

اثرات اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور بی‌دانه سلطانی

Effects of Gibberellic Acid on Quantitative and Qualitative Traits of 'Sultana' Seedless Grape Fruit

محمد رضا زکایی خسروشاهی^{*}

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به منظور ارزیابی اثر اسید جیبرلیک بر عملکرد و کیفیت میوه انگور، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی تاک‌های پنج‌ساله رقم بی‌دانه سلطانی اجرا گردید. ابتدا در مرحله ظهور خوشه، تمامی تاک‌ها به‌جز شاهد با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک محلول‌پاشی شده و سپس، در مرحله بعد یعنی زمان ۱ تا ۲ میلی‌متری شدن حبه‌ها، تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک شامل غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اعمال گردید. کاربرد اسید جیبرلیک خارجی باعث افزایش معنی‌دار وزن، حجم، طول و قطر حبه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین، طول محور خوشه، وزن تک‌خوشه و عملکرد کل تاک تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. کاهش نسبت طول به قطر حبه در اثر اسید جیبرلیک، به تولید حبه‌های گردتر نسبت به شاهد منجر گردید. صفاتی نظیر جرم حجمی (نسبت وزن به حجم) حبه و پی‌اچ عصاره میوه تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک قرار نگرفت. اسید جیبرلیک در کنار بهبود عملکرد و بازارپسندی، موجب تأخیر در رسیدن میوه گردید؛ تحت تأثیر تیمار اسید جیبرلیک، از درصد مواد جامد محلول میوه کاسته شده و مقدار اسید کل عصاره میوه افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: انگور، اسید جیبرلیک، سلطانی، عملکرد، کیفیت

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات مهم باغی ناحیه معتدله است که پرورش آن در مناطق مختلف جهان و ایران سابقه طولانی دارد (دولتی‌بانه و جلیلی‌مندی، ۱۳۹۳). جیبرلین مهم‌ترین هورمون مؤثر در رشد و نمو حبه‌های انگور است که به‌طور طبیعی در بعضی از قسمت‌های گیاه مانند بذرهای جوان تولید می‌شود (چنگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، غلظت این هورمون در بافت گیاه رابطه مستقیمی با تعداد بذور موجود در حبه‌ها دارد (بایدر و هارمانکایا^۲، ۲۰۰۵). کاربرد خارجی اسید جیبرلیک باعث ایجاد بی‌دانگی در ارقام دانه‌دار انگور شده (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶) و به بهبود صفات کمی و کیفی در ارقام بی‌دانه منجر می‌شود (قاسم‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴). کاربرد جیبرلین در انگورهای بی‌دانه در زمان تشکیل میوه افزایش اندازه حبه‌ها و بهبود عملکرد خوشه‌ها را در پی دارد. استفاده از جیبرلین در این زمان سبب افزایش تقسیم سلولی در حبه‌ها و در پی آن سبب بزرگ شدن سلول‌های حبه می‌شود (عمر و گیرگیس^۳، ۲۰۰۵). به‌عنوان مثال، محلول‌پاشی جیبرلین موجب افزایش اندازه حبه‌های رقم بی‌دانه امپراتریز^۴ شد (کاسانوا^۵ و همکاران، ۲۰۰۹). در رقم کریمسون سیدلس^۶، کاربرد این هورمون پس از شکوفایی گل‌ها سبب تنک شدن حبه‌ها در خوشه و در مرحله تشکیل میوه موجب افزایش اندازه حبه‌ها گردید (دوکوزلیان^۷، ۲۰۰۱). مصرف جیبرلین برون‌زاد به‌واسطه افزایش رشد رویشی گیاه، موجب افزایش جذب برخی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود که بر صفات کمی و کیفی خوشه‌ها و حبه‌های انگور مؤثر است (زمنینگ^۸ و همکاران، ۲۰۰۸). بقال‌زاده کوچه باغی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک در مرحله میوه‌بندی انگور سلطانی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی حبه داشت. در این آزمایش، گرچه کاربرد جیبرلین باعث افزایش اندازه حبه‌ها شد، اما کاهش مواد جامد محلول، درصد ماده خشک و ارزش رنگ قرمز (درجه روشنی یا تیرگی رنگ اصلی قرمز، به‌عنوان یک شاخص کیفیت) و نیز افزایش میزان چروکیدگی حبه‌ها را در پی داشت. در آزمایشی دیگر، کاربرد جیبرلیک اسید باعث بزرگ شدن حبه‌ها، افزایش ویتامین ث و اسید کل در رقم سیاه

شیراز شد، ولی اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت (کیامرثی و عشقی، ۱۳۹۰).

کاربرد جیبرلین در انگورهای بی‌دانه در مراحل اولیه تشکیل و رشد میوه‌ها (بلافاصله پس از ریزش گل‌های ناقص) باعث افزایش اندازه حبه‌ها می‌گردد (دیموسکا^۹ و همکاران، ۲۰۱۴). البته در این حالت خوشه‌های متراکم با تعداد حبه‌های فراوان و چسبیده به هم تولید می‌شود که بازارپسند نبوده و سریعاً توسط قارچ‌های آلوده‌کننده در سردخانه پوسیده می‌شوند. برای رفع این مشکل از هورمون‌پاشی دو یا سه مرحله‌ای استفاده می‌شود: نخست در مرحله گلدهی که باعث رشد محور خوشه و ایجاد فضای مناسب برای بزرگ شدن حبه‌ها می‌گردد؛ و دوم پس از تشکیل میوه، معمولاً ۱۴-۱۰ روز پس از مرحله اول که باعث افزایش بیش‌تر اندازه حبه می‌شود (دولتی‌بانه، ۱۳۹۵).

طی چند دهه گذشته، استفاده از اسید جیبرلیک برای افزایش اندازه حبه و عملکرد تاک و بازارپسندی میوه انگورهای بی‌دانه کاربرد تجاری وسیعی پیدا کرده است (کاپلان^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۹). زمان و غلظت کاربرد جیبرلین به نوع رقم و هدف اصلی از تیمار این هورمون بستگی دارد (دومینگوز^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۶). گرچه تأثیر اسید جیبرلیک در انگور به‌طور گسترده‌ای در کشورهای مختلف جهان موردبررسی قرار گرفته است، اما غلظت و زمان مناسب کاربرد اسید جیبرلیک برای هر رقم در شرایط اقلیمی متفاوت فرق می‌کند که نیازمند استانداردهایی آن‌ها برای نواحی متنوع رشد انگور است. نتایج مطالعات انجام گرفته در مناطق دیگر ممکن است به‌طور مستقیم در تاکستان‌های ایران که در شرایط آب و هوایی متفاوتی کشت می‌شوند، قابل‌اجرا نباشد. لذا پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر کمیت و کیفیت میوه رقم سلطانی در شرایط اقلیمی شهرستان کرمانشاه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی بهار و تابستان ۱۳۹۸ در تاکستان مزرعه آموزشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه (با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا) روی تاک‌های پنج‌ساله انگور بی‌دانه سلطانی که به‌صورت داربستی و به شکل Y تربیت شده‌اند، اجرا شد. اسید جیبرلیک (شرکت مرک، آلمان) به‌صورت ۵ گرمی تهیه شد. محلول‌پاشی با اسید جیبرلیک در دو مرحله صورت گرفت: نخست هنگام ظهور

1. Cheng
2. Baydar and Harmankaya
3. Omar and Girgis
4. Emperatriz
5. Casanova
6. Crimson Seedless
7. Dokoozlian
8. Zhenming

9. Dimovska
10. Kaplan
11. Domingos

$$TA = V_b \times N \times E / V_j \times 10 \quad \text{رابطه شماره (۱)}$$

TA = اسید کل (میلی گرم در صد میلی لیتر عصاره میوه)
 V_b = حجم سود مصرفی (میلی لیتر)
 N = نرمالیتته سود مصرفی (۰/۱)
 E = میلی اکی والان اسید تارتاریک (۷۵/۰۵)
 V_j = حجم نمونه آب میوه.

