

تأثیر اسید جیبرلیک برونزاد بر اجزای عملکرد انگور رقم عسکری

محمدرضا زکایی خسروشاهی^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۹)

چکیده

مهم‌ترین کاربرد تجاری جیبرلین در باغبانی بهبود عملکرد و بازارپسندی میوه انگورهای تازه‌خوری است. این پژوهش با هدف بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر اجزای عملکرد تاک‌های پنج ساله رقم بی‌دانه رقم عسکری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تمامی خوشه‌ها و برگ‌های تاک‌های مورد آزمایش دو مرتبه با اسید جیبرلیک محلول‌پاشی شدند: ابتدا غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک برای تمامی تاک‌ها به‌جز شاهد، در مرحله ظهور خوشه (۲-۳ سانتی‌متری شدن طول خوشه‌ها) به‌کار رفت و سپس، در زمان ۱-۲ میلی‌متری شدن قطر حبه، غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک استفاده شد. کاربرد اسید جیبرلیک خارجی به افزایش معنی‌دار میانگین وزن، حجم، طول و قطر حبه‌ها در مقایسه با شاهد منجر شد. همچنین، میانگین وزن خوشه و عملکرد کل تاک تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. پی‌اچ عصاره میوه تحت تأثیر تیمار اسید جیبرلیک افزایش یافت. اسید جیبرلیک برونزاد میزان مواد جامد محلول میوه را کاهش داد، اما مقدار اسیدیته کل میوه تحت تأثیر تیمارهای اسید جیبرلیک افزایش یافت. کاربرد اسید جیبرلیک اثر معنی‌داری بر شاخص شکل (نسبت طول به قطر) حبه، جرم حجمی (نسبت وزن به حجم) حبه و طول محور خوشه نداشت. با توجه به نتایج این آزمایش، محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک به‌منظور افزایش عملکرد رقم عسکری قابل توصیه به باغداران است.

واژه‌های کلیدی: انگور، اسید جیبرلیک، رقم عسکری، عملکرد، محلول‌پاشی

۱. استادیار گروه باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mreza.zokaee@razi.ac.ir

مقدمه

جیبرلین‌ها گروه بزرگی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی هستند که توسط گیاهان عالی و برخی قارچ‌ها تولید شده و جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. فرایندهایی مثل رشد طولی اندام‌ها (از طریق تقسیم سلولی و افزایش حجم سلول)، گل‌انگیزی و گلدهی، پیری، جوانه‌زنی بذر، بروز جنسیت، تشکیل میوه، نمو بذر و بی‌دانگی میوه (پارتنوکاری) توسط جیبرلین‌ها تنظیم می‌شوند (۸ و ۳۹). تاکنون ۱۳۶ نوع جیبرلین در طبیعت شناسایی شده است، اما تعداد بسیار کمی از آنها شامل GA1، GA3، GA4 و GA7 از نظر بیولوژیکی فعال هستند (۲۳).

یکی از کاربردهای تجاری جیبرلین‌ها، به‌ویژه اسید جیبرلیک (GA3) در باغبانی بهبود کیفیت و کمیت میوه ارقام بی‌دانه انگور (*Vitis vinifera* L.) است (۲۲). اندازه حبه انگور یکی از اجزای عملکرد و مؤلفه کیفی مهمی است که بازارپسندی و قیمت انگورهای تازه‌خوری و کشمش‌ها را تعیین می‌کند (۳). انگورها یا کشمش‌های درشت‌تر در بازارهای بین‌المللی از قیمت بالاتری برخوردارند (۴۴). اندازه حبه تحت تأثیر عوامل درونی (مثل مواد غذایی و هورمون‌ها) و بیرونی (نظیر دما، نور و دسترسی به آب) قرار می‌گیرد (۲۸). مواد محرک رشد درون‌زاد مثل جیبرلین از بذرهای در حال نمو نشأت می‌گیرند و بنابراین، غلظت این مواد در بافت گیاه رابطه مستقیمی با تعداد بذرهای موجود در حبه‌ها دارد (۷).

