۲۷، Methrom، ساخت سوئد) با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری شد.

مواد جامد محلول کل (TSS) و اسیدیته قابل تیترا (TA)

میوه

مقدار مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی (مدل Atago 3t، ساخت ژاپن) اندازه گیری و براساس درجه بریکس گزارش شد. برای اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. در هر واحد آزمایشی دو بوته وجود داشت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

۱- تیمار محلول پاشی با آب (شاهد)

۲- تیمار یکبار محلول پاشی (یک ماه پس از پایان گلدهی) با سولفات پتاسیم به غلظت یک و نیم گرم در لیتر

۳- تیمار دوبار محلول پاشی (مرحله اول یک ماه پس از پایان گلدهی و مرحله دوم پانزده روز پس از محلول پاشی اول) با سولفات پتاسیم به غلظت یک و نیم گرم در لیتر

۴- تیمار یکبار محلول پاشی (یک ماه پس از پایان گلدهی) با سولفات پتاسیم به غلظت سه گرم در لیتر

۵- تیمار دوبار محلول پاشی (مرحله اول یک ماه پس از پایان گلدهی و مرحله دوم پانزده روز پس از محلول پاشی اول) با سولفات پتاسیم به غلظت سه گرم در لیتر.

میوه انگور در بیست و پنجم شهریور ماه زمانی که رنگ گیری حبه ها کامل شد برداشت شدند و از تیمارهای مختلف به طور تصادفی نمونه گیری انجام گرفت. نمونه ها در ازت مایع فریز شدند و در آزمایشگاه در دمای ۵۰- درجه سانتی گراد برای جلوگیری از تغییر در فعالیت متابولیت ها و آنزیم های موجود در نمونه ذخیره شدند. سپس در آزمایشگاه صفات کیفی اندازه گیری شدند. نمونه های میوه انگور فریز شده با استفاده از مقداری ازت مایع توسط آسیاب آزمایشگاهی (مدل A11B، IKA ساخت آلمان) پودر شده و میوه پودر شده داخل فالكون ریخته شد و برای اندازه گیری صفات مورد نظر استفاده گردید.

آب میوه انگور با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به ۸/۱، اندازه‌گیری شد و براساس میلی‌اکی‌والان تارتاریک اسید (اسید غالب انگور) محاسبه گردید (ایالا-زوالا و همکاران، ۲۰۰۷).

$$N = \frac{V \cdot Meq}{M} = \frac{100 \text{ میلی‌لیتر آب میوه/میلی‌گرم (TA)}}{100} \times 100$$

N: نرمالیت سود مصرفی (۰/۱ نرمال)

V: حجم سود مصرفی

M: حجم آب میوه مصرفی بر حسب میلی‌لیتر

Meq: میلی‌اکی‌والان اسید غالب انگور (اسید تارتاریک = ۰/۰۷۵)

کربوهیدرات‌های محلول کل میوه

۰/۱ گرم نمونه پودر شده میوه در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ قرار داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. ۰/۱ میلی‌لیتر از مایع روشن‌آور با ۰/۹ میلی‌لیتر آب ترکیب گردید و چهار میلی‌لیتر آنترون (۰/۲ گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر H_2SO_4 ۹۵٪) به آن اضافه شد. نمونه و استانداردها در بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۳۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Specord 210، Analytik jena، ساخت آمریکا) قرائت شد. منحنی استاندارد با استفاده از گلوکز تهیه و مقدار قند نمونه‌ها با استفاده از منحنی تهیه شده، تعیین گردیدند (یوشیدا^۲ و همکاران، ۱۹۷۲).

آنتوسیانین کل گوشت و پوست حبه

محتوای آنتوسیانین کل گوشت و پوست حبه انگور به روش اختلاف pH اندازه‌گیری شد (رولستد^۲، ۱۹۷۶). در این روش، یک گرم گوشت و ۰/۰۲۵ گرم از پوست حبه که با جاقوی تیز از هم جدا و با آسیاب پودر شدند، در ۵ میلی‌لیتر از بافرهای با pH یک و چهار و نیم عصاره‌گیری شدند. محلول حاصله به مدت ۱۵ دقیقه در ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Specord 210، Analytik jena، ساخت آمریکا) قرائت گردید و محتوای آنتوسیانین گوشت با استفاده از فرمول زیر براساس میلی‌گرم مالویدین در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه گردید.