داده‌های به دست آمده به کمک نرم افزار SAS-9.1 تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین اثر تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

طول خوشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک بر میانگین طول خوشه انگور سلطانی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد. کاربرد اسید جیبرلیک به افزایش معنی‌دار طول خوشه منجر شد (شکل ۱). کوتاه‌ترین و بلندترین خوشه‌ها به ترتیب مربوط به شاهد و تیمار ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک می‌باشد. بالاترین غلظت اسید جیبرلیک میانگین طول خوشه انگور سلطانی را از ۱۴/۶۴ سانتی‌متر (شاهد) به ۲۱/۰۸ سانتی‌متر افزایش داد. البته بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از نظر طول خوشه مشاهده نمی‌شود. با توجه به این که اختلاف طول خوشه تاک‌های شاهد و تیمارهای اسید جیبرلیک از نظر آماری معنی‌دار است، همان‌طوری که انتظار می‌رفت، به نظر می‌رسد طولی شدن خوشه‌ها در اثر محلول پاشی اسید جیبرلیک در مرحله ظهور خوشه (قبل از گل‌دهی) می‌باشد که در آن تمامی تاک‌ها به جز شاهد، با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک محلول پاشی شدند.

مصرف جیبرلین برون‌زاد در مراحل مختلف نمو گل و میوه انگور می‌تواند با تحریک رشد طولی سلول‌ها، موجب افزایش طول محور خوشه شود (داسیلوا^۲ و همکاران، 2018). در یک بررسی روی ارقام انگور دانه‌دار ایرانی، مصرف اسید جیبرلیک ۷ و ۱۴ روز قبل از گل‌دهی موجب افزایش طول دم حبه و طول محور خوشه شد (دولتی‌پانه و همکاران، ۱۳۹۶). در آزمایشی دیگر، محلول پاشی انگور یاقوتی با اسید جیبرلیک ۱۰ روز قبل از مرحله تمام گل، باعث باز شدن خوشه و کاهش فشردگی و افزایش اندازه حبه‌ها شده و در نتیجه، خوشه‌هایی با کیفیت و بازاری‌سند حاصل گردید (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. مصرف قبل از گل‌دهی

خوشه‌ها (۲-۳ سانتی‌متری شدن طول خوشه و یک هفته قبل از آغاز گل‌دهی؛ تاریخ ۲۴ اردیبهشت)، با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر برای تمامی تیمارها به جز شاهد (به منظور تنک کردن خوشه‌ها) و مرحله دوم در زمان ۱-۲ میلی‌متری شدن قطر حبه‌ها (۱۹ خرداد)، با غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر (به منظور افزایش اندازه حبه‌ها). تمامی خوشه‌ها و برگ‌های تاک‌های مورد آزمایش با غلظت‌های مورد نظر اسید جیبرلیک محلول پاشی شدند (بر روی تاک‌های شاهد در هر دو مرحله و هم‌چنین، روی تاک‌های مربوط به غلظت صفر اسید جیبرلیک در مرحله دوم، فقط آب پاشیده شد).

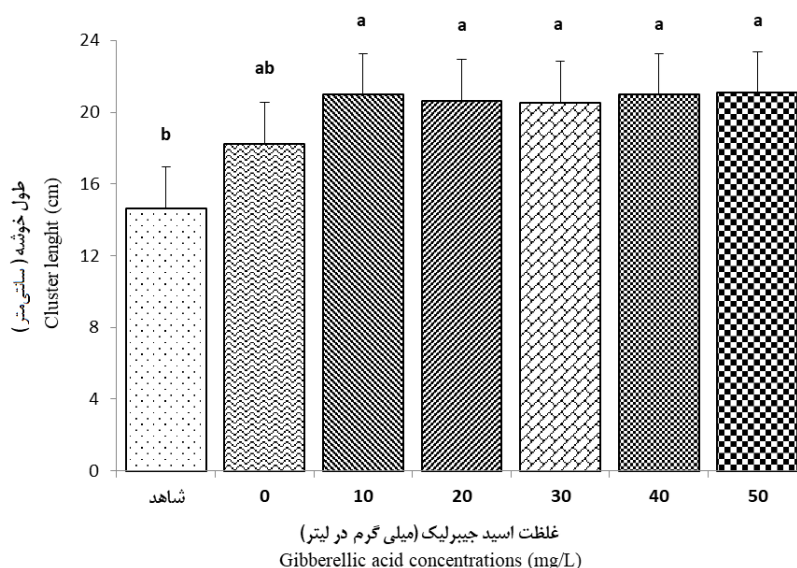
این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار (شامل شاهد و شش غلظت اسید جیبرلیک) در چهار تکرار انجام گرفت. لازم به ذکر است که تفاوت شاهد با تیمار صفر میلی گرم در لیتر جیبرلین در محلول پاشی مرحله اول می‌باشد که تیمار شاهد فاقد این محلول پاشی بود. هر واحد آزمایشی شامل یک تاک و آزمایش در مجموع شامل ۲۸ تاک بود. از هر تاک تعداد پنج خوشه در موقعیت تقریباً مشابه برای انجام ارزیابی‌ها انتخاب شد.

برداشت خوشه‌ها در مرحله رسیدگی کامل میوه (بر اساس مواد جامد محلول بیش از ۱۶ درصد) صورت گرفت. برای اندازه گیری هریک از صفات مربوط به حبه، تعداد ۱۰ حبه به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد. صفات مورد ارزیابی شامل طول نهایی خوشه، طول و قطر حبه، نسبت طول به قطر (شکل حبه)، حجم حبه، جرم حجمی (نسبت جرم به حجم) حبه، وزن حبه، وزن خوشه، عملکرد کل، مواد جامد محلول (درجه بریکس)، اسیدیته کل (درصد) و واکنش (پی‌اچ) آب میوه بود.

وزن حبه و خوشه به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. طول و قطر حبه‌ها با استفاده از کولیس، حجم حبه با روش میزان جابه‌جایی آب در یک استوانه مدرج و جرم حجمی حبه با تقسیم جرم به حجم به دست آمده تعیین شد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول (برحسب درجه بریکس یا درصد) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی ATC (مدل LH-T80؛ ساخت چین) و پی‌اچ آب میوه با دستگاه پی‌اچ‌متر رومی‌زی AZ (مدل 86502؛ ساخت تایوان) انجام گرفت. مقدار اسید کل میوه به روش تیتراسیون با سود (NaOH) ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل‌فالتین^۱ اندازه‌گیری شد. حجم سود مصرفی یادداشت گردید و سپس، اسیدیته کل با استفاده از رابطه زیر محاسبه و مقدار عددی آن برحسب درصد اسید تارتاریک (اسید غالب میوه انگور) بیان شد.