به‌منظور دستیابی به عملکرد و کیفیت بالا از طریق تولید اندازه درشت حبه‌ها لازم است تا میزان بار تاک را با کمک عملیات باغبانی مختلف نظیر تنک کردن دستی حبه و خوشه، حلقه‌برداری تنه و محلول‌پاشی جیبرلین تنظیم کرد (۳). در سال‌های اخیر کاربرد جیبرلین برون‌زاد به‌عنوان عملی مؤثر در افزایش کیفیت و کمیت محصول انگور رایج شده است. کاربرد جیبرلین در ارقام دانه‌دار انگور باعث ایجاد بی‌دانگی (۱۰ و ۱۶) و در ارقام بی‌دانه موجب افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (۲۱). طی چند دهه اخیر، استفاده از اسید جیبرلیک در مراحل

اولیه نمو میوه برای افزایش اندازه حبه، بهبود عملکرد و افزایش بازارپسندی میوه انگورهای بی‌دانه کاربرد تجاری وسیعی پیدا کرده است (۳۰). جیبرلین در صورتی که با غلظت مناسب و در زمانی معین روی خوشه‌ها پاشیده شود، اثری مشابه حلقه‌برداری داشته و موجب افزایش ۲-۳ برابری اندازه حبه‌ها خواهد شد (۱ و ۲۲). زمان کاربرد جیبرلین بستگی به رقم و هدف از تیمار این تنظیم کننده رشد دارد. برای مثال، تیمار جیبرلین با هدف افزایش طول و قطر خوشه رقم بی‌دانه کریمسون (Crimson Seedless) در زمان ۸ سانتی‌متری شدن طول گل‌آذین انجام می‌گیرد (۱۴). همین‌طور، تیمار با هدف تنک کردن خوشه در مرحله تمام گل و تیمار به‌منظور افزایش اندازه حبه‌ها بعد از تشکیل میوه (مقارن با قطر ۱۰-۷ میلی‌متری حبه‌ها) انجام می‌گیرد (۱۷ و ۲۵). در انگورهای بی‌دانه، کاربرد جیبرلین در زمان تشکیل میوه موجب افزایش اندازه و وزن حبه‌ها و در نتیجه، بهبود عملکرد می‌شود (۳۳). استفاده از جیبرلین در این زمان با جایگزین شدن به‌جای بذرها، سبب افزایش تعداد سلول‌ها و به‌دنبال آن بزرگ شدن سلول‌های حبه می‌شود (۳۴). معمولاً کاربرد جیبرلین به دو طریق محلول‌پاشی روی برگ‌ها یا غوطه‌ورسازی خوشه‌های جوان در محلول جیبرلین صورت می‌گیرد (۳).

یکی از ارقام بی‌دانه انگور که به‌خاطر مصرف تازه‌خوری و تهیه کشمش با کیفیت طرفداران زیادی در ایران و جهان داشته و در سطح وسیعی کاشته می‌شود، رقم عسکری است. یکی از معایب انگور عسکری داشتن حبه‌های کوچک است که این موضوع به‌دلیل بی‌دانه بودن این رقم است. شاید بتوان با کاربرد مواد تنظیم کننده رشد گیاهی نظیر اسید جیبرلیک در این رقم حبه‌های درشت و بازارپسندی را تولید کرد. اگرچه تحقیقات زیادی در سرتاسر جهان در زمینه تأثیر اسید جیبرلیک برون‌زاد بر انگورهای بی‌دانه صورت گرفته است، اما غلظت و زمان مناسب کاربرد این تنظیم کننده رشد گیاهی برای هر رقم در شرایط اقلیمی مختلف متفاوت بوده و نیازمند استانداردسازی برای هر ناحیه است. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر

غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر اجزای عملکرد رقم عسکری در شرایط اقلیمی شهرستان کرمانشاه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی بهار و تابستان ۱۳۹۸ در باغ انگور پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه (با بافت خاک رسی سیلتی) انجام گرفت که دارای طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی است و در ارتفاع ۱۳۱۹ متری از سطح دریا قرار گرفته است. تاک‌های مورد آزمایش پنج ساله بوده و به‌صورت داریستی به شکل Y تربیت شده بودند. فواصل تاک‌ها روی ردیف ۲ متر و بین ردیف‌ها ۵ متر بود. تاک‌ها به‌صورت یکی در میان برای تیمار انتخاب شدند، به‌طوری که فاصله تیمارها از یکدیگر ۱۰ متر بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار (شامل غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک) و چهار تکرار اجرا شد. هر تاک به‌عنوان یک تکرار لحاظ شد (آزمایش در مجموع شامل ۲۸ تاک بود). اسید جیبرلیک (شرکت مرک، آلمان) به‌صورت ۵ گرمی تهیه شد. تمامی خوشه‌ها و برگ‌های تاک‌های مورد آزمایش دو مرتبه با اسید جیبرلیک محلول‌پاشی شدند: ابتدا غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک برای تمامی تیمارها به‌جز شاهد در مرحله ظهور خوشه (۲-۳ سانتی‌متری شدن طول خوشه‌ها؛ تاریخ ۲۴ اردیبهشت) و با هدف تنک کردن خوشه‌ها به‌کار رفت. سپس، در زمان ۱-۲ میلی‌متری شدن قطر حبه (تاریخ ۱۹ خرداد)، به‌منظور افزایش اندازه حبه‌ها، غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور جذب بهتر اسید جیبرلیک، محلول‌پاشی‌ها در ساعت‌های خنک اولیه صبح انجام گرفت. در هر دو مرحله، روی تاک‌های شاهد فقط آب پاشیده شد. لازم به ذکر است که تفاوت شاهد با تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در محلول‌پاشی مرحله اول است که تیمار شاهد فاقد این محلول‌پاشی بود. آبیاری تاکستان از اواسط خرداد تا اواخر

مهرماه هر ۲۰ روز یک‌بار به‌روش قطره‌ای صورت گرفت. تعداد پنج خوشه از هر تاک در موقعیت تقریباً مشابه برای انجام ارزیابی‌ها انتخاب شد. خوشه‌ها پس از مرحله رسیدگی کامل (بر اساس مواد جامد محلول بیش از ۱۶ درصد) برداشت شده و برخی صفات کمی شامل طول حبه، قطر حبه، نسبت طول به قطر (شاخص شکل حبه)، حجم حبه، جرم حجمی (نسبت جرم به حجم حبه)، وزن حبه، طول نهایی خوشه، وزن تک‌خوشه و عملکرد کل تاک مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، صفات کیفی نظیر مواد جامد محلول (درجه بریکس)، اسیدیته کل و pH آب میوه ارزیابی شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین اثر تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

طول و قطر حبه‌ها با استفاده از کولیس، اندازه یا همان حجم حبه با روش میزان جابه‌جایی آب در یک استوانه مدرج و جرم حجمی حبه با تقسیم جرم به حجم به‌دست 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 اندازه‌گیری pH آب میوه با دستگاه پی‌اچ‌متر رومیزی AZ (مدل ۸۶۵۰۲؛ ساخت تایوان) انجام گرفت. مقدار اسیدیته کل میوه به‌روش تیتراسیون با سود (NaOH) ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل فتالین (phenolphthalein) اندازه‌گیری شد. حجم سود مصرفی یادداشت شد و سپس، اسیدیته کل با استفاده از رابطه زیر محاسبه و مقدار عددی آن برحسب درصد اسید تارتاریک (اسید غالب میوه انگور) بیان شد (۴).

$$TA = Vb * N * E / Vj * 10 \quad (1)$$

TA = اسیدیته کل (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر عصاره میوه)

Vb = حجم سود مصرفی (میلی‌لیتر)

N = نرمالیه سود مصرفی (۰/۱)

E = میلی‌اکی‌والان اسید تارتاریک (۷۵/۰۵)

Vj = حجم نمونه آب میوه.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای جیبرلین بر صفات کمی و کیفی میوه انگور عسکری

میانگین مربعات												منابع تغییرات	درجه آزادی
ضخامت پوست	وزن	تعداد دانه	تعداد دانه در خوشه	وزن دانه	تعداد دانه در خوشه	وزن دانه	تعداد دانه در خوشه	ضخامت پوست	وزن	تعداد دانه	تعداد دانه در خوشه	منابع تغییرات	درجه آزادی
۰/۶۰۴ ^{ns}	۶۴۳/۵ ^{ns}	۵/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۲/۰۸*	۴/۷۵**	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۶۵ ^{ns}	۰/۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۸۳*	۰/۰۸۷**	۳	بلوک
۴/۱۵۱**	۱۰۳۲۸*	۲۴/۴۶ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۴/۶۷**	۳/۸۵*	۰/۰۸۹**	۰/۰۰۸**	۵/۲۷**	۰/۰۸۷ ^{ns}	۰/۱۱۸**	۰/۱۰۳**	۶	تیمار
۱/۰۸	۴۴۱۵	۱۰/۸۰	۰/۰۰۷	۰/۴۴	۰/۵۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۱/۰۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷	۲۱	خطا
۲۴/۱۹	۲۸/۲۲	۱۶/۵۳	۷/۶۳	۶/۱۴	۶/۰۳	۳/۵۱	۷/۶۶	۴/۴۹	۱۶/۱۱	۱۴/۶۱	۱۲/۸۹	-	ضریب تغییرات

