به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۴۳۰-۴۱۷

اثر تغذیهٔ پتاسیم و بور بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوهٔ انگور رقم "عسکری"

فرناز احمدی [۱] و عبدالرحمان محمدخانی [۲] *

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۴/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶

چکیده

تغذیهٔ بهینه از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ویژگی های کمی و کیفی و زمان رسیدن میوهٔ انگور است. به منظور افزایش کمیت و کیفیت میوهٔ انگور رقم 'عسکری' آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در شهرکرد اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل چهار سطح کود سولفات پتاسیم (۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم به‌ازای هر درختچه) و چهار سطح کود اسید بوریک (۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. نتایج نشان داد که پتاسیم اثر معناداری بر عملکرد و اجزای آن داشت. سطوح مختلف سولفات پتاسیم و اسید بوریک موجب افزایش تعداد خوشه، وزن خوشه و طول و عرض خوشه و مواد جامد محلول شد. با افزایش پتاسیم، تعداد خوشه (به‌ترتیب ۱۴، ۱۸ و ۲۵ عدد) و مواد جامد محلول (به ترتیب به مقدار ۰/۵۴، ۱/۴۵ و ۱/۵۳ درصد) نسبت به شاهد افزایش یافت. تیمارهای حاوی بور، تنها با غلظت ۳ در هزار موجب افزایش معنادار در میزان مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد شد. تیمار ۹۰۰ گرم به‌ازای هر درختچه سولفات پتاسیم بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱۸/۸) را داشت، درحالی‌که همین تیمار به بیشترین کاهش اسیدیتهٔ میوه در مقایسه با شاهد منجر شد. تیمار اسید بوریک ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز سبب کاهش pH میوه‌ها به‌مقدار ۰/۳ واحد شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای تغذیه‌ای به‌ویژه سولفات پتاسیم رسیدن میوه را تسریع می‌کند و عملکرد و مقدار قند میوه را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: انگور، اسید بوریک، اسیدیته، سولفات پتاسیم، مواد جامد محلول.

* نویسنده مسئول
Email: mkhani7@yahoo.com

۱. مقدمه

یکی از دلایل کم بودن عملکرد و کیفیت میوهٔ انگور، عدم تعادل عناصر غذایی خاک یا به‌عبارت دیگر تغذیهٔ نامطلوب گیاه است. مقدار تشکیل میوه در مو به وسیلهٔ عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می‌شود. عقیده بر این است که از بین عوامل مؤثر در گل‌انگیزی و تشکیل میوه، قدرت رشد و تغذیهٔ بیشترین تأثیر را دارند و در واقع سایر عوامل را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. بنابراین تأمین به‌موقع عناصر غذایی عامل مهمی در تولید محصول و افزایش کیفیت میوه است [۳۰]. تحقیقات انجام گرفته در درختان میوه نشان می دهد که در میان عناصر غذایی سه عنصر نیتروژن، بور و روی بیشترین تأثیر را در مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه مانند مرحلهٔ تشکیل میوه دارند. بین وضعیت تغذیه‌ای مو و باردهی جوانه و نیز کیفیت حبه رابطهٔ قوی وجود دارد. پتاسیم از جمله عناصر پرمصرف است که نقش مهمی در بهبود کمی و کیفی درختان میوه دارد و مقاومت درخت را در برابر عوامل نامساعد خارجی از جمله تنش‌های رطوبتی، سرما و خشکی افزایش می‌دهد [۱۲].

گیاهان برای تولید کربوهیدرات ها، پروتئین‌ها و تقسیم سلولی به پتاسیم نیاز دارند. پتاسیم آنزیم‌ها را فعال می کند و در تعدیل آب گیاه نقش دارد و مقاومت میوه‌ها را در برابر سرما افزایش می‌دهد. حدود ۱ تا ۴ درصد وزن خشک گیاه را پتاسیم تشکیل می‌دهد. بیشترین نیاز گیاه به پتاسیم در زمان رسیدن میوه‌ها است. در مواقع کمبود پتاسیم، مصرف مقدار زیادی کود پتاسیم سبب افزایش محصول یا رشد درختچهٔ مو می‌شود [۳]. طی تحقیقی کاربرد کود کلریدپتاسیم به‌مقدار یک کیلوگرم برای هر درختچهٔ انگور و ۰/۶ کیلوگرم سولفات پتاسیم برای هر درختچه در اوایل اسفندماه تأثیر زیادی بر باروری داشته و عملکرد را به‌مقدار ۱/۴۳ کیلوگرم نسبت به شاهد افزایش داده است [۶]. گزارش شده که با افزایش فسفر و پتاسیم مقدار مواد جامد محلول در عصارهٔ انگور سفید بیدانه افزایش می یابد [۲۵]. پتاسیم در تولید رنگ حبه‌ها نقش بارزی دارد. آغازش جوانه و تمایزیابی در انگور تحت تأثیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم است [۱۸].

از جمله نقش‌های بور در گیاه می‌توان به نمو و تمایز سلولی، جوانه زنی گرده و رشد لولهٔ آن، انتقال قند، حرکت تنظیم‌کننده‌های رشد در داخل گیاه و ساخت لیگنین اشاره کرد. عنصر بور تشکیل میوه و تعداد حبه در هر خوشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۴]. در اثر کمبود بور سلول‌ها ممکن است تقسیم شوند، ولی ساختمان آنها به‌طور کامل تشکیل نمی‌یابد. در اوایل بهار زمانی که ریشه‌ها به‌دلیل دمای پایین خاک نتوانند عناصر غذایی (بور، روی وآهن) را جذب کنند، با محلول‌پاشی هنگام متورم شدن جوانه‌ها نیاز آنها برطرف می‌شود [۱۲]. محلول پاشی عنصر بور، مقدار بور لازم برای گل‌ها را در طول دورهٔ بحرانی توسعهٔ تخمک‌ها و پرچم‌ها مهیا کرده، جوانه‌زنی و رشد لولهٔ گرده را بهبود می‌بخشد و رشد اولیهٔ ساقه و برگ را تسریع می‌کند. محلول پاشی بور قبل از شکوفه‌دهی برای غلبه بر صدمات زمستانی جوانه‌ها مفید است، ولی تأثیر اندکی بر مقدار بور برگ‌ها دارد و نیز جذب کلسیم را افزایش می‌دهد [۱۱]. با توجه به اثر بور در افزایش انتقال قند و هیدرات‌های کربن در آوندهای آبکش نقش بسیار مؤثری در بهبود کیفیت میوه خواهد داشت [۱۳]. مقدار کافی بور برای تشکیل میوه ضروری است و وجود این عنصر برای رشد لولهٔ گرده لازم است [۱۷]. در برخی موارد جوانه‌زنی دانهٔ گرده تنها به مقادیر کافی بور در کلاله بستگی دارد [۸]. بور همچنین مقدار شهد را افزایش و طول لولهٔ جام گل را کاهش می‌دهد و به این ترتیب زنبورها بهتر جذب گل‌ها می‌شوند [۱۰]. نتایج پژوهشی روی انگور رقم عسکری ٔحاکی از آن است که بیشترین عملکرد انگور با تیمار ۳۰۰۰ppm اسید بوریک حاصل شده است [۷]. در