بی‌دانه عسکری باعث افزایش معنی‌دار طول خوشه گردید (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس نتایج تحقیقات گذشته، افزایش طول خوشه ناشی از رشد و انبساط سلولی است که جیبرلین پدید می‌آورد (دولتی‌بانه و همکاران، ۱۳۹۶). با طولی شدن سلول‌ها، محور خوشه نیز تحت تأثیر قرار گرفته و طول خوشه افزایش می‌یابد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳).

جیبرلین در رقم یاقوتی نیز باعث طولی‌تر شدن خوشه و تولید حبه‌های درشت‌تر شده است (کریمی و عشقی، ۱۳۹۰) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. از سوی دیگر، گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر این‌که تیمار جیبرلین پس از اتمام گل‌دهی نیز باعث افزایش طول خوشه می‌شود. در آزمایشی، کاربرد غلظت‌های مختلف جیبرلین دو هفته بعد از گل‌دهی روی رقم



شکل ۱: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین طول خوشه انگور سلطانی

Fig. 1: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average cluster length of 'Sultana' grape

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر برخی صفات میوه انگور سلطانی

Table 1: ANOVA results of the effect of gibberellic acid on some traits of 'Sultana' grape fruits

میانگین مربعات Mean squares												منابع تغییرات S. O. V.	
عملکرد Yield	وزن خوشه Cluster Weight	طول خوشه Cluster Length	شکل حبه Berry Shape	قطر حبه Berry Diameter	طول حبه Berry Length	پH pH	اسید کل TA	مواد جامد محلول SSC	جرم حجمی Volummass	حجم حبه Berry Volum	وزن حبه Berry Weight	درجه آزادی df	
4.69*	20287**	22.99*	0.0129**	2.76**	3.27**	0.010 ^{ns}	0.021**	5.39*	0.007 ^{ns}	0.127**	0.082**	6	تیمار Treatment
1.55	4703	7.36	0.0030	0.48	0.46	0.018	0.005	1.99	0.042	0.032	0.016	21	خطا Error
25.37	25.41	13.85	4.97	6.16	5.49	3.76	12.44	6.38	20.82	16.92	12.52	-	ضریب تغییرات CV

*, **, *ns و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

*, ** and ns: Significant at the 5% and 1% probability level and nonsignificant, respectively

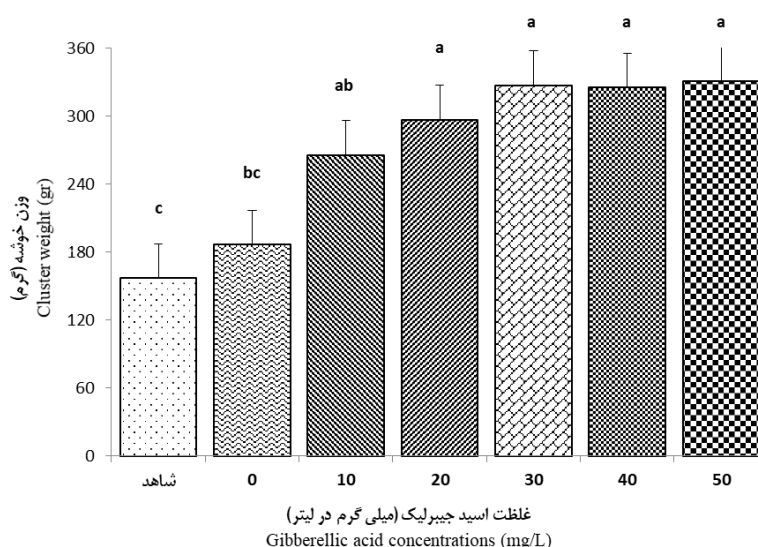
میانگین وزن خوشه انگور سلطانی شد (شکل ۲). کم‌ترین و بیش‌ترین وزن تک‌خوشه به ترتیب مربوط به شاهد (۱۵۷/۱ گرم) و تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۳۳۰/۶ گرم) می‌باشد. به عبارت دیگر، بالاترین غلظت مصرفی اسید جیبرلیک افزایش ۲/۱ برابری وزن خوشه در این رقم را موجب

وزن خوشه و عملکرد کل

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمارهای اسید جیبرلیک بر وزن تک‌خوشه در سطح احتمال یک درصد و بر عملکرد کل تاک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). کاربرد اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی‌دار

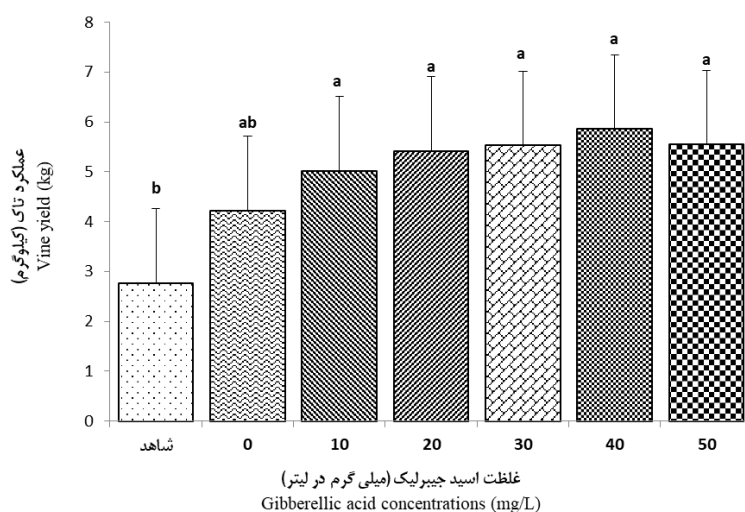
مهم‌ترین کاربرد هورمون جیبرلین در باغبانی برای افزایش کیفیت و میزان محصول انگورهای تازه‌خوری است که هورمون‌پاشی برای این منظور بسته به نوع رقم انگور به دو صورت انجام می‌گیرد. در ارقام دانه‌دار، اگر این عمل قبل از لقاح و ریزش گلبرگ‌ها صورت گیرد، باعث از بین رفتن مادگی و تولید حبه‌های بدون هسته می‌شود. در نتیجه، ریزش تعدادی از حبه‌ها باعث تنک شدن خوشه و بالا رفتن کیفیت محصول می‌شود؛ چون حبه‌های باقی‌مانده فضای بیشتری برای رشد دارند. افزایش محصول انگور در ارقام بی‌دانه زمانی به‌دست می‌آید که هورمون‌پاشی بعد از عمل لقاح و تشکیل میوه صورت بگیرد.

شده است. البته بین تیمارهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از نظر وزن خوشه مشاهده نمی‌شود. عملکرد کل تاک نیز تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک افزایش یافت (شکل ۳). کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین عملکرد کل به ترتیب مربوط به شاهد (۲/۷۶ کیلوگرم به ازای هر تاک) و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۵/۸۶ کیلوگرم به ازای هر تاک) است. اگرچه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد کل تاک وجود ندارد، اما کاربرد غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک افزایش ۲/۱ برابری عملکرد نسبت به شاهد را در پی داشته است.