*؛ معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، **؛ معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns؛ غیر معنی دار

نتایج و بحث

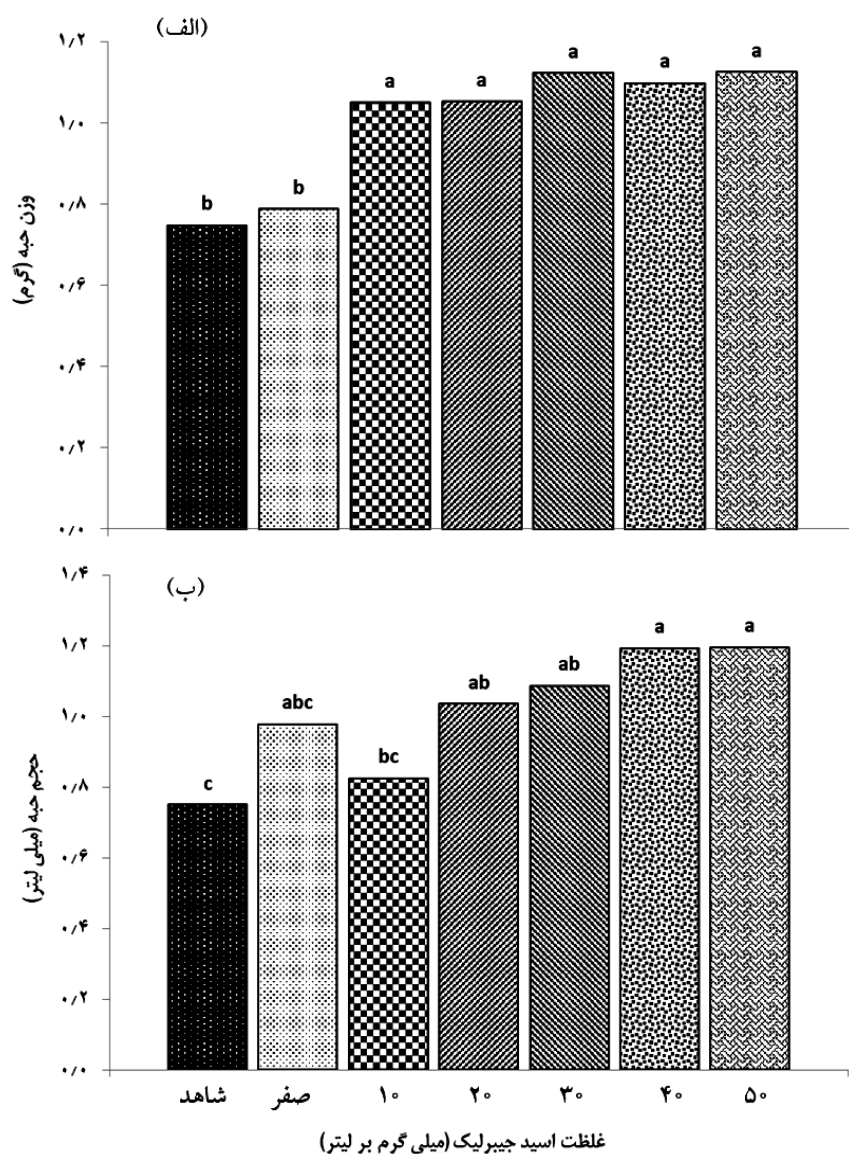
وزن، حجم و جرم حجمی حبه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تیمار اسید جیبرلیک اثری معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر وزن و حجم حبه انگور عسکری داشت، اما اثر آن بر جرم حجمی (نسبت وزن به حجم) حبه از نظر آماری معنی دار نبود. تیمار اسید جیبرلیک به افزایش معنی دار میانگین وزن حبه‌ها نسبت به شاهد منجر شد (شکل ۱-الف). کمترین و بیشترین وزن حبه به ترتیب مربوط به شاهد (۰/۷۵ گرم) و تیمار ۵۰ میلی گرم اسید جیبرلیک (۱/۱۳ گرم) بود. اگرچه بین تیمارهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی داری از نظر وزن حبه مشاهده نشد، اما تفاوت این تیمارها با شاهد معنی دار بود. همچنین، اختلاف بین شاهد و تیمار صفر (محلول پاشی اسید جیبرلیک فقط در مرحله ظهور خوشه) معنی دار نیست که نشان می‌دهد محلول پاشی تک مرحله‌ای با اسید جیبرلیک تأثیر محسوسی در وزن حبه نداشته است.