آزمایشی محلول پاشی اسید بوریک با غلظت ppm ۳۰۰۰ یک هفته قبل از تشکیل میوه روی انگور رقم عسکری موجب افزایش میزان مواد جامد محلول و قند میوه و کاهش اسیدیته شد [۱۹]. در آزمایشی روی انگور کشمشی محلول پاشی عنصر بور یک هفته قبل از باز شدن گل‌ها سبب افزایش تشکیل میوه شد [۶]. در پژوهشی دیگر با محلول پاشی بور و روی در پرتقال، رشد لولهٔ گرده، تشکیل میوه، اندازهٔ میوه و عملکرد محصول به مقدار زیادی افزایش یافت [۲۶].

هدف از پژوهش حاضر، بهبود کمیت و کیفیت و همچنین امکان تسریع رسیدن میوهٔ انگور در منطقهٔ شهرکرد بود.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ انگور در شهرستان کیار از توابع استان چهارمحال و بختیاری با مشخصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقهٔ طول شرقی و ۲۲ درجه و ۵ دقیقهٔ عرض شمالی در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرکرد، انجام گرفت. در این آزمایش اثر کاربرد کود سولفات پتاسیم در چهار سطح (۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم به‌ازای هر درختچه) به‌ترتیب K_0، K_1، K_2 و K_3 و محلول پاشی کود اسید بوریک (H_3BO_3 حاوی ۱۷ درصد بور) در چهار سطح (۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار) به‌ترتیب B_0، B_1، B_2 و B_3 ارزیابی شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت و در مجموع ۴۸ درختچهٔ پانزده ساله بررسی شدند. تیمارها در تاریخ ۲۰ و ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۱ به‌ترتیب برای زمان قبل و بعد از گلدهی اعمال شد. داده‌برداری در تاریخ اول مرداد ۱۳۹۱ همزمان با رسیدن میوه صورت گرفت و با غلظت‌های ذکرشده اعمال گردید. آبیاری و دیگر عملیات داشت (هرس سبز و سربرداری) به صورت یکسان برای همهٔ درختچه ها انجام گرفت. تاک‌ها به‌صورت جوی و پشته در طول فصل رشد و به صورت چهارده روز یک‌بار آبیاری شدند. برای جلوگیری از شیوع بیماری سفیدک سطحی با ترکیب ضد قارچ گل گوگرد گردپاشی صورت پذیرفت. هرس سبز در طول فصل رشد به‌طور یکسان برای همهٔ درختان انجام گرفت. برای اثربخشی بیشتر، محلول پاشی در هوای ملایم عصر همراه با خنک شدن هوا و کاهش شدت نور انجام گرفت. محلول پاشی به صورت یکنواخت تا شروع ریزش قطره‌های محلول از برگ‌ها ادامه یافت. برای تیمار شاهد درختچه‌های مورد نظر مو با آب معمول آبیاری محلول‌پاشی شدند. بعد از اتمام محلول‌پاشی در روز بعد برای جذب بهتر مواد، آبیاری انجام گرفت. در این پژوهش غلظت عناصر پتاسیم و بور در بافت دمبرگ، عملکرد میوه در درختچه، متوسط وزن خوشه، متوسط طول خوشه و متوسط تعداد حبه در خوشه و وزن حبه و شاخص‌های کیفی میوه شامل اسیدیته، مواد جامد محلول، اسید کل و زمان رسیدگی میوه ارزیابی شدند. به منظور سنجش و اندازه گیری اثر تیمارهای پتاسیم و بور بر میزان جذب عناصر، نمونه های دمبرگ (۵۰ عدد به‌ازای هر بوته) در تیرماه جمع‌آوری و مقدار پتاسیم آنها با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر[1] (Corning-410، ساخت انگلستان) و بور به طریق میزان جذب در دستگاه اسپکتروفتومتر[2] (مدلENWAY-6320-D ، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد [۱].

برای اندازه‌گیری طول خوشه، چهار خوشه از هر بوته به‌طور تصادفی انتخاب و طول آنها با خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن حبه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با توزین ۱۰۰ حبه از هر بوته و با میانگین‌گیری به‌دست آمد. اسیدیته به وسیلهٔ دستگاه pH متر (مدل MTT65، ساخت شرکت بروواینگ[3] آلمان) اندازه‌گیری شد [۲۳].