شکل ۲: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین وزن تک‌خوشه انگور سلطانی

Fig. 2: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average cluster weight of 'Sultana' grape



شکل ۳: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر عملکرد کل تاک انگور سلطانی

Fig. 3: Influence of different concentrations of gibberellic acid on total yield of 'Sultana' grapevine

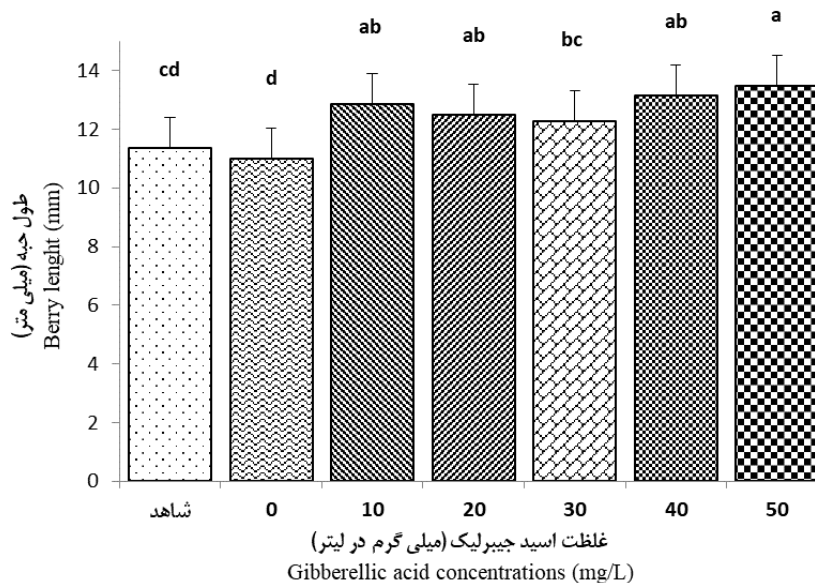
۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از این نظر مشاهده نمی‌شود. قطر حبه نیز تحت تأثیر تیمار اسید جیبرلیک به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۵)، هرچند بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری از نظر قطر حبه دیده نمی‌شود. کم‌ترین و بیش‌ترین قطر حبه به‌ترتیب، متعلق به شاهد (۹/۵۸ میلی‌متر) و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۱۱/۹۳ میلی‌متر) می‌باشد. چنانکه در بخش مواد و روش‌ها گفته شد، در آزمایش حاضر از محلول پاشی دو مرحله-ای اسید جیبرلیک استفاده شد و تمامی تاک‌ها به‌جز شاهد، در مرحله ظهور خوشه با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک محلول‌پاشی شدند. بنابراین، با توجه به این‌که اختلاف قطر حبه تاک‌های شاهد و تیمارهای اسید جیبرلیک از نظر آماری معنی‌دار است، به نظر می‌رسد افزایش قطر حبه-ها در اثر محلول‌پاشی مرحله اول بوده است.

شکل حبه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد اسید جیبرلیک قرار گرفت. به‌طور کلی، نسبت طول به قطر حبه در اثر تیمار اسید جیبرلیک کاهش یافت (شکل ۶). این نشان می‌دهد که قطر حبه نسبت به طول آن بیش‌تر تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک افزایش یافته است. به بیان ساده‌تر، کاربرد اسید جیبرلیک باعث تولید حبه‌های گردتری نسبت به شاهد شده است.

در این صورت، جیبرلین باعث درشت شدن حبه‌ها و افزایش وزن خوشه و عملکرد کل تاک می‌شود (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳). در انگور بی‌دانه یا قوتی، محلول‌پاشی اسید جیبرلیک در سه مرحله شامل ظهور خوشه، گل‌دهی و بعد از تشکیل میوه باعث افزایش معنی‌دار وزن خوشه شد و این افزایش رابطه مستقیم با غلظت جیبرلین به‌کار رفته داشت (قاسم‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج تحقیق مذکور با پژوهش حاضر مطابقت دارند. نتایج آزمایش *هارول* و *ویلیامز* (2002) روی دو رقم انگور بی‌دانه حاکی از آن بود زمانی‌که محلول‌پاشی جیبرلین با غلظت ۱۰۰-۲۵ میلی‌گرم در لیتر ۲۰-۲۱ روز بعد از گل‌دهی انجام گیرد، افزایش در وزن حبه و خوشه بیش‌تر از زمانی است که محلول‌پاشی ۷-۸ روز پس از گل‌دهی انجام شود.

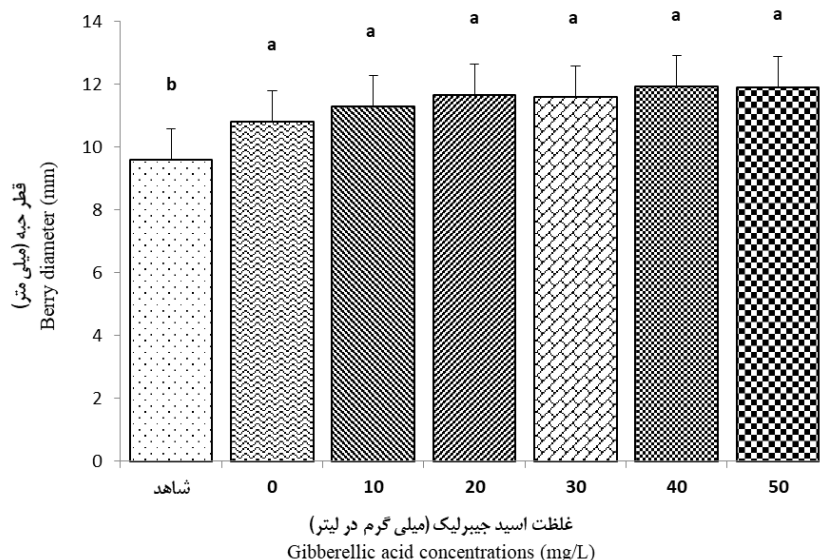
طول، قطر و شکل حبه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که اثر تیمارهای اسید جیبرلیک بر طول، قطر و شکل (نسبت طول به قطر) حبه رقم سلطانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). کاربرد اسید جیبرلیک موجب افزایش طول حبه شد (شکل ۴)، به‌طوری‌که کم‌ترین طول حبه مربوط به تیمار صفر و شاهد (به‌ترتیب ۱۱/۳۸ و ۱۱/۴۸ میلی‌متر) و بیش‌ترین آن متعلق به تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۱۳/۴۷ میلی‌متر) بود. بین تیمارهای ۱۰،



شکل ۴: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین طول حبه انگور سلطانی

Fig. 4: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average berry length of 'Sultana' grape



شکل ۵: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین قطر حبه انگور سلطانی

Fig. 5: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average berry diameter of 'Sultana' grape