$$A_b = (A_{520} - A_{700})_{pH 1} - (A_{520} - A_{700})_{pH 4.5}$$

$$\text{Total Anthocyanin (mg/l)} = A_b / \text{el} \times 1000 \times MW \times DF$$

1. Ayala-Zavala
2. Yoshida
3. Wrolstad

محتوای ویتامین ث

محتوای ویتامین ث میوه انگور اندازه‌گیری شد (ومیه^۴ و همکاران، ۱۹۷۶). یک گرم از نمونه‌های پودر شده میوه با آسیاب، در ۵ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید ۱۰٪ هضم گردیدند و به مدت ۲۰ دقیقه در ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. از محلول روشن‌آور ۵۰ میکرولیتر برداشته شد و یک میلی‌لیتر معرف دی نیترو فنیل هیدرازین- سولفات مس- تیورا (DTC) شش میلی‌مولار اضافه و به مدت سه ساعت در بن‌ماری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس ۷۵۰ میکرو لیتر اسید سولفوریک ۶۵٪ به نمونه‌ها اضافه شد و جذب نمونه‌ها و استاندارد در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل Specord 210، Analytik jena، ساخت آمریکا) قرائت گردید. محتوای ویتامین ث براساس منحنی استاندارد معادل میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم وزن تر نمونه محاسبه گردید.

تجزیه داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه گردیدند. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ گرم در لیتر با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی سولفات پتاسیم بر تمامی صفات مرتبط با رشد حبه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲).

وزن خوشه، وزن حبه و حجم حبه در سطح یک درصد تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲). تمام تیمارهای انجام شده سبب افزایش وزن خوشه در مقایسه با شاهد شدند که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم سبب افزایش وزن حبه نسبت به شاهد گردید، اما تیمارهای مختلف محلول‌پاشی از نظر وزن حبه با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. حجم حبه در تیمار دوبر محلول‌پاشی سه گرم در لیتر بیشتر از سایر تیمارها بود و تیمار دو بار محلول‌پاشی یک و نیم گرم در لیتر در رده بعد قرار داشت. کمترین مقدار حجم حبه در میوه‌های شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم بر صفات کمی میوه انگور رقم رشه

Table 2: Analysis of variance of the effect of foliar potassium spray on quantitative traits in grape cv. Rashe

میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of variation
حجم حبه Berry volume	وزن خوشه Cluster weight	وزن حبه Berry weight
0.0001 ^{ns}	2	تکرار Replication
0.1000 ^{**}	4	تیمار Treatment
0.0022	8	خطای آزمایش Experiment error
3.05	4.08	ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)

ns, **: غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۰.۰۱٪
ns, **: non significant, significant at $p = 0.01$

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات کمی میوه انگور رقم رشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول پاشی سولفات پتاسیم

Table 3: Means comparison for quantitative traits in grape cv. Rashe under different foliar potassium sulfats treatments

حجم حبه (سانتی مترمربع) Berry volume (cm ³)	وزن حبه (گرم) Berry weight (gr)	وزن خوشه (گرم) Cluster weight (gr)	تیمار Treatment
1.32d	1.79b	81.30b	شاهد Control
1.43c	1.86a	93.86a	یکبار محلول پاشی (۱/۵ گرم در لیتر) Once spray (1.5 g.l ⁻¹)
1.51c	1.85a	94.06a	یکبار محلول پاشی (۳ گرم در لیتر) Once spray (3 g.l ⁻¹)
1.80a	1.89a	97.77a	دوبار محلول پاشی (۱/۵ گرم در لیتر) Twice spray (1.5 g.l ⁻¹)
1.68b	1.87a	99.05a	دوبار محلول پاشی (۳ گرم در لیتر) Twice spray (3 g.l ⁻¹)

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۰.۰۵٪ اختلاف معنی داری ندارند
Means, in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level

محلول پاشی سولفات پتاسیم باعث افزایش وزن حبه و در نهایت وزن خوشه شده است که به علت نقش پتاسیم در افزایش فشار اسمزی و جذب آب بیشتر، متابولیسم کربوهیدرات و انتقال آوند آبکش می باشد که در صورت کمبود پتاسیم، انتقال مختل شده و مواد متابولیسمی در برگ باقی می ماند و به میوه نمی رسند و باعث کوچک شدن اندازه آن و کاهش وزن میوه می شوند (چپمن^۱، 1968). در این آزمایش نیز تمام تیمارهای محلول پاشی باعث افزایش وزن خوشه و وزن حبه شدند که با نتایج بررسی (سیندهو و همکاران، 2002) روی انگور و (ساروی^۲ و همکاران، 2012) روی نارنگی مطابقت دارد.