1. Flame Photometer
2. Spectrophotometer
3. Brewing

جدول ۱. برخی ویژگی‌های خاک باغ محل آزمایش

مشخصه	عمق خاک (cm)	شوری (ds/cm)	اسیدیته (pH)	مادهٔ آلی (٪)	فسفر قابل دسترس (mg/kg)		پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	نیتروژن (٪)
مقدار	۳۰ – ۰	۰/۶۳۵	۷/۸۸	۰/۶	۷/۶		۲۱۶	۰/۰۵
مشخصه	بور (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	ماسه (٪)	شن (٪)	سنگ (٪)
مقدار	۱/۱۱	۰/۸۳	۶/۸۷	۰/۵۳	۳/۴۸	۴۲	۳۹	۱۹

مقدار اسید کل از طریق تیتراسیون برحسب اسید تارتاریک محاسبه شد. مواد جامد محلول کل، به‌وسیلهٔ دستگاه دیجیتالی رفراکتومتر(مدل ATAGO PAL-3، ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد [۱۵، ۱۶]. برای تعیین اسید کل از روش تیتراسیون استفاده شد. در این روش ۱۰ میلی‌لیتر آب انگور صاف‌شده برداشته شد و با استفاده از سود ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالئین تیتر شد. پس از تغییر رنگ به رنگ صورتی مقدار سود مصرف‌شده خوانده شده و با استفاده از فرمول $M=0.75\times V$ مقدار اسید مشخص شد. در این فرمول M مقدار اسید بر حسب گرم در لیتر، V حجم سود مصرفی و عدد ثابت ۰/۷۵ ضریب ثابت اسید تارتاریک است [۲۳]. برای زمان رسیدگی میوه‌ها تعداد روز از زمان تشکیل میوه تا زمانی که میوه‌ها به‌طور کامل تغییر رنگ دادند و شیرین شدند استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخهٔ ۹/۲) تجزیه شده و میانگین ها با روش LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل[1] (نسخهٔ ۲۰۰۷) استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. غلظت پتاسیم و بور بافت دمبرگ

غلظت بور حاصل از تجزیهٔ بافت دمبرگ، تجمع این عنصر را در دمبرگ با انجام هر دو تیمار اسید بوریک و سولفات پتاسیم تأیید می کند (جدول ۳). در واقع این دو تیمار دارای برهمکنش در افزایش مقدار بور بافت دمبرگ هستند (شکل ۱). بیشترین غلظت بور در تیمار ۹۰۰ گرم به‌ازای هر درختچه سولفات پتاسیم (۴۸/۷۱ میلی گرم در کیلوگرم) حاصل شده است (شکل ۱). بر اثر تغذیهٔ سولفات پتاس، مقدار بور در برگ افزایش می‌یابد و در گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم نباشند، به‌حد کافی تجمع بور در برگ‌ها صورت می گیرد [۳، ۱۲]. به‌نظر می‌رسد سولفات پتاسیم اسیدیتهٔ خاک را تا حدودی کاهش می دهد و شرایط جذب بور بهبود می یابد. نتایج این پژوهش با یافته‌های آگنس و همکاران [۱۴] که اظهار کردند محلول‌پاشی با اسید بوریک موجب افزایش غلظت این عنصر در برگ‌ها شده است همخوانی دارد. با توجه به جدول ۲، دیده می شود که کاربرد سولفات پتاسیم سبب افزایش غلظت پتاسیم در بافت دمبرگ شده است. بیشترین غلظت پتاسیم بافت دمبرگ، در اثر تیمارهای ۳۰۰ و ۶۰۰ گرم سولفات پتاسیم (۲/۸۴ درصد) مشاهده شد. با توجه به جدول ۳، تیمار ۱ در هزار اسید بوریک بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار پتاسیم بافت دمبرگ (۲/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) داشته است.

1. Excel

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس مربوط به غلظت پتاسیم و بور در نمونه‌های دمبرگ تاک تیمارشده با سولفات پتاسیم و اسید بوریک

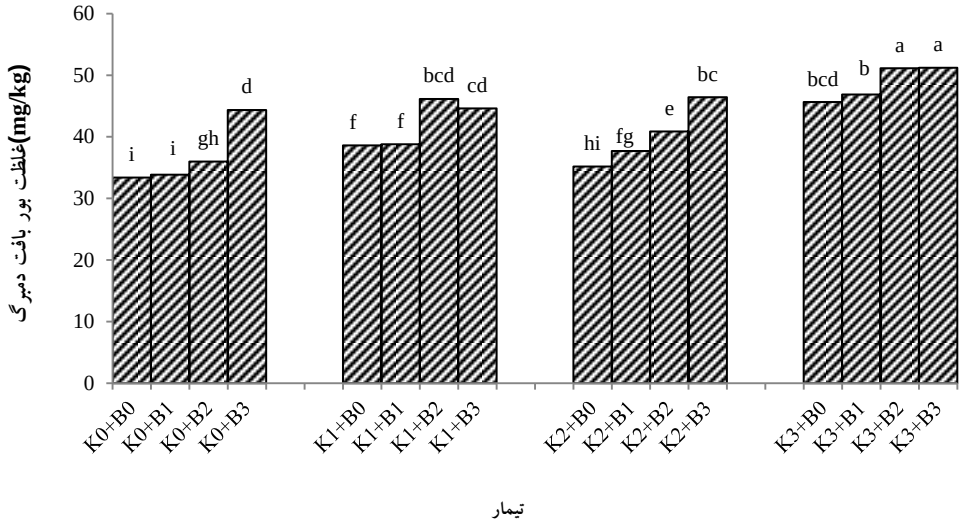
منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	غلظت پتاسیم	غلظت بور
بلوک	۲	۰/۰۲^{ns}	۱/۷^{ns}
سولفات پتاسیم	۳	۰/۰۵*	۲۹۹/۸**
اسید بوریک	۳	۰/۱۷**	۱۸۲/۷**
سولفات پتاسیم× اسید بوریک	۹	۰/۲۵**	۱۲/۲۳**
خطای آزمایش	۳۰	۰/۰۲	۱/۴۲
ضریب تغییرات (٪)		۵/۱۴	۲/۸۵

* و **: به‌ترتیب معنادار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: غیرمعنادار.