کاربرد جیبرلین برون‌زاد به‌ویژه در ارقامی با حبه‌های ریز می‌تواند به افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه انگور کمک نماید (بوزهر/ و سلامه^۱، ۲۰۱۲). افزایش ابعاد حبه در نتیجه کاربرد جیبرلین خارجی در ارقام بی‌دانه انگور توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است. بدر^۲ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند کاربرد اسید جیبرلیک دو و چهار هفته پس از گل‌دهی باعث افزایش طول و عرض حبه‌های انگور اسکارلت شد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در رقم بی‌دانه یاقوتی نیز تیمار اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی‌دار طول و قطر حبه در مقایسه با شاهد شد (فاسم‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴) که مطابق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. طولی شدن حبه‌ها با کاربرد اسید جیبرلیک در انگورهای اینست سیدلس^۳ (کاپلان، ۲۰۱۱) و سلطانی (بقال‌زاده کوچک باغی و همکاران، ۱۳۹۴؛ گودا^۴ و همکاران، ۲۰۰۶) نیز مشاهده شده است. پرز و گومز^۵ (۲۰۰۰) معتقدند بزرگ‌تر شدن حبه‌های انگور در اثر مصرف اسید جیبرلیک خارجی در مرحله گل‌دهی به دلیل افزایش تقسیم سلولی و بزرگ‌تر شدن سلول‌ها، همراه با افزایش فعالیت آنزیم اینورتاز و به دنبال آن انباشته شدن مواد قندی در سلول‌ها است. کاربرد اسید جیبرلیک در این مرحله با تحریک تجمع برخی مواد غذایی مثل پتاسیم نیز افزایش ابعاد حبه را موجب می‌شود (زمنینگ و همکاران،

وزن، حجم و جرم حجمی حبه

۲۰۰۸). از سوی دیگر، کاربرد پس از گل‌دهی اسید جیبرلیک ابعاد حبه را از طریق افزایش تقسیمات سلولی یا افزایش اندازه سلول‌ها یا هر دو افزایش می‌دهد که یکی از نتایج آن افزایش محتوای آب هر حبه است (پرز و گومز، ۲۰۰۰).

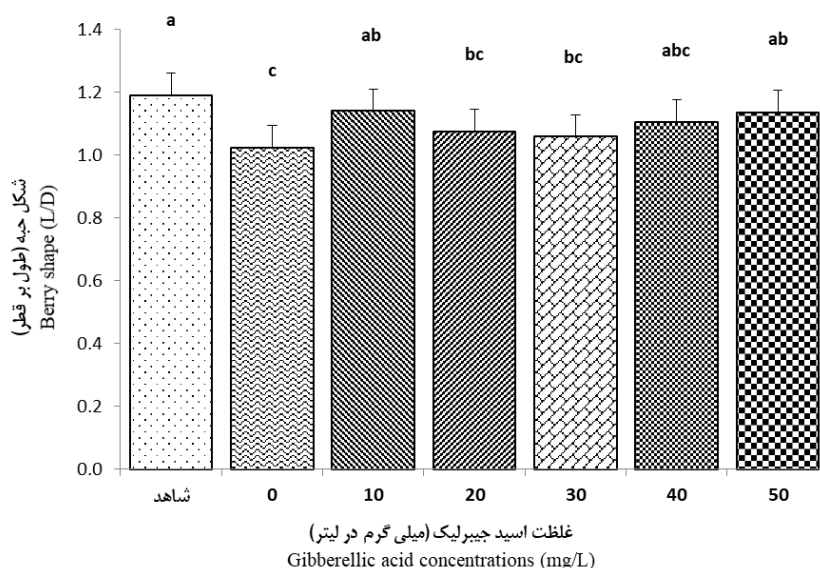
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که تیمار اسید جیبرلیک اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی وزن و حجم حبه داشت، اما اثر آن روی جرم حجمی (نسبت وزن به حجم) از نظر آماری معنی‌دار نبود. تیمار اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی‌دار وزن حبه (شکل ۷) شد. کم‌ترین و بیش‌ترین وزن حبه به ترتیب مربوط به شاهد (۰/۸۰۳ گرم) و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۱/۱۴۳ گرم) می‌باشد. اگرچه بین تیمارهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از نظر وزن حبه مشاهده نمی‌شود، اما تفاوت این تیمارها با شاهد و نیز با تیمار صفر معنی‌دار بود. هم‌چنین، اختلاف بین شاهد و تیمار صفر معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد محلول‌پاشی تک‌مرحله‌ای با اسید جیبرلیک (فقط در مرحله ظهور خوشه) تأثیر محسوسی در وزن حبه نداشته است. کاربرد اسید جیبرلیک حجم حبه انگور سلطانی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۸). هرچند بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از نظر حجم حبه مشاهده نمی‌شود، اما اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌دار می‌باشد. اندازه حبه دو تیمار شاهد و صفر میلی‌گرم اسید

کاربرد جیبرلین برون‌زاد به‌ویژه در ارقامی با حبه‌های ریز می‌تواند به افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه انگور کمک نماید (بوزهر/ و سلامه^۱، ۲۰۱۲). افزایش ابعاد حبه در نتیجه کاربرد جیبرلین خارجی در ارقام بی‌دانه انگور توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است. بدر^۲ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند کاربرد اسید جیبرلیک دو و چهار هفته پس از گل‌دهی باعث افزایش طول و عرض حبه‌های انگور اسکارلت شد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در رقم بی‌دانه یاقوتی نیز تیمار اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی‌دار طول و قطر حبه در مقایسه با شاهد شد (فاسم‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴) که مطابق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد. طولی شدن حبه‌ها با کاربرد اسید جیبرلیک در انگورهای اینست سیدلس^۳ (کاپلان، ۲۰۱۱) و سلطانی (بقال‌زاده کوچک باغی و همکاران، ۱۳۹۴؛ گودا^۴ و همکاران، ۲۰۰۶) نیز مشاهده شده است. پرز و گومز^۵ (۲۰۰۰) معتقدند بزرگ‌تر شدن حبه‌های انگور در اثر مصرف اسید جیبرلیک خارجی در مرحله گل‌دهی به دلیل افزایش تقسیم سلولی و بزرگ‌تر شدن سلول‌ها، همراه با افزایش فعالیت آنزیم اینورتاز و به دنبال آن انباشته شدن مواد قندی در سلول‌ها است. کاربرد اسید جیبرلیک در این مرحله با تحریک تجمع برخی مواد غذایی مثل پتاسیم نیز افزایش ابعاد حبه را موجب می‌شود (زمنینگ و همکاران،

1. Abu-Zahra and Salameh
2. Badr
3. Einset Seedless
4. Gowda
5. Perez and Gomez

افزایش اندازه حبه‌ها تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک بیش‌تر از افزایش وزن آن‌ها بوده است. به هر حال، بین شاهد و غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد.

جیبرلیک (به ترتیب، ۰/۷۹۸ و ۰/۷۹۳ میلی‌لیتر) با اختلاف معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارها بود. بیش‌ترین مقدار حجم حبه (۱/۱۸۸ میلی‌لیتر) مربوط به تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک بود. تیمارهای اسید جیبرلیک موجب کاهش نسبت وزن به حجم (جرم حجمی) حبه شد. به عبارت دیگر،



شکل ۶: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر شکل (نسبت طول به قطر) حبه انگور سلطانی

Fig. 6: Influence of different concentrations of gibberellic acid on berry shape (length to diameter ratio) of 'Sultana' grape

مصرف جیبرلین به تأثیر این هورمون در افزایش تقسیم سلولی و توسعه سلول‌های فرابر (پریکارپ) نسبت داده می‌شود (پاتیل، ۲۰۰۵).