در طول دوره تقسیم سلولی (مرحله اول رشد میوه انگور) ممکن است پتاسیم برای شل شدن دیواره سلولی و بزرگ شدن سلول لازم باشد (ولات^۳ و همکاران، 2002). در دوره دوم رشد میوه، پتاسیم کمتری لازم است. پس از تغییر رنگ حبه های انگور، احتمالاً نقش اصلی پتاسیم در بزرگ شدن سلولی از طریق نقش آن در شل شدن دیواره سلولی و تنظیم پتانسیل اسمزی باشد. تجمع پتاسیم و مواد جامد محلول (اسمولیت ها) در سلول های درون بافت میوه، منجر به افزایش در فشار اسمزی بافت و همچنین حرکت آب به درون سلول ها و افزایش تورژسانس بافت می شود. افزایش پتاسیم ممکن است از این طریق باعث افزایش حجم حبه گردد (احمدی^۴ و همکاران، 1994).

pH حبه ها تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی در سطح یک درصد و اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۴). میزان pH حبه در تیمارهای دوبار محلول پاشی به غلظت یک و نیم و سه گرم در لیتر با هم اختلاف معنی داری نداشتند و بیشتر از سایر تیمارها بودند. سایر تیمارها نیز از نظر میزان pH با هم اختلاف معنی داری نداشتند. اسیدیته کل در تیمار دوبار محلول پاشی با غلظت ۳ گرم در لیتر با اختلاف معنی داری پایین تر از سایر تیمارها بود. اما سایر تیمارها با هم اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۵). مقدار مواد جامد محلول کل (TSS) و کربوهیدرات محلول کل میوه نیز تحت تأثیر تیمار محلول پاشی قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل در تیمارهای دوبار محلول پاشی با غلظت های یک و نیم و سه گرم در لیتر مشاهده گردید که به ترتیب معادل ۲۰/۲۰ و ۱۸/۸۳ میلی گرم در صد گرم بود. محلول پاشی سولفات پتاسیم سبب افزایش

کربوهیدرات های محلول کل شد. میوه های شاهد کمترین مقدار کربوهیدرات های محلول را داشت و تیمارهای محلول پاشی (تمامی غلظت ها) با هم اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۵). تیمارهای محلول پاشی سولفات پتاسیم بر مقدار آنتوسیانین پوست و گوشت حبه تأثیر معنی داری (در سطح یک درصد) نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین پوست (۴۳۳/۵۵ میلی گرم در صد گرم) در تیمار دوبار محلول پاشی با غلظت سه گرم در لیتر مشاهده شد. تیمار دوبار محلول پاشی با غلظت یک و نیم گرم در لیتر در رده بعدی و حداقل مقدار در میوه های شاهد مشاهده شد (جدول ۵). همچنین بیشترین مقدار آنتوسیانین گوشت در تیمار دوبار محلول پاشی سه گرم در لیتر و کمترین مقدار در میوه های شاهد مشاهده گردید (جدول ۵). تیمارهای محلول پاشی در سطح احتمال یک درصد بر مقدار ویتامین ث حبه ها معنی دار بود. محتوای ویتامین ث حبه ها در تیمار دوبار محلول پاشی با غلظت سه گرم در لیتر از سایر تیمارها بیشتر بود و همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی دار داشتند. اما بین تیمارها با هم اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۵).