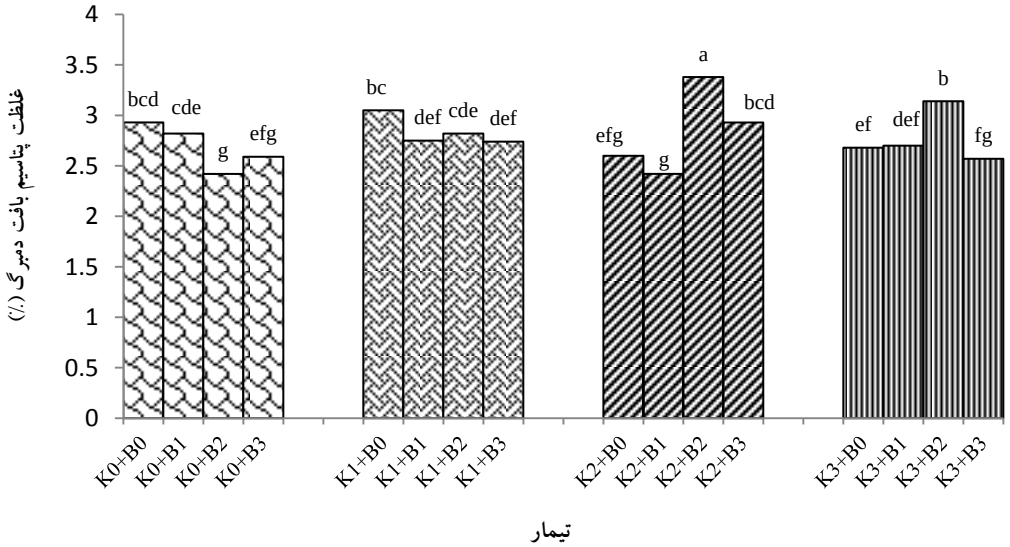
جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر غلظت پتاسیم و بوردر بافت دمبرگ تاک رقم 'عسکری'

تیمار	غلظت بور بافت دمبرگ (mg/kg)	غلظت پتاسیم بافت دمبرگ (٪)
K_0	۳۶/۹d	۲/۶۹b
K_1	۴۲/۱b	۲/۸۴a
K_2	۴۰/۱c	۲/۸۳a
K_3	۴۸/۷a	۲/۷۷ba
B_0	۳۸/۲d	۲/۸۲ b
B_1	۳۹/۳c	۲/۹۴a
B_2	۴۳/۵b	۲/۶۷cb
B_3	۴۶/۶a	۲/۷۱b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنادارند ($LSD_{0.05}$). K_0، K_1، K_2 و K_3به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم در هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار اسید بوریک).



شکل ۱. اثر متقابل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (گرم به‌ازای هر درخت) و اسید بوریک (میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر غلظت بور در بافت دمبرگ انگور رقم 'عسکری'. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنادار ندارند. K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار.



شکل ۲. اثر متقابل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (گرم به‌ازای هر درخت) و اسید بوریک (میلی‌گرم در کیلوگرم) بر غلظت پتاسیم در بافت دمبرگ انگور رقم 'عسکری'. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنادار ندارند. K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار.

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر خصوصیات کمی میوهٔ انگور رقم 'عسکری'

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	عملکرد	وزن خوشه	طول خوشه	تعداد حبه	وزن حبه	تعداد خوشه
بلوک	۲	۳/۹^{ns}	۶۷۹/۶ ^{ns}	۲۹/۶۴*	۲۴۷۷/۳^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۱۷/۶۴^{ns}
سولفات پتاسیم	۳	۴۲۵**	۴۷۶۳/۱**	۲۵/۰۲*	۱۶۰۰/۷^{ns}	۲/۰۸**	۱۳۱۲/۹**
اسید بوریک	۳	۱۹/۵۴^{ns}	۲۲۲۳/۱**	۷/۷۹^{ns}	۱۵۰۸/۷^{ns}	۰/۵۴*	۱۲۳/۸*
سولفات پتاسیم × اسید بوریک	۹	۲۱/۲۱^{ns}	۸۸۳۹/۸**	۵/۳۱^{ns}	۱۱۰۲/۶^{ns}	۰/۱۴*	۱۹۲/۵۲**
خطای آزمایش	۳۰	۱۹/۵۲	۴۵۱۴۰/۳	۱۰/۶۴	۳۰/۰۴	۰/۰۶	۲۱/۸۲
CV (٪)		۲۵/۴۴	۱۶/۹۷	۱۷/۱۸	۳۱/۳۷	۱۲/۴۶	۷/۱۱

* و ** : به‌ترتیب معنادار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns : غیرمعنادار.

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر خصوصیات کمی میوهٔ انگور رقم 'عسکری'

تیمار	عملکرد (kg/m^2)	تعداد خوشه	وزن خوشه (gr)	طول خوشه (cm)	وزن حبه (mg)	تعداد حبه
K_0	۸/۳۶c	۵۱d	۱۶۰c	۱۷/۹b	۱/۶d	۹۵a
K_1	۱۱/۶b	۶۵c	۲۰۵b	۲۰/۶ab	۲/۰۴c	۱۰۸a
K_2	۱۴/۲b	۶۹b	۲۲۳b	۲۰/۳ab	۲/۲۶b	۹۸a
K_3	۲۲/۳a	۷۶a	۳۱۱a	۲۱/۱a	۲/۵۹a	۱۲۱a
B_0	۱۲/۴a	۶۳bc	۱۶۱b	۱۹/۱a	۱/۸۱b	۹۳a
B_1	۱۴/۱a	۶۹a	۲۴۱a	۲۰/۶a	۲/۲۱a	۹۹a
B_2	۱۴/۶a	۶۲c	۲۵۰a	۱۹/۵a	۲/۲a	۱۱۵a
B_3	۱۵/۴a	۶۸b	۲۴۸a	۲۰/۷a	۲/۲۸a	۱۱۵a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنادارند ($LSD_{0.05}$). K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم در هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار اسید بوریک).