مواد جامد محلول، اسیدیته کل و پی‌اچ

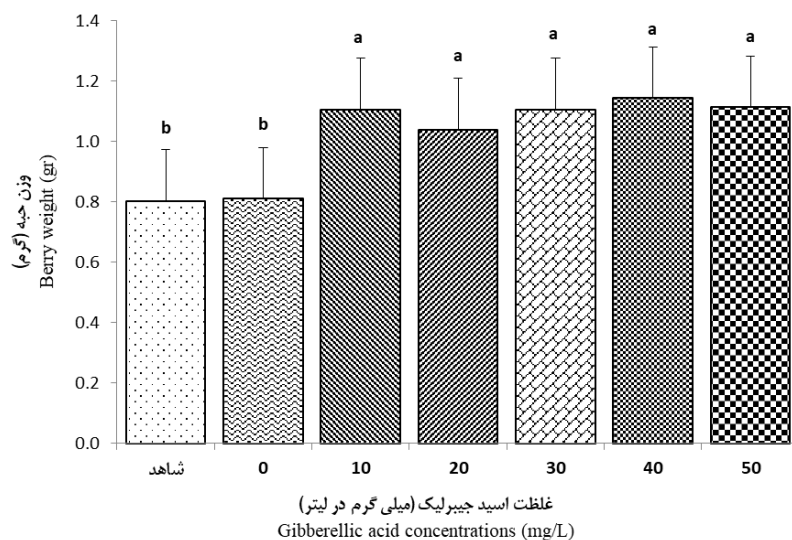
بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر تیمارهای اسید جیبرلیک بر میزان مواد جامد محلول میوه در سطح احتمال پنج درصد و بر اسیدیته کل آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد، اما تیمار اسید جیبرلیک تأثیر معنی‌داری بر پی‌اچ عصاره حبه نداشته است.

مواد جامد محلول میوه تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک کاهش یافت (شکل ۹). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مواد جامد محلول به ترتیب مربوط به شاهد (۲۴/۱) و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (۲۰/۹) بود. اگرچه غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما اختلاف آن‌ها با شاهد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. همچنین، غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری با غلظت صفر و شاهد دارد.

به‌طور کلی، کاربرد جیبرلین روی انگورهای بی‌دانه پیش از گل‌دهی، عاملی تنک‌کننده و پس از گل‌دهی، به‌عنوان محرک رشد به‌شمار می‌آید (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش وزن و حجم حبه توسط جیبرلین در ارقام بی‌دانه مختلف گزارش شده است. به‌عنوان مثال، حیدری و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که محلول پاشی انگور یاقوتی با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین ده روز قبل از تمام گل باعث باز شدن خوشه و افزایش اندازه حبه‌ها می‌شود. کاربرد اسید جیبرلیک روی انگور کریمسون سیدلس پس از شکوفایی گل‌ها سبب تنک حبه‌ها در خوشه می‌شود و کاربرد آن در مرحله تشکیل میوه، محرک رشد حبه‌ها به‌شمار می‌آید (دوکوزلیان، ۲۰۰۱) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در ارقام بی‌دانه عسکری (لونی، ۱۹۸۱)، امپراتریز (کاسانو/ و همکاران، ۲۰۰۹) و سلطانی (بقال زاده کوچ‌باغی و همکاران، ۱۳۹۴) نیز این هورمون باعث طول‌تر شدن خوشه و درشت‌تر شدن حبه‌ها شده است. بدر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند کاربرد اسید جیبرلیک دو و چهار هفته پس از گل‌دهی با غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار طول و عرض حبه‌های رقم اسکارلت شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. افزایش اندازه حبه در اثر

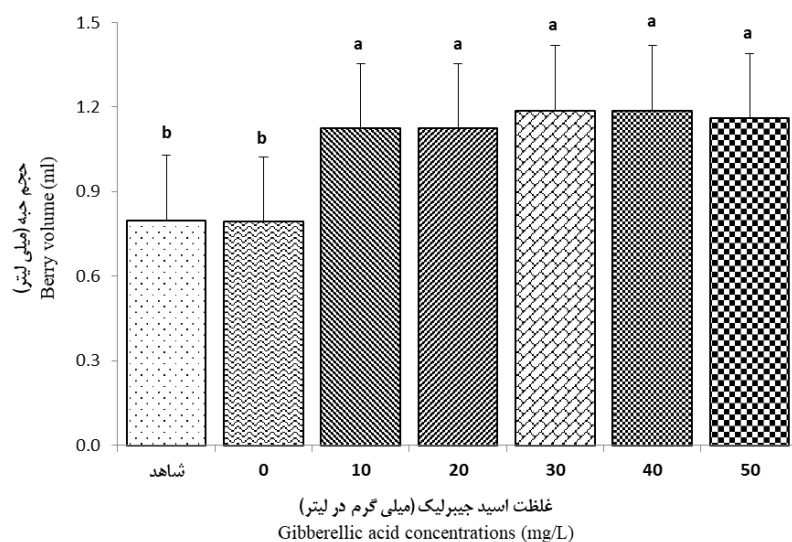
اسیدیته کل اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما تفاوت آن‌ها با شاهد معنی‌دار می‌باشد. همچنین، اختلاف غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک، به جز تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار صفر از نظر آماری معنی‌دار است.

از سوی دیگر، محلول‌پاشی اسید جیبرلیک باعث افزایش اسید کل میوه انگور شد (شکل ۱۰). کم‌ترین مقدار اسید کل مربوط به شاهد (۰/۴۴ درصد) و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تیمارهای ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک (هر دو ۰/۶۱ درصد) بود. غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک از نظر



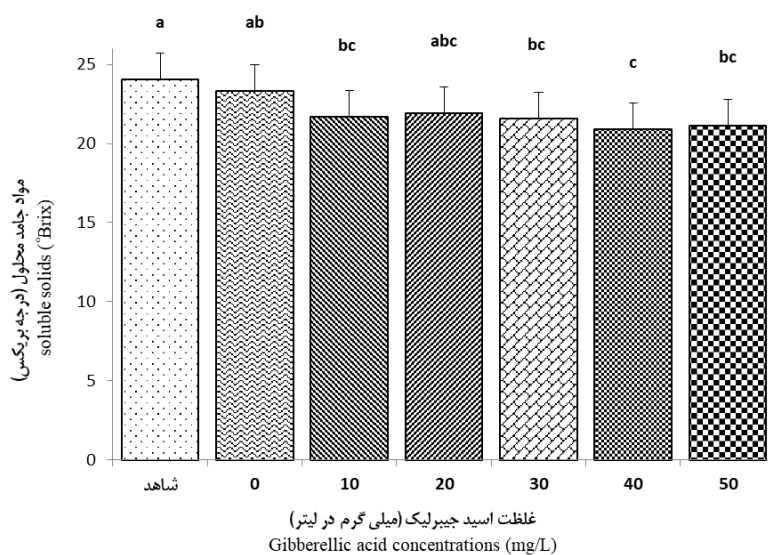
شکل ۷: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین وزن حبه انگور سلطانی

Fig. 7: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average berry weight of 'Sultana' grape