نتایج نشان داد که دوبار محلول پاشی به طور معنی دار مقدار pH آب میوه را در مقایسه با شاهد و یک بار محلول پاشی افزایش داده است. در حبه ها، پتاسیم زیاد ممکن است میزان تجزیه مالات را از طریق ممانعت از انتقال مالات از منابع ذخیره سازی واکوئل به سیتوپلاسم، مکان تخریب مالات، کاهش داده و در نتیجه اسید مالیک افزایش یابد. تشکیل یون های قلبایی و اسیدهای ضعیف آلی، منجر به کاهش در مقدار H⁺ آزاد شده و در نتیجه منجر به افزایش در pH می گردد (هال^۵، 1977).

تیمار دوبار محلول پاشی با غلظت ۳ گرم در لیتر به طور معنی داری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را نسبت به شاهد کاهش و درصد مواد جامد محلول کل را افزایش داد. پتاسیم سطح اسید را در حبه ها کاهش می دهد و در تعامل با اسید تارتاریک برای شکل گیری بی تارتارات پتاسیم است، که حلالیتش محدود شده است (لانگ^۶، 1983). نتایج فوق با نتایج مطالعه (مارتین^۷ و همکاران، 2004؛ سیندهو و همکاران، 2002) مطابقت دارد. همچنین نتایج این بررسی با مطالعه (مارتین و همکاران، 2004) روی میزان مواد جامد محلول کل در انگور مطابقت دارد. پتاسیم در انتقال املاح به حبه ها، از طریق نقش

5. Hale
6. Lang
7. Martin

1. Chapman
2. Sarrwy
3. Ollat
4. El.Hammady

بالتر آن در میوه‌ها در تیمارهای پتاسیمی، احتمالاً با سنتز کربوهیدرات تحریک شده و با انتقال فندهای فتوسنتزی مرتبط است. پتاسیم نقش مهمی را در بارگیری و حمل و نقل قند از برگ به میوه ایفا می‌کند (مارشسر، 1995). اثر پتاسیم بر افزایش میزان ویتامین ث در خربزه (لستر و جیفون^{۱۰}، 2007) و گریپ فروت (رودریگوئز^{۱۱}، 2005) در تأیید نتایج این پژوهش است.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند کیفیت میوه انگور را افزایش دهد. اهمیت پتاسیم در بالا بردن کیفیت میوه ناشی از نقش آن در تحریک سنتز مواد غذایی و حمل و نقل آن‌ها به میوه‌ها، غده‌ها و ارگان‌های ذخیره‌سازی است (منگل و کیرکبی^{۱۲}، 1987). به نظر می‌رسد که پتاسیم تأثیر عمیقی بر کیفیت میوه از طریق تأثیر بر اندازه، ظاهر، رنگ، مواد جامد محلول، اسیدیته و محتویات ویتامین میوه دارد. نتایج تحقیقات نشان داد که استفاده از پتاسیم وزن خوشه، رنگ حبه‌ها و عملکرد را بهبود داده و ویژگی‌های کیفی میوه را بهبود می‌بخشد (محمد^{۱۳} و همکاران، 1993). کیفیت بالاتر میوه‌ها، به ویژه محتوای قند بالاتر، می‌تواند با توجه به نقش پتاسیم در سنتز کربوهیدرات، تجزیه و انتقال و سنتز پروتئین، و خنثی‌سازی فیزیولوژیکی اسیدهای آلی مهم توضیح داده شود (تیسدل و نلسون^{۱۴}، 1966). پتاسیم مسئول تولید انرژی به شکل ATP است. علاوه بر این، پتاسیم نیز در بارگذاری آوند آبکش و تخلیه ساکارز و اسیدهای آمینه و ذخیره‌سازی قند به شکل نشاسته در میوه‌های در حال توسعه توسط فعال کردن سنتز آنزیم نشاسته درگیر است (منگل و کیرکبی، 1987).

آن در بارگیری^۱ و عدم بارگیری^۲ آوند آبکش مؤثر است (لانگ، 1983). پتاسیم از این طریق سبب تجمع مواد محلول در حبه‌ها می‌شود. بررسی (مارچنر^۳، 1995) نشان داد که پتاسیم به انتقال قند از برگ به میوه در گیاهان کمک می‌کند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. محلول‌پاشی پتاسیم باعث افزایش معنی‌دار کربوهیدرات محلول کل نسبت به تیمار شاهد شده است. در طول نمو، حبه انگور یک مقصد بسیار قوی برای پتاسیم است. پتاسیم انتقال مواد غذایی (اساساً ساکارز و آمینواسیدها) را به سینک‌های قوی (میوه‌ها) تحریک می‌کند (منگل^۴، 1997). گیاهان برای تولید مولکول‌های پراثری (ATP) که هر دو در فتوسنتز و فرآیند تعرق دخالت دارند به پتاسیم نیاز دارند (ویلینگفورد^۵، 1980). این انرژی برای تمام فرایندهای سنتزی در متابولیسم گیاهان که منجر به تولید کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها که دلالت بر کیفیت محصولات دارد مورد نیاز است (منگل، 1997).