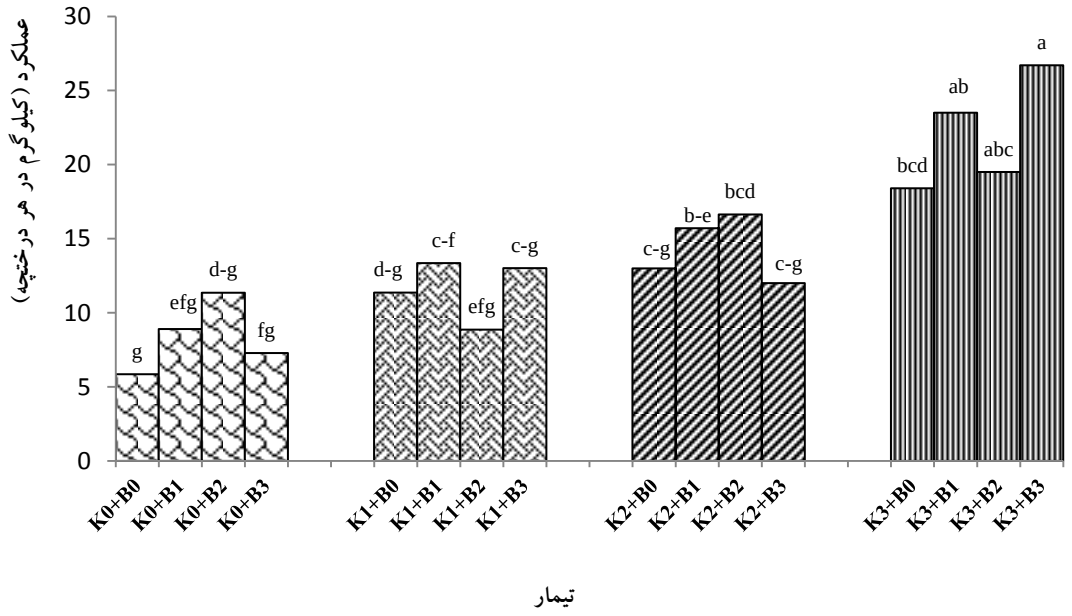
۳. ۲. عملکرد و تعداد خوشه

با افزایش مقدار کود، عملکرد نیز افزایش یافت. بیشترین افزایش عملکرد را تیمار سولفات پتاسیم ۹۰۰ گرم در هر درخت به‌مقدار ۲۲/۳ کیلوگرم در هر درختچه داشت (جدول ۵). تیمارهای حاوی اسید بوریک اثر معناداری بر عملکرد نداشتند. تیمارهای حاوی پتاسیم و بور اثر معنادار ($P<۰/۰۱$ و $P<۰/۰۵$) بر افزایش تعداد خوشه داشتند. بیشترین افزایش تعداد خوشه را تیمار سولفات پتاسیم ۹۰۰ گرم در هر درخت به تعداد ۲۵ خوشه داشت. با افزایش سطوح پتاسیم، تعداد خوشه نیز به‌ترتیب به‌مقدار ۱۴، ۱۸ و ۲۵ خوشه نسبت به شاهد افزایش یافت. پتاسیم از طریق افزایش رشد رویشی شاخه‌ها و برگ‌ها که سبب افزایش

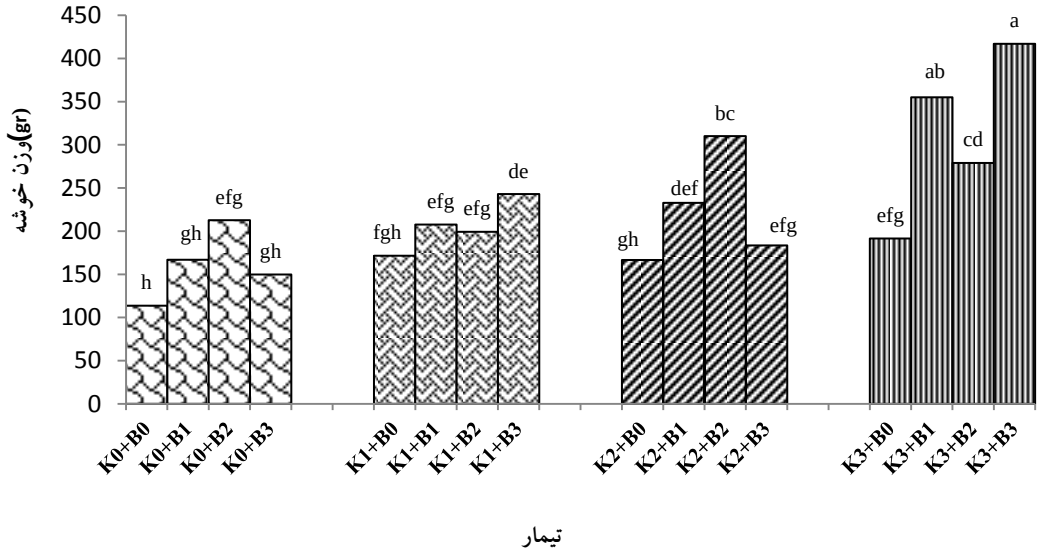
سطح مؤثر فعالیت فتوسنتزی می‌شود، عملکرد و کیفیت محصول را ارتقا می‌بخشد. پتاسیم یک عنصر کیفی شناخته‌شده برای تنظیم فعالیت آنزیم‌ها در گیاهان است. پتاسیم شدت فتوسنتز و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای را از طریق آوند آبکش افزایش می‌دهد، به همین دلیل کیفیت و عملکرد میوه بهبود می‌یابد [۲۵]. تیمارهای حاوی بور نیز سبب افزایش تعداد خوشه شدند. به‌طوری‌که بهترین تأثیر را تیمار اسید بوریک ۱ در هزار در افزایش شش خوشه نسبت به شاهد داشت (جدول ۵). همچنین اثر متقابل اسید بوریک و سولفات پتاسیم در افزایش میزان عملکرد چشمگیر بود (شکل ۳). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که کاربرد پتاسیم به افزایش تبدیل جوانه‌های عقیم به جوانه‌های بارور خوشه منجر می‌شود که در حالت عادی این جوانه‌ها عقیم بودند. طی این تحقیق مشاهده شد که این مسئله به‌دلیل افزایش تجمع کربوهیدرات در جوانه‌ها است [۲۸]. کاربرد پتاسیم به افزایش تعداد خوشه در هر درخت انگور می‌انجامد [۲۱].

۳. ۳. وزن و طول خوشه

براساس نتایج موجود، سولفات پتاسیم و اسید بوریک و برهمکنش آنها اثر معنادار ($P<0/01$) بر وزن خوشه دارد (جدول ۴). با افزایش سطوح کود سولفات پتاسیم و اسید بوریک، وزن خوشه افزایش یافت (جدول ۵).



شکل ۳. اثر متقابل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (گرم به‌ازای هر درخت) و اسید بوریک (میلی‌گرم در کیلوگرم) بر میزان عملکرد انگور رقم 'عسکری'. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنادار ندارند. K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار.



شکل ۴. اثر متقابل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (گرم به‌ازای هر درخت) و اسید بوریک (میلی‌گرم در کیلوگرم) بر وزن خوشهٔ انگور رقم 'عسکری'. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنادار ندارند. K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار.