اسید جیبرلیک برون‌زاد حجم حبه انگور عسکری را به‌طور معنی داری افزایش داد (شکل ۱-ب). کمترین و بیشترین مقدار حجم حبه به ترتیب مربوط به شاهد (۰/۷۵ میلی لیتر) و تیمار ۵۰

میلی گرم اسید جیبرلیک (۱/۲۰ میلی لیتر) بود. هرچند بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی داری از نظر حجم حبه مشاهده نشد، اما اختلاف غلظت‌های بالای اسید جیبرلیک (تیمارهای ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر) با شاهد معنی دار بود.

بر اساس نتایج پژوهش‌های صورت گرفته، کاربرد جیبرلین پیش از مرحله گلدهی روی انگورهای بی‌دانه باعث تنگی خوشه می‌شود (۱۰ و ۳۶) و کاربرد آن پس از گلدهی موجب تحریک رشد حبه می‌شود (۴). افزایش وزن و حجم حبه انگور توسط جیبرلین در ارقام بی‌دانه مختلف گزارش شده است که با نتایج به‌دست آمده از این بررسی مطابقت می‌کند. به‌عنوان مثال، انگور رقم تامسون سیدلس (Thompson Seedless) تیمار شده با جیبرلین (قبل، حین و بعد از گلدهی) در مقایسه با شاهد، حبه‌هایی با اندازه درشت و دو برابر سنگین‌تر تولید کرد (۳۱). محلول پاشی انگور یا قوتی با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین ده روز قبل از مرحله تمام گل موجب باز شدن خوشه و افزایش اندازه حبه‌ها شد (۲۶). کاربرد اسید جیبرلیک روی انگور بی‌دانه کریمسون پس از شکوفایی گل‌ها سبب تنگ حبه‌ها در خوشه می‌شود و کاربرد آن در مرحله تشکیل میوه، محرک رشد



شکل ۱. تأثیر تیمار اسید جیبرلیک بر: (الف) میانگین وزن جبهه و (ب) حجم جبهه انگور عسکری (حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال یک درصد است).

کاربرد جیبرلین برونزاد وزن و قطر جبهه‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (۲۴). کاربرد این تنظیم‌کننده رشد گیاهی در سایر ارقام بی‌دانه نظیر امپراتریز (Emperatriz) (۹)، اینست (Einset) (۴۰) نیز باعث طول‌تر شدن خوشه و درشت‌تر شدن جبهه‌ها شده است. همان‌طور که نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهد، استفاده از جیبرلین برونزاد روند بزرگ شدن میوه‌های انگور را سرعت

جبهه‌ها به‌شمار می‌آید (۱۴). کاربرد جیبرلین در مرحله میوه‌دهی انگور بی‌دانه سلطانی سبب افزایش معنی‌دار وزن جبهه‌ها در مقایسه با شاهد شد (۱). در آزمایشی، تیمار سه رقم بی‌دانه میستری (Mystery)، سوپریور (Superior) و کریمسون با غلظت‌های مختلف جیبرلین در مرحله ۶-۸ میلی‌متری جبهه‌ها باعث افزایش وزن جبهه، قطر جبهه‌ها و قطر محور خوشه در هر سه رقم شد (۳۷). در رقم نیاگارا رزادا (Niagara Rosada)،

نظر مشاهده نشد، اما اختلاف این تیمارها با شاهد از نظر آماری معنی دار بود.