پتاسیم نقش مهمی در مکانیزم انتقال آبکش ایفا می‌کند. افزایش فعالیت انورتاز در اثر سطوح بالای تغذیه پتاسیم، باعث افزایش مکانیزم انتقال آبکش می‌شود (بهندال و مالیک^۶، 1988). دلیل این است که افزایش در فعالیت انورتاز، تبدیل ساکارز را به گلوکز و فروکتوز افزایش می‌دهد. سطوح بالاتر گلوکز با تامین پتاسیم بیشتر، ATP بیشتری را در چرخه اسید سیتریک که در انتقال آبکش نیترات‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه استفاده می‌شود تولید می‌کنند (توماس و توماس^۷، 2009). نتایج این بررسی با مطالعه (مارتین و همکاران، 2004) مطابقت دارد. علاوه بر این، تغذیه پتاسیمی کیفیت میوه انگور مانند افزایش TSS و مقدار قند را بهبود می‌بخشد (گوپالسوامی و راتو^۸، 1972؛ موریس^۹ و همکاران، 1987). تغذیه پتاسیم کافی، به افزایش رنگ‌گیری و محتوای پلی‌فنولی حبه‌ها کمک می‌کند (سومرز، 1977).

در پژوهش حاضر افزایش در محتوای ویتامین ث توسط محلول‌پاشی پتاسیم مشاهده گردید. در تمام گیاهان، پتاسیم بر جذب اسمزی آب توسط ریشه‌ها، کنترل تعرق برگ و افزایش ویتامین ث در میوه‌ها اثر دارد (هوانگ و همکاران، 2000). ویتامین ث یک لاکتون اسیدی-قندی است. غلظت

1. Loading
2. Unloading
3. Marschner
4. Mengel
5. Willingford
6. Bhandal and Malik
7. Thomas and Thomas
8. Gopalswamy and Rao
9. Morris

10. Lester and Jifon
11. Rodrigues
12. Mengel and Kirkby
13. Mohammed
14. Tisdale and Nelson

جدول ۴: تجزیه واریانس اثر محلول پاشی سولفات پتاسیم بر صفات کیفی میوه انگور رقم رشه

Table 4: Analysis of variance of the effect of foliar potassium sulfate spray on qualitative traits in grape cv. Rashe

میانگین مربعات Means squares of							درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییر Source of variation
ویتامین ث Vit. C	آنتوسیانین گوشت حبه Anthocyanin of berry pulp	آنتوسیانین پوست حبه Anthocyanin of berry Skin	کربوهیدرات محلول کل Total soluble carbohydrates	TSS	TA	pH		
0.002 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0.82 ^{ns}	1.12 ^{ns}	0.44 ^{ns}	0.00003 ^{ns}	0.003 ^{ns}	2	تکرار Replication
0.060 ^{**}	0.0800 ^{**}	11510.65 ^{**}	3.62 [*]	5.23 [*]	0.00095 [*]	0.009 ^{**}	4	تیمار Treatment
0.010	0.0006	4.23	0.75	0.8	0.00017	0.001	8	خطای آزمایش Experiment error
3.32	1.04	0.57	4.7	4.92	4.26	0.98		ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (%)

ns, *, **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: non significant, significant at $p = 0.05$ and $p = 0.01$, respectively

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات کیفی میوه انگور رقم رشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول پاشی سولفات پتاسیم

Table 5: Mean comparison of qualitative traits in grape cv. Rashe under different foliar potassium sulfate spray