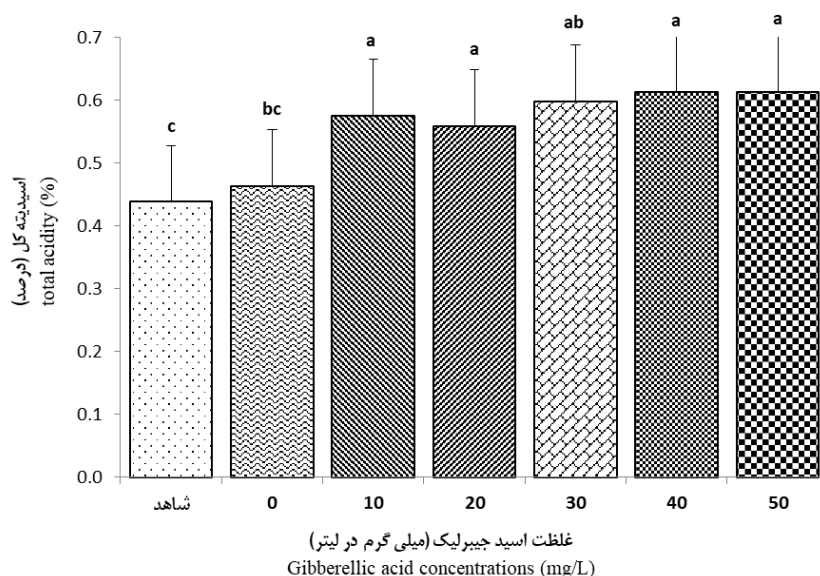
شکل ۸: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میانگین حجم حبه انگور سلطانی

Fig. 8: Influence of different concentrations of gibberellic acid on average berry volume of 'Sultana' grape



شکل ۹: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میزان مواد جامد محلول (بریکس) میوه انگور سلطانی

Fig. 9: Influence of different concentrations of gibberellic acid on soluble solids content (Brix) of 'Sultana' grape



شکل ۱۰: تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر مقدار اسید کل عصاره میوه انگور سلطانی

Fig. 10: Influence of different concentrations of gibberellic acid on total acidity in berry juice of 'Sultana' grape

حاضر مطابقت دارند. در رقم عسکری، محلول‌پاشی اسید جیبرلیک افزایش درصد اسید تارتاریک میوه را به دنبال داشت (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. به عقیده برخی محققان کاهش مواد جامد محلول در تیمارهای جیبرلین به علت ماهیت این هورمون گیاهی و نحوه القای رشد توسط آن است. جیبرلین رشد شدیدی را از طریق افزایش طول سلول‌ها تحریک می‌کند، اما تأثیر چندانی روی افزایش تعداد سلول‌ها ندارد. چنین رشدی نیازمند جذب آب فراوان است که در نهایت به رقیق‌تر شدن شیره سلولی و کاهش درصد مواد جامد در میوه‌ها منجر می‌شود (پرز و گومز، ۲۰۰۰). شایان ذکر است افزایش مواد جامد

یکی از اثرات جانبی کاربرد جیبرلین به‌منظور تنک کردن و افزایش اندازه میوه انگور، به تعویق افتادن رسیدن میوه می‌باشد. گزارش‌های متعددی وجود دارد مبنی بر این‌که جیبرلین فرایندهای مربوط به رسیدن میوه انگور مثل تجزیه اسید و تولید قند را به تأخیر می‌اندازد. برای مثال، کاربرد جیبرلین باعث کاهش درصد مواد جامد محلول در ارقام بی‌دانه اسکارتلت (بدر و همکاران، ۲۰۰۵)، سلطانی (بقال‌زاده کوچ‌باغی و همکاران، ۱۳۹۴) و کلارا سیدلس^۱ (فورمولو^۲ و همکاران، ۲۰۱۰) شده است که این مشاهدات با نتایج پژوهش

1. Clara Seedless
2. Formolo

وزن تک خوشه و در نتیجه آن، عملکرد کل تاک به طور معنی-داری افزایش یافت. بنابراین، کاربرد اسید جیبرلیک برای بهبود عملکرد و بازارپسندی این رقم بسیار مؤثر بوده و در سطح تجاری قابل توصیه می‌باشد. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد کاربرد اسید جیبرلیک با کاهش محتوای مواد جامد محلول و افزایش درصد اسید کل، رسیدن میوه را به تأخیر انداخت. در اغلب موارد، تفاوت شاهد با دیگر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار است، اما بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. بنابراین، کاربرد دو مرحله‌ای با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله قبل از گل‌دهی و کم‌ترین غلظت اسید جیبرلیک، یعنی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (به منظور کاستن از هزینه‌های تولید) در زمان پس از تشکیل میوه قابل توصیه به انگورکاران می‌باشد. شایان ذکر است با توجه به غلظت مصرفی بسیار پایین و با در نظر گرفتن سود حاصل از آن، به نظر می‌رسد هزینه مصرف جیبرلین چندان زیاد نبوده و کاربرد این ماده توسط باغداران منطقه به منظور بهبود کمیت و کیفیت محصول انگور از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد.

محلول، کاهش درصد اسید و در نتیجه، افزایش نسبت قند به اسید میوه نیز در اثر محلول پاشی با جیبرلین در برخی از ارقام بی‌دانه مثل یاقوتی (قاسم‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴) و فلیم سیدلس^۱ (دیموسکا و همکاران، ۲۰۱۴) گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در آزمایشی، تیمارهای جیبرلین و سایتوکینین در مرحله تغییر رنگ حبه، هر دو باعث تولید حبه‌های درشت، ممانعت از تجمع قند، کاهش سرعت تجزیه کلروفیل در پوست حبه و رنگ‌گیری ضعیف حبه‌ها شد که به نظر می‌رسد ناشی از تأثیر جیبرلین و سایتوکینین بر مسیرهای بیوسنتزی هورمون‌های دیگر نظیر اکسین و اتیلن باشد (سوهیرو^۲ و همکاران، ۲۰۱۹).

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش، اسید جیبرلیک خارجی باعث بهبود کمیت و کیفیت میوه انگور سلطانی شد. در اثر مصرف غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک، اندازه حبه، وزن حبه، طول خوشه و

منابع

- افشاری، ح.، ساجدی، ص. و حکم‌آبادی، ح. ۱۳۹۳. اثر اسید جیبرلیک و حلقه‌برداری بر خصوصیات میوه انگور رقم عسکری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸ (۲): ۲۶۹-۲۷۶.
- بقال‌زاده کوچه‌باغی، ا.، زارع نهندی، ف. و نقشی‌بند حسنی، ر. ۱۳۹۴. تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد CPPU و GA3 بر کیفیت و کمیت میوه انگور سلطانی (بی‌دانه سفید). علوم باغبانی ایران، ۴۶ (۲): ۲۵۹-۲۶۸.
- حیدری، م.، ابوطالبی، ع.، کرمی، م. و محمدی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تیمارهای جیبرلیک اسید و تنک حبه بر خصوصیات میوه انگور یاقوتی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص: ۱۹۶۱-۱۹۵۸.
- دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۵. انگور (مدیریت جامع کشت، پرورش، تولید و فرآوری). انتشارات دانشگاه کردستان، ۷۲۰ صفحه.
- دولتی‌بانه، ح.، جعفری، ح.، جلیلی‌مردی، ر. و عبدالمی، ر. ۱۳۹۶. اثرات مصرف اسید جیبرلیک بر بی‌دانه کردن و برخی صفات کمی و کیفی میوه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی. نشریه علوم باغبانی، ۳۱ (۱): ۱۱۰-۱۲۱.
- دولتی‌بانه، ح. و جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۹۳. اصلاح درختان میوه: ژنتیک و اصلاح انگور. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۵۵ صفحه.
- قاسم‌بیگی، ا.، عرفانی‌مقدم، ج. و خادمی، ا. ۱۳۹۴. تأثیر محلول پاشی اسید جیبرلیک و حلقه‌برداری در بهبود صفات کمی و کیفی انگور بی‌دانه یاقوتی. به‌زراعی کشاورزی، ۱۷ (۲): ۴۵۷-۴۶۹.
- کرمی، م. و عشقی، س. ۱۳۹۰. اثرات تیمار جیبرلیک اسید بر خصوصیات میوه انگور یاقوتی در شرایط دیم. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص: ۱۸۸۱-۱۸۸۳.
- کیامرثی، م. و عشقی، س. ۱۳۹۰. بررسی زمان کاربرد سولفات مس، استرپتومایسین و جیبرلیک اسید بر درصد بی‌بذری و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور (*Vitis vinifera* L.) رقم سیاه شیراز. نشریه علوم باغبانی، ۲۵ (۳): ۳۴۴-۳۵۰.
- Abu-Zahra, T. R. and Salameh, N. M. 2012. Influence of gibberellic acid and cane girdling on berry size of Black Magic grape cultivar. Middle East Journal of Scientific Research, 11: 718-722.
- Badr, S. A., Tufenkjian, J. and Ramming, D. W. 2005. Effects of pruning, girdling, and gibberellic acid application at bloom and berry set on yield and fruit quality of sweet scarlet table grape cultivar. World Journal Sciences, 3 (1): 91-96.