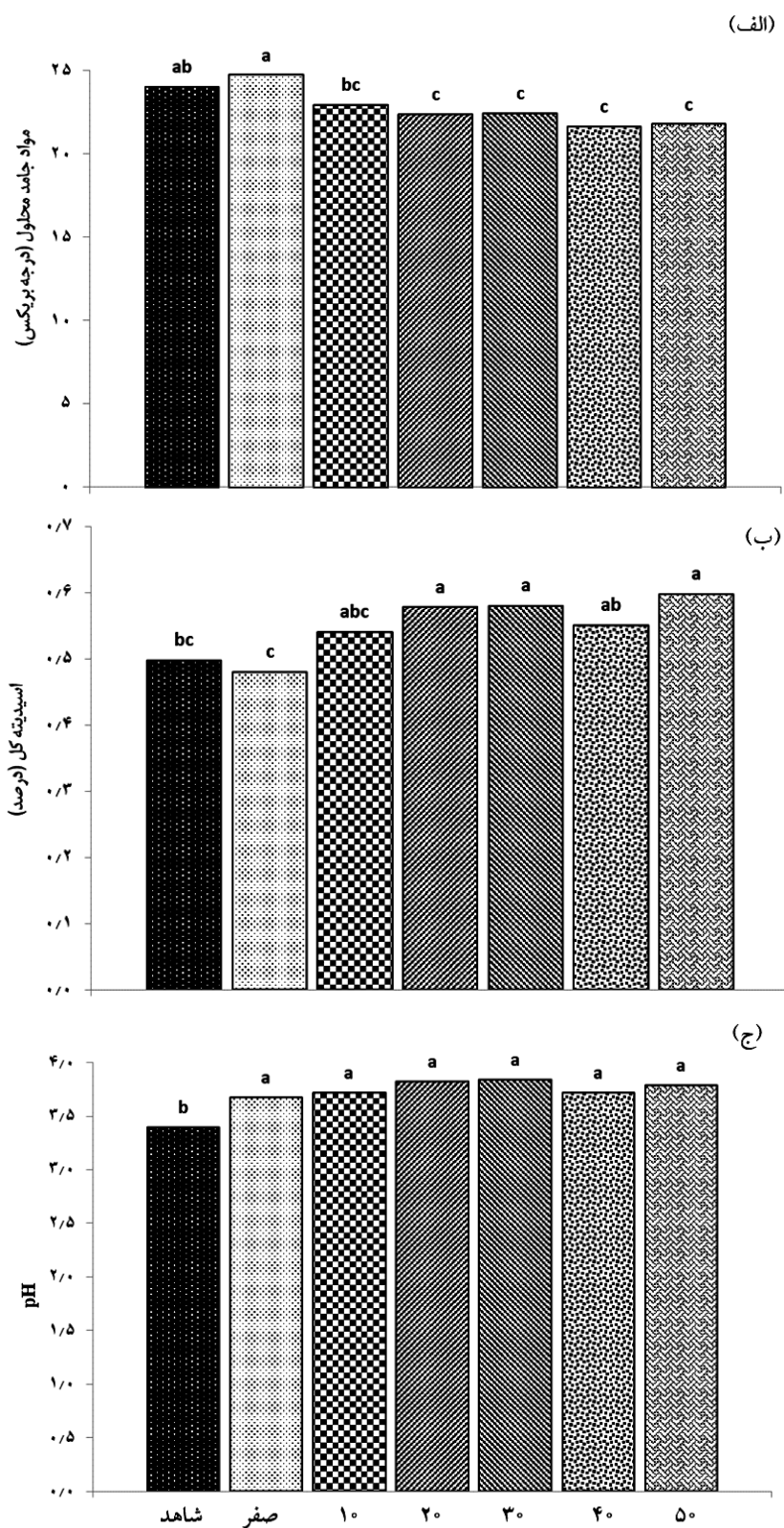
کاربرد جیبرلین برونزاد، به خصوص در غلظت‌های بالا به منظور تنک کردن و افزایش اندازه حبه ارقام بی‌دانه می‌تواند فرایند بلوغ میوه را به تأخیر انداخته، کیفیت میوه را کاهش دهد (۲۰ و ۳۷). نتایج آزمایشات گوناگون حاکی از آن است که جیبرلین فرایندهای مرتبط با رسیدن میوه انگور نظیر تجمع کربوهیدرات‌ها و تجزیه اسیدهای آلی را به تأخیر می‌اندازد. به عنوان مثال، در رقم ساوینگتون بلانک (Sauvignon Blanc)، جیبرلین برونزاد شاخص بلوغ میوه را کاهش داد و متناسب با افزایش غلظت جیبرلین مصرفی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون حبه‌ها نیز افزایش یافت (۱۲). همچنین، محلول‌پاشی جیبرلین در ارقام بی‌دانه عسکری (۴) و سلطانی (۶) به افزایش درصد اسید تارتاریک میوه منجر شد که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. در آزمایش حیدری و همکاران (۲۶)، در اثر تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام روی انگور یاقوتی، رنگ‌گیری و برداشت میوه در مقایسه با شاهد چهار روز به تأخیر افتاد. در انگور بی‌دانه سلطانی، کاربرد جیبرلین برونزاد موجب کاهش مواد جامد محلول میوه شد (۵). در انگور رقم بی‌دانه بی.آر.اس کلارا (BRS Clara) نیز کاربرد ۶۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در مرحله میوه‌دهی باعث کاهش مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد شد (۱۹) که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد.