ویتامین ث (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Vit C (mg/100 gr)	آنتوسیانین گوشت حبه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Anthocyanin of berry pulp (mg/100 gr)	آنتوسیانین پوست حبه (میلی- گرم در ۱۰۰ گرم) Anthocyanin of berry skin (mg/100 gr)	کربوهیدرات محلول کل (گرم در ۱۰۰ گرم) Total soluble carbohydrates (g/100 gr)	اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد) TA (%)	مواد جامد محلول کل (درجه بریکس) TSS (brix°)	اسیدیته pH	تیمار Treatments
3.71b	2.28d	306.20e	16.60b	0.31a	16.80c	3.40b	شاهد Control
3.83a	2.21e	317.25d	18.84a	0.31a	17.46bc	3.40b	یکبار محلول پاشی (۱/۵ گرم در لیتر) Once spray (1.5 g.l ⁻¹)
3.78a	2.38c	331.30c	18.27a	0.31a	17.92bc	3.40b	یکبار محلول پاشی (۳ گرم در لیتر) Once spray (3 g.l ⁻¹)
3.81a	2.53b	433.55a	18.84a	0.31a	18.83ab	3.49a	دوبار محلول پاشی (۱/۵ گرم در لیتر) Twice spray (1.5 g.l ⁻¹)
4.09a	2.60a	426.63b	19.49a	0.27b	20.2a	3.51a	دوبار محلول پاشی (۳ گرم در لیتر) Twice spray (3 g.l ⁻¹)

میانگین های دارای حرف (حروف) مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level

در حبه‌های انگور، پتاسیم فراوان‌ترین کاتیونی است که منجر به ایجاد تعادل می‌شود و در حمل و نقل قند درگیر است (سپاید^۱ و همکاران، ۱۹۹۳). نتایج این مطالعه، اثر پتاسیم را در افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول کل نشان داد. افزایش در تولید کربوهیدرات با افزایش سطح پتاسیم ممکن است با توجه به افزایش در فعالیت نشاسته سنتتاز که تولید کربوهیدرات را افزایش می‌دهد باشد. چون فعالیت نشاسته سنتتاز با پتاسیم فعال می‌شود، بنابراین با سطوح کافی پتاسیم، نشاسته و قند محلول تجمع می‌یابند (ناکامورا^۲ و همکاران، ۱۹۹۱). نتایج آزمایشات (پتیگرو^۳، ۲۰۰۸) انجام گرفته بر مقدار کربوهیدرات ذرت و سویا در تأیید نتایج این پژوهش می‌باشد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که دوبار محلول‌پاشی سولفات پتاسیم به غلظت یک و نیم و سه گرم در لیتر به‌طور قابل توجهی سبب بهبود صفات کمی و کیفی حبه‌های انگور شد. تیمارهای یک‌بار و دوبار محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر سبب افزایش مقادیر وزن خوشه، وزن حبه، کربوهیدرات محلول کل و ویتامین ث شد. بالاترین مقدار pH و TSS تحت تأثیر تیمارهای دوبار محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر و بالاترین مقدار حجم حبه و آنتوسیانین پوست تحت تأثیر تیمار دوبار محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر مشاهده گردید. آنتوسیانین گوشت و اسیدپته قابل تیتر تحت تأثیر تیمار دوبار محلول‌پاشی با غلظت ۳ گرم در لیتر به- ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را نشان دادند.

-
1. Spayd
 2. Nakamura
 3. Pettigrew

منابع

بی‌نام، ۱۳۹۰. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی، تهران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