براساس یافته‌های ال بوری [۲۰]، همبستگی مستقیمی بین وزن میوه و مقدار بور به‌صورت خطی در هر میوه وجود دارد که نشان‌دهندهٔ انتقال مداوم بور به‌همراه نمو میوه است. تحقیقات بر روی انگور رقم 'بی‌دانهٔ سلطانی' نشان داد که محلول پاشی اسید بوریک با غلظت ۲ در هزار یک هفته قبل از باز شدن گل‌ها و در زمان تمام‌گل موجب افزایش تشکیل میوه، تعداد خوشه‌ها، وزن خوشه و عملکرد شده است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد [۳۰]. تیمار سولفات پتاسیم ۹۰۰ گرم در هر درخت بیشترین تأثیر را بر افزایش طول خوشه (به‌مقدار ۳/۲۵ سانتی‌متر) داشته است (جدول ۵). در این آزمایش، دلیل اصلی افزایش وزن خوشه مربوط به افزایش وزن حبه‌ها بود. تیمارهای حاوی اسید بوریک اثر معنادار بر طول خوشه نداشتند. همچنین اثر متقابل دو عامل پتاسیم و بور بر طول خوشه معنادار نشد. در پژوهشی کاربرد مقادیر بالای پتاسیم موجب افزایش اندازهٔ خوشه شد که با نتایج این پژوهش هماهنگی دارد [۲۲].

۳. ۴. وزن و تعداد حبه

تیمارهای حاوی سولفات پتاسیم و اسید بوریک اگرچه موجب افزایش تعداد حبه شدند، از نظر آماری اثر آنها معنادار نشد. اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک و برهمکنش آنها (به‌ترتیب در سطح احتمال P<۰/۰۱ و P<۰/۰۵) بر وزن حبه معنادار شد (جدول ۴). پتاسیم در افزایش فشار اسمزی و جذب آب بیشتر و متابولیسم کربوهیدرات و انتقال آوند آبکش نقش بسزایی دارد که در صورت مقدار کافی انتقال آن به‌سهولت انجام می‌گیرد و مواد متابولیسمی از برگ‌ها انتقال می‌یابند و به میوه

می‌رسند و سبب افزایش وزن میوه می‌شوند [۴]. با توجه به جدول مقایسهٔ میانگین، در بین تیمارهای حاوی سولفات پتاسیم، تیمار سولفات پتاسیم ۹۰۰ گرم در هر درخت بیشترین تأثیر را بر وزن حبه (۰/۹۹ گرم بیش از تیمار شاهد) داشته است (جدول ۵). از آنجا که پتاسیم در افزایش فشار اسمزی، جذب آب بیشتر، متابولیسم کربوهیدرات و انتقال مواد در آوند آبکش نقش اساسی دارد، کمبود آن در گیاه موجب کاهش اندازه و وزن میوه می‌شود [۱۲].

تیمارهای حاوی اسید بوریک نیز سبب افزایش وزن حبه شدند. در پژوهشی روی درختچهٔ انگور رقم 'پرلت'[1] وزن تک‌حبه در اثر محلول‌پاشی بور افزایش یافت. در گزارش مزبور افزایش وزن حبه به نقش بور در تنظیم متابولیسم کربوهیدرات ها و جابه‌جایی آنها نسبت داده شد [۲۷]. نتایج پژوهشی روی انگور نشان داد که بیشترین تشکیل حبه با محلول‌پاشی ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک در مرحلهٔ تمام‌گل به‌دست می آید [۲]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهشگران مذکور مطابقت دارد [۲۷،۲].

۳. ۵. مواد جامد محلول

براساس نتایج موجود، سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر میزان مواد جامد محلول، اثر معناداری (به ترتیب در سطوح احتمال P<۰/۰۱ و P<۰/۰۵) دارند (جدول ۶). با افزایش سطوح سولفات پتاسیم، میزان مواد جامد محلول به‌ترتیب ۰/۵۴، ۱/۴۵ و ۱/۵۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. فقط کاربرد غلظت ۳ در هزار اسید بوریک سبب افزایش معنا دار مواد جامد محلول میوه‌ها شد (جدول ۷). وجود مقادیر کافی بور در گیاه، انتقال کربوهیدرات را به نواحی رشد فعال و میوه‌ها افزایش می‌دهد و اثر آن در افزایش مقدار قند میوه نیز مشهود است [۱۹]. با توجه به نتایج این پژوهش، تیمارهای حاوی سولفات پتاسیم تأثیر بیشتری بر افزایش میزان مواد جامد محلول داشته‌اند. در گیاهانی که به‌خوبی از فسفر و پتاسیم برخوردارند، تحلیل گاز کربنیک و همچنین انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت‌های ذخیره‌ای رونق می‌یابد. این امر نشان می دهد که پتاسیم مقدار کربوهیدرات بافت‌های ذخیره‌ای را افزایش می‌دهد [۶]. طی پژوهشی محلول‌پاشی بور با غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر، مواد جامد محلول را حدود ۶/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد [۵]. محلول پاشی درختچهٔ انگور با اسید بوریک ۲ در هزار یک هفته قبل از تشکیل میوه، موجب افزایش مواد جامد محلول میوه می‌شود [۳۰]. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج دیگر تحقیقات مطابقت دارد [۵، ۱۰، ۲۵].

۳. ۶. اسیدکل و pH

براساس نتایج مقایسهٔ میانگین ها، اگرچه تیمارهای حاوی سولفات پتاسیم و اسید بوریک سبب کاهش مقدار اسید کل میوه‌ها شد، از نظر آماری این اختلاف معنادار نیست (جدول ۷). بخشی از کاهش اسید کل ممکن است نتیجهٔ تشکیل نمک پتاسیم اسید تارتاریک باشد که به‌طور نسبی قابل حل نیست [۳]. تیمار اسید بوریک ۳ در هزار بیشترین تأثیر را در کاهش اسید کل (۰/۲۲ گرم در لیتر نسبت به شاهد) داشته است، اما این اثر معنادار نیست. محلول‌پاشی بوته‌های انگور توسط اسید بوریک با غلظت ppm ۳۰۰۰ یک هفته قبل از تشکیل میوه، میزان مواد جامد محلول و قند میوه را افزایش، اما اسیدیته را کاهش داده است [۱۰].