- Baydar, N. G. and Harmanakaya, N. 2005. Changes in endogenous hormone levels during the ripening of grape cultivars having different berry set mechanisms. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 205-210.
- Casanova, L., Casanova, R., Moret, A. and Agusti, M. 2009. The application of gibberellic acid increases berry size of 'Emperatriz' Seedless grape. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7: 919-927.
- Cheng, C., Jiao, C., Singer, S. D., Gao, M., Xu, X., Zhou, Y., Li, Z., Fei, Z., Wang, Y. and Wang, X. 2015. Gibberellin-induced changes in the transcriptome of grapevine (*Vitis labrusca* × *V. vinifera*) cv. Kyoho flowers. *BioMed Central Genomics*, 16 (1): 1-16.
- Dasilva, P. S., Barreto, C. F., Kirinus, M. B. M., Schiavon, A. V., Malgarim, M. B. and Mello-Farias, P. 2018. Effects of gibberellic acid (GA3) on reduction of rot disease and physico-chemical quality of 'Pinot Noir' grape. *Australian Journal of Crop Science*, 12 (8): 1363-1369.
- Dimovska, V., Petropulos, V. I., Salamovska, A. and Ilieva, F. 2014. Flame Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) and different concentration of gibberellic acid (GA3). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20 (1): 137-142.
- Dokoozlian, N. K. 2001. Gibberellic acid applied at bloom reduces fruit set and improves size of 'Crimson Seedless' table grapes. *HortScience*, 36: 706-709.
- Domingos, S., Nobrega, H., Raposo, A., Cardoso, V., Soares, I., Ramalho, J. C., Leitao, A. E., Oliveira, C. M. and Goulao, L. F. 2016. Light management and gibberellic acid spraying as thinning methods in seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.): Cultivar responses and effects on the fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 201: 68-77.
- Formolo, R., Rufato, L., Kretschmar, A. A., Schlemper, C., Mendes, M., Marcon, Filho, J. L. and Lima, A. P. 2010. Gibberellic acid and cluster thinning on seedless grape 'BRS Clara' in Caxias do Sul, Rio Grande do Sul state, Brazil. *Acta Horticulturae*, 884: 467-472.
- Gowda, V. N., Shyamamma, S. and Kannolli, R. B. 2006. Influence of GA3 on growth and development of 'Thompson Seedless' grapes (*Vitis vinifera* L.). *Acta Horticulturae*, 727: 239-242.
- Harvell, D. C., and Williams, L. E. 2002. Effect of trunk girdling and GA3 application on leaf net CO₂ assimilation rate of two seedless grape. *Plant physiology supplement*, 77 (4): 61.
- Kaplan, M. 2011. The effect of the method of application of growth regulators on fruit quality of 'Einset Seedless' grape (*Vitis* sp. L.). *Acta Agrobotanica*, 64:189-196.
- Kaplan, M., Najda, A., Klimek, K. and Borowy, A. 2019. Effect of gibberellic acid (GA3) inflorescence application on content of bioactive compounds and antioxidant potential of grape (*Vitis* L.) 'Einset Seedless' berries. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 40 (1): 1-10.
- Looney, N. E. 1981. Some growth regulator and cluster thinning effects on berry set and size, berry quality and annual productivity of de Chaunac grapes. *Vitis*, 20: 22-35.
- Omar, A. H. and Girgis, V. H. 2005. Some treatments affecting fruit quality of Crimson Seedless grapevines. *Journal of Agricultural Science*, 30: 4665-4676.
- Patil, D. R. 2005. Studies on production technology in Thompson Seedless grapes (*Vitis vinifera* L.). PhD Thesis of Horticulture. University of Agricultural Sciences, Dharwad, 229 pages.
- Perez, F. J. and Gomez, M. 2000. Possible role of invertase in the gibberellic acid berry-sizing effect in 'Sultana' grape. *Plant Growth Regulation*, 69: 111-116.
- Suehiro, Y., Mochida, K., Tsuma, M., Yasuda, Y., Itamura, H. and Esumi, T. 2019. Effects of gibberellic acid/cytokinin treatments on berry development and maturation in the yellow-green skinned 'Shine Muscat' grape. *The Horticulture Journal*, 88 (2): 202-213.
- Zhenming, N., Xuefeng, X., Yi, W., Tianzhong, L., Jin, K. and Zhenhai, H. 2008. Effects of leaf applied potassium, gibberellin and source-sink ratio on potassium absorption and distribution in grape fruits. *Scientia Horticulturae*, 115: 164-167.

Effects of Gibberellic Acid on Quantitative and Qualitative Traits of ‘Sultana’ Seedless Grape Fruit

Zokaei Khosroshahi^{1*}, M. R.

Abstract

In order to evaluate the effect of gibberellic acid on yield and fruit quality of grapes, an experiment was conducted in a completely randomized design on five-year-old vines of ‘Sultana’ seedless cultivar. First at the stage of cluster emergence, all of the vines were sprayed with 10 mg/l of gibberellic acid except control and then, at the second stage, different gibberellic acid treatments including 0, 10, 20, 30, 40 and 50 mg/l concentrations were applied when the berries were at 1-2 mm diameter. Exogenous gibberellic acid application significantly increased the weight, volume, length and diameter of the berries compared to the control. Cluster axis length and cluster weight as well as total vine yield were also significantly improved by gibberellic acid treatments. The reduction of length to diameter ratio of berries due to gibberellic acid resulted in the production of rounder berries than the control. Traits such as pH and volumetric mass (weight to volume ratio) of berries were not affected by gibberellic acid. As the yield increased, the process of fruit ripening was delayed by the gibberellic acid. Due to gibberellic acid treatment, the soluble solids content (SSC) of fruit decreased and the total acid content of fruit extract increased.

Keywords: Grapevine, Gibberellic acid, Sultana, Yield, Quality

1. Assistant Professor, Department of Landscape Engineering, College of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

*: Corresponding Author

Email: mreza.zokaei@malayeru.ac.ir