- Ahlawat, V. P. and Yamdagni, R. 1981. Effect of potassium sprays on quality of Guava. *Agricultural Science Digest*, 1: 213-214.
- Al-Obeed, R. S., Kassem, H. A. and Ahmed, M. A. 2013. Effect of Levels and Methods of Potassium and Phosphorus Fertilization on Yield, Fruit Quality and Chemical Composition of "Khalas" Date Palm Cultivar. *Life Science Journal*, 10 (4): 1111-1118.
- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. H. Y., Wang, C. Y. and González-Aguilar, G. A. 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45(2): 166-173.
- Bhandal, I. S. and Malik, C. P. 1988. Potassium estimation uptake and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. *International Review of Cytology*, 110: 205-254.
- Borowski, E. and Michalek, S. 2009. The effect of foliar feeding of potassium salts and urea in spinach on gas exchange, leaf yield and quality, *Acta Agrobotanica*, 62: 155-162.
- Chapman, H. D. 1968. The mineral nutrition of citrus. In: Reuther, W., Batchelor, L. D. and Webber, H. J. (eds.). *The Citrus Industry*, 2: 127-289.
- Delgado, R., Matín, P., Alamo, M. and González, M. R. 2004. Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilization rates. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 84: 623-630.
- El-Hammady, A. M., Khalifa, A. S. and Montasser, A. S. 1994. Effect of potash fertilization on Seewy date palms. II. Effect on yield and fruit quality. *Egyptian Journal of Horticulture*, 18 (2): 199-210.
- Fisher, R. A. and Hsiao, T. C. 1968. Stomatal opening in isolated epidermal strips of *Vicia faba*. II. Response to KCl concentration and the role of potassium absorption. *Plant Physiology*, 43: 1953-1958.
- FAO. 2012. <http://faostat.fao.org/faostat>.
- Gopalswamy, N. and Madhav Rao, V. N. 1972. Effect of graded doses of potash on yield and quality of grapes (*Vitis vinifera* L.) var. Anab El-Shahi. *South. Indian Horticulture*, 20: 41-49.
- Hale, C. R. 1977. Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries, *Vitis*, 16: 9-19.
- Hsiao, T. C. and Läuchli, A. 1986. Role of potassium in plant-water relations. In: Tinker, B. and Läuchli, A. (eds.). *Advances in Plant Nutrition*, 2: 281-312.
- Huang, X. G., Wang, Q. and Zhao, T. C. 2000. Effect of potassium fertilizers for improving quality and production of fruit crop. *Journal of Fruit Science*, 17: 309-313.
- Kanai, S., Ohkura, K., Adu-Gyamfi, J. J., Mohapatra, P. K., Nguyen, N. T., Saneoka, H. and Fujita, K. 2007. Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. *Journal of Experimental Botany*, 58: 2917-2928.
- Kumar, N., Meenakshi, N., Suresh, J. and Nosov, V., 2006. Effect of potassium nutrition on growth, yield and quality of papaya (*Carica papaya* L.). *Indian Journal of Fertilizers*, 2 (4): 43-47.
- Lang, A. 1983. Turgor- related translocation. *Plant, Cell and Environment*, 6: 683-689.
- Lester, G. E. and Jifon, J. L. 2007. Foliar applied potassium: effects on cantaloupe quality. *Acta Horticulturae*, 731: 115-120.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press, London.
- Martin, P., Relgado, R., González, M. R. and Gallegos, J. I. 2004. Colour of Tem affected by different nitrogen and potassium fertilization rates. *Acta Horticulturae*, 652: 153-159.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. 4th Edition. International Potash Institute, IPI, Bern, Switzerland. pp. 685.
- Mengel, K. 1997. Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects. In: Johnston, A. E. (ed). *Food Security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization. Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute held at Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997*. IPI, Bern, Switzerland. pp. 157-174.
- Mengel, K. and Arneke, W. W. 1982. Effect of potassium on the water potential, the pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of *Phaseolus vulgaris*, *Physiologia Plantarum*, 54: 402-408.
- Mohammed, S., Singh, D. and Ahlawat, V. P. 1993. Growth, yield and quality of grapes as affected by pruning and basal application of potassium. *Journal of Horticultural Science*, 22: 179-182.
- Morris, J. R., Sims, C. A. and Striegler, R. K., Cackler, S. D. and Donley, R. A. 1987. Effect of cultivar, Maturity, cluster thinning and excessive potassium fertilization on yield and quality of Arkansas wine grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38: 260-264.
- Nakamura, K., Ohto, M., Yoshida, N. and Nakamura, K. 1991. Sucrose induced accumulation of amylase occurs concomitant with the accumulation of starch and sporamin in leaf petiole cuttings of sweet potato. *Plant Physiology*, 96: 902-909.
- Ollat, N., Diakou-Verdin, P., Carde, J. P., Barrieu, F., Gaudillere, J. P. and Moing, A. 2002. Grape berry development: a review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 36: 109-131.