1. Perlet.

جدول ۶. تجزیهٔ واریانس اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر زمان رسیدن و برخی خصوصیات کیفی میوهٔ انگور رقم 'عسکری'

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	مواد جامد محلول	pH	اسید کل	زمان رسیدن میوه
بلوک	۲	۱/۶۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۸۹^{ns}
سولفات پتاسیم	۳	۶/۷**	۰/۰۶*	۰/۰۷^{ns}	۷/۰۲*
اسید بوریک	۳	۰/۶۹*	۰/۲*	۰/۱۵^{ns}	۱۶/۰۷**
سولفات پتاسیم × اسید بوریک	۹	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۱۰/۲۲**
خطای آزمایش	۳۰	۰/۲۴	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۸۲
ضریب تغییرات (٪)		۲/۷۱	۴/۵۳	۹/۹۳	۰/۹۳

* و **: به‌ترتیب معنادار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns : غیرمعنادار.

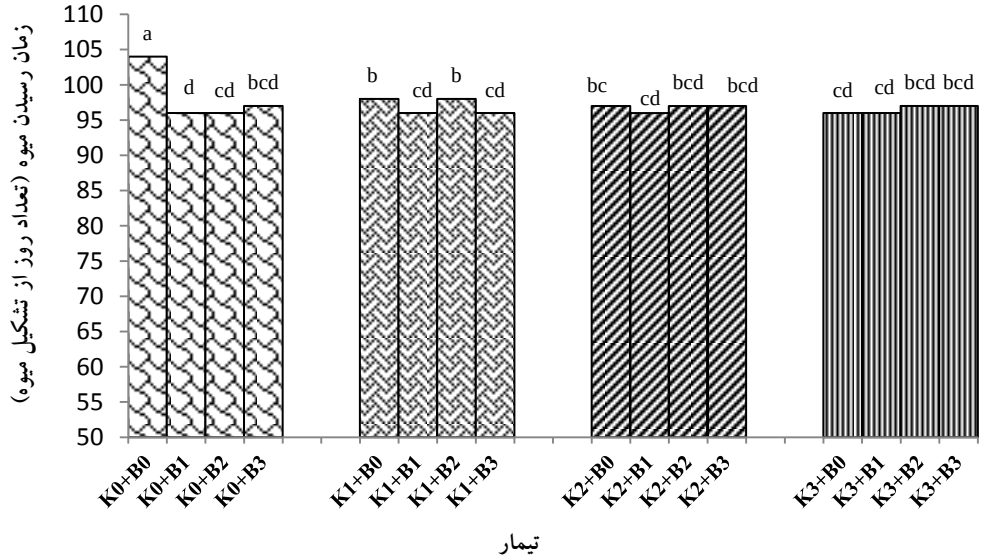
جدول ۷. مقایسهٔ میانگین اثر سولفات پتاسیم و اسید بوریک بر خصوصیات کیفی میوهٔ انگور رقم 'عسکری'

تیمار	مواد جامد محلول (٪)	اسیدیته (pH)	اسید کل (gr/lit)	زمان رسیدن میوه (day)
K_0	۱۷/۲ c	۳/۳۸ a	۴/۱ a	۹۹ a
K_1	۱۷/۷ b	۳/۲۲ b	۳/۹ a	۹۷ b
K_2	۱۸/۶ a	۳/۲۵ b	۳/۹۷ a	۹۶ b
K_3	۱۸/۷ a	۳/۳۳ ba	۴/۰۲ a	۹۶ b
B_0	۱۸/۱ b	۳/۴۶ a	۴/۰۷ a	۹۹ a
B_1	۱۷/۹ b	۳/۲۳ b	۴/۱۱a	۹۷ b
B_2	۱۷/۹ b	۳/۲۱ cb	۳/۹۸ a	۹۶ b
B_3	۱۸/۴ a	۳/۱۶ c	۳/۸۵ a	۹۶ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنادارند ($LSD_{0.05}$). K_0، K_1، K_2 و K_3به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم در هر درخت و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار).

۳. ۷. زمان رسیدن میوه

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس صفات کمی میوهٔ انگور (جدول ۴)، تیمارهای حاوی سولفات پتاسیم و اسید بوریک موجب زودرسی میوه (سه تا چهار روز نسبت به شاهد) شدند (شکل ۵). محلول پاشی بور و پتاسیم، رسیدن میوهٔ انگور را یک هفته تسریع کرد، ولی کمبود پتاسیم موجب تأخیر در بلوغ و دیررسی میوه و تولید شاخه‌های ثانویهٔ ضعیف شد [۳۰]. بیشترین نیاز گیاه به پتاسیم در زمان رسیدن میوه‌ها است که مصادف با فصل تابستان است [۳]. میوه‌هایی که دچار کمبود پتاسیم باشند، ممکن است تا اواخر پاییز روی درخت باقی بمانند [۹]. بور تقسیم سلول، تمایزیابی و بلوغ را افزایش می‌دهد [۲۹].



شکل ۵. اثر متقابل سطوح مختلف سولفات پتاسیم (گرم به‌ازای هر درخت) و اسید بوریک (میلی‌گرم در کیلوگرم) بر زمان رسیدن میوهٔ انگور رقم عسکری'. ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنادار ندارند. K_0، K_1، K_2 و K_3 به‌ترتیب ۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ گرم سولفات پتاسیم برای هر درختچه و B_0، B_1، B_2 و B_3 به‌ترتیب اسید بوریک ۰، ۱، ۲ و ۳ در هزار.

۴. نتیجه‌گیری

عوامل متعددی در کم بودن عملکرد انگور در کشور تأثیر دارند که یکی از مهم‌ترین آنها تغذیهٔ نامتعادل تاکستان‌ها است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر و مشاهدهٔ بهبود خصوصیات کمی و کیفی انگور عسکری'، کاربرد محلول‌پاشی عنصر بور قبل از گلدهی و گل‌انگیزی و سولفات پتاسیم (به‌خصوص به‌مقدار ۹۰۰ گرم برای هر درخت) قبل از فصل رویشی توصیه می‌شود.

منابع

۱. احیایی ع (۱۳۷۵) روش‌های تجزیهٔ گیاه. انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب تهران. ۱۲۷ ص.