- Omaye, S. T., Turnbull, J. D. and Sauberlich, H. E. 1979. Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues and fluids. *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York. pp. 3-11.
- Pettigrew, M. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*, 133: 670-681.
- Rodrigues, V. A., Mazza, S. M., Martinez, G. C. and Ferrero, A. R. 2005. Zn and K influence in fruit sizes of 'Valencia' orange. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27 (1): 132-135.
- Salama, A. S. M., El-Sayed, O. M. and El Gammal, O. H. M. 2014. Effect of Effective Microorganisms (EM) and Potassium Sulphate on Productivity and Fruit Quality of "Hayany" Date Palm Grown Under Salinity Stress. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7: 90-99.
- Sarrwy, S. M. A., El-Sheikh, M., Sanna Kabeil, H. S. and Shamseldin, A. 2012. Effect of foliar application of different potassium forms supported by zinc on leaf mineral contents, yield and fruit quality of "Balady" mandarine trees, middle-east. *Journal of Scientific Research*, 12 (4): 490-498.
- 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 grapes (*Vitis vinifera* L.) during development. *Haryana Journal of Horticultural Science*, 31: 19-22.
- Singh, T. P., Yamdagni, R. and Jindal, P. C. 1979. A note on the effect of potassium sprays on quality of grapes cv. Perlette. *Haryana Journal of Horticultural Science*, 8: 207-208.
- Sommers, T. C. 1977. A connection between potassium levels in the harvest and relative quality in Australian red wines. *Australian Wine, Brewing and Spirit Review*, 24: 32-34.
- Spayd, S. E., Wample, E., Stevens, B. L., Evans, R. G. and Kawakami, A. K. 1993. Nitrogen fertilization of White Riesling in Washington: Effect on petiole nutrient concentration, yield components, and vegetative growth. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44: 378-386.
- Thomas, T. C. and Thomas, A. C. 2009. The vital role of potassium in the osmotic mechanism of stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signaling & Behavior*, 4: 240-243.
- Tisdale, S. L. and Nelson, W. L. 1966. *Soil fertility and fertilizers*, Macmillan Co. London, pp 81.
- Usherwood, N. R. 1985. The role of potassium in crop quality. In: Munson, R.S. (ed) *Potassium in Agriculture ASACSSA- SSSA*. Madison, WI, pp 489-513.
- Wallingford, W., 1980. Function of potassium in plants. In: *Potassium for agriculture*. Potash and Phosphate Institute, Atlanta, pp. 10-27.
- Wrolstad, R. E. 1976. Color and pigment analyses in fruit products. *Agricultural Experiment Station Oregon State University. Bulletin*. pp 1-20.
- Yoshida, S., Douglas, A. F., James, H. C. and Kwanchai, A. G. 1972. *Laboratory manual for physiology studies of rice*. International Rice Research Institution, Philippines, pp 36-41.

Effect of Potassium Sulphate Foliar Application on Some Quantitative and Qualitative Traits of Grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Rashe

Zaree¹, E., Javadi^{2*}, T., Ghaderi², N. and Davari³, M.

Abstract

In this study, the effects of foliar application of potassium sulfate were evaluated on yield and quality of grape (*Vitis vinifera* cv. Rashe). Five foliar spray treatments including control, once foliar spray at two concentrations of 1.5 g.l⁻¹ and 3 g.l⁻¹ and two foliar sprays at two concentrations of 1.5 g.l⁻¹ and 3 g.l⁻¹ were used. The first and second foliar spray were done at the end of flowering period and fifteen days after the first spraying, respectively. The results showed that the average berry and cluster weight, total soluble carbohydrates and vitamin C significantly increased compared to control in potassium applied treatments. The difference was not significant between different treatments of potassium sulfate. Foliar application of potassium sulfate significantly increased the average berry volume, berry pulp and berry skin anthocyanin. Twice foliar applications of potassium sulfate treatment at concentration of 3 g.l⁻¹ had the highest amounts of anthocyanin contents. Potassium-sprayed treatments increased total soluble solids and pH of the fruit juice. Titratable acidity was at least in 3 g.l⁻¹ treatment and other treatments were not significantly different. In general, the results of this experiment showed that foliar application of potassium sulfate improves the quantity and quality of the grape berry.

Keywords: Anthocyanin, Berry growth, Potash fertilizer, Titratable acidity, Total soluble solids

1 and 2. M.Sc. Graduate and Assistant Professors, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

3. Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

*: Corresponding author

Email: tjavadi@uok.ac.ir