۲. ارشد م، گریگوریان و، ناظمیه ع، مستوفی ی و خلیقی ا (۱۳۸۵) بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر نیتروژن و پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و باردهی انگور سلطانی. علوم و فنون باغبانی ایران. ۷(۳): ۱۳۵-۱۴۶.

۳. اصلانی س و حقیقت افشار ا (۱۳۶۹) تغذیه و کوددهی درختچهٔ انگور. انتشارات نزولی، ۱۲۰ ص.

۴. بابالار م و پیرمرادیان م (۱۳۷۹) تغذیهٔ درختان میوه. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران (ترجمه).

۵. بداقی ح، ناظمیه ع، مستوفی ی و علی اصغرزاده ن (۱۳۸۶) تأثیر حلقه‌برداری و تغذیهٔ برگی با اسید بوریک بر ویژگی‌های کیفی انگور رقم کشمش بی‌دانه. علوم و فنون باغبانی ایران. ۸(۱): ۵۵-۶۴.

۶. تدین س و طهرانی م (۱۳۸۹) ارزیابی اثر کاربرد کودهای پتاسیمی بر عملکرد تاک رقم عسکری در شرایط دیم. اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲(۱): ۲۹-۴۱.

۷. چاکرالحسینی م (۱۳۸۵) بررسی اثرات محلول‌پاشی

ازت، روی و بور بر خصوصیات کمی و کیفی انگور عسکری. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد. ۴۰ ص.

۸. دولتی‌بانه ح و طاهری م (۱۳۸۸) اثر تغذیهٔ برگی عناصر غذایی بر تشکیل میوه و خصوصیات کمی و کیفی انگور کشمشی. به‌زراعی نهال و بذر. ۲۵-۲ (۱): ۱۰۳-۱۱۵.

۹. سیفی م ر و کلهر م (۱۳۸۹) راهنمای جامع و مصور پرورش انگور (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، چاپ اول، ۲۵۰ ص.

۱۰. کاووسی ب و حسینی‌فرهی م (۱۳۸۷) زمان گل-انگیزی و اثرهای محلول پاشی با عناصر ازت، روی و بور بر ویژگی‌های کیفی و عملکرد انگور (*Vitis vinifera* L.) رقم سیاه در سی‌سخت. پژوهش در علوم کشاورزی. ۴(۱): ۷۳ -۸۲.

۱۱. مرشدی ع (۱۳۷۹) تأثیر محلول‌پاشی عناصر نیتروژن، بور و روی بر میزان تشکیل میوهٔ انگور. خلاصه مقالات هفتمین کنگرهٔ علوم خاک ایران، تهران، ایران. صص. ۴۹۴-۴۹۵.

۱۲. ملکوتی م ج و طباطبایی س ج (۱۳۷۸) تغذیهٔ صحیح درختان میوه. وزارت کشاورزی. ۳۴۵ ص.

13. Agarwala SC and Sharma CP (1979) Recognizing micronutrient disorders of crop plants the basis of visible symptoms and plant analysis. Luck now University, Indian. 172 p.

14. Agnes MSN, Brown PH and Freeman M (1997) Fall foliar applied boron increases tissue boron concentration and nut set almond. American Society for Horticultural Science. 122: 405-410.

15. Akbarpour V, Hemmati K and Sharifani M (2009) Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum*) fruit in maturation stage. Agriculture and Environment Sciences. 6(4): 411-416.

16. Arnal L and Delrio M (2004) Quality of persimmon fruit cv. Rojo brilliant during storage at different temperatures. Agricultural Research. 2(2): 243-247.

17. Beet R (1991) Foliar boron and nutrition studies in Pistachio. California Pistachio Industry Annual Report. Pp. 121-126.

18. Bhujbal BG and Phandis NA (1971) Fruit bud differentiation studies in some commercial varieties in grapevines (*Vitis vinifera* L.). Poona Agricultural College. 61: 42-45.

19. Crespan GC, Zenarola G, Coolugnati F, Beregant F and Tonetti I (2000) Fertilizer procedures and response of vines, preliminary results of an investigation in cabernet sauvignon. Notiziario-ERSA. 13: 21-24.

20. EL-Bory MS and Mansour AM (1988) Effect of foliar application of microelements on yield and quality of Thompson seedless grape (*Vitis Vinifera* L.). Agricultural Science, Mansoura University (Egypt) 13(4): 1975-1979.

21. Gopalswamy N (1969) Effect of graded doses of potassium on nutrient uptake, yield and quality of grapes (*Vitis vinifera* L.) var. Anab-e-Shahi. Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore, India. M.Sc.Thesis.

22. Hassan SI (1968) Effect of potassium on ripening yield and fruit quality of grape (*Vitis vinifera* L.) variety *Anab-Shahi*. Punja Agricultural University, Ludhiana, India. M.Sc.Thesis.

23. Jindal PC, Dhawan SS and Chauhan KS (1982) Effect of girdling alone and in combination with boric acid on berry set, berry drop, yield and

quality of grapes (*Vitis vinifera* L.) cultivar Gold. Haryana Agricultural University Research. 4: 663-666.

24. Marschner H (1986) Mineral Nutrition in Higher Plants. Academic Press, New York, U.S.A.18 p.
25. Papric D (1991) The effect of mineral nutrient uptake, yield and quality of some grapevine cultivars. Savremena Poljoprivreeda. 39: 19-29
26. Quin X (1996) Foliar sprays of B, Zn, mg and their effects on fruit production and quality of Inching orange of Southwest. Agricultural University. 18(1): 40-45.
27. Singh B (2002) Effect of macro and micro nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Perlette). Acta Horticulture. 594: 197-202.
28. Srinivasan C and Muthukrishnan CR (1970) Effect of potassium on the development of buds in grape varieties Anab-e-Shahi. Madras Agricultural. 57: 700-703.
29. Tandon H (1995) Micronutrient Research and Agricultral Production. Published by Fertilizer Dev.Consul. Org. New Dehli, India. 164 p.
30. Yamdagni R, Sighn D and Jindal PC (1979a) A note on effect of boron Sprays on quality of grapes cv. Thompson seedless. Progressive Horticulture. 11: 35-36.