برخی پژوهشگران کاهش مواد جامد محلول در تیمارهای جیبرلین را به ماهیت این تنظیم کننده رشد گیاهی و نحوه القای رشد توسط آن نسبت می‌دهند. به عقیده بقالزاده و همکاران (۵) اسید جیبرلیک رشد شدیدی را در بافت میوه القا می‌کند و چنین رشدی نیازمند جذب آب فراوان است که در نهایت به رقیق تر شدن شیره سلولی و کاهش درصد مواد جامد در میوه‌ها منجر می‌شود. افزایش مواد جامد محلول، کاهش درصد اسیدیته و در نتیجه، افزایش نسبت قند به اسید میوه نیز در اثر محلول‌پاشی با اسید جیبرلیک در برخی از ارقام بی‌دانه مثل

می‌بخشد (۴۳). افزایش اندازه حبه در اثر مصرف جیبرلین به تأثیر این ماده تنظیم کننده رشد در تحریک تقسیم سلولی (افزایش تعداد) و توسعه (افزایش حجم) سلول‌های فرابر میوه (pericarp) نسبت داده می‌شود (۳۴ و ۳۸). همچنین، رشد و نمو سریع تر حبه‌ها با کاربرد جیبرلین به دلیل تبدیل شدن آنها به یک سینک (محل مصرف) قوی است که به موجب آن انتقال متابولیت‌ها به سمت محل تجمع هورمون‌ها صورت می‌گیرد (۶). برخی پژوهشگران بزرگ تر شدن اندازه میوه تحت تأثیر تیمار جیبرلین را به تأخیر در رسیدن میوه نسبت می‌دهند، به طوری که میوه زمان طولانی تری برای نمو داشته و در نتیجه اندازه بزرگ تری پیدا می‌کند (۲۲).

مواد جامد محلول، اسیدیته کل و پی‌اچ میوه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار اسید جیبرلیک اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان مواد جامد محلول (درجه بریکس)، اسیدیته کل و پی‌اچ عصاره میوه انگور عسکری داشت (جدول ۱). مواد جامد محلول میوه تحت تأثیر اسید جیبرلیک، به ویژه غلظت‌های بالای آن کاهش یافت (شکل ۲-الف). بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به شاهد (۲۴/۰ درصد) و تیمار صفر میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۲۴/۷ درصد) بود، در حالی که دو تیمار ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک کمترین میزان مواد جامد را دارا بودند (به ترتیب، ۲۱/۶ و ۲۱/۸ درصد). از سوی دیگر، محلول‌پاشی اسید جیبرلیک باعث افزایش اسیدیته کل میوه شد و این افزایش به غلظت اسید جیبرلیک مصرفی بستگی داشت (شکل ۲-ب). کمترین مقدار اسیدیته کل میوه مربوط به شاهد (۰/۵۰ درصد) و تیمار صفر میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۰/۴۸ درصد) و بیشترین مقدار آن (۰/۶۰ درصد) مربوط به بالاترین غلظت اسید جیبرلیک مصرفی (تیمار ۵۰ میلی‌گرم) بود. همچنین، تیمار اسید جیبرلیک افزایش معنی دار پی‌اچ عصاره میوه این رقم را به دنبال داشت (شکل ۲-ج). اگرچه بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک اختلاف معنی داری از این



غلظت اسید جیبرلیک (میلی گرم بر لیتر)

شکل ۲. تأثیر تیمار اسید جیبرلیک بر میزان: الف) مواد جامد محلول، ب) اسیدیته کل و ج) پی‌اچ عصاره میوه انگور عسکری (حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی‌دار میانگین‌ها در سطح احتمال یک درصد است).

یاقوتی (۲۱) و فلیم سیدلس (13) (Flame Seedless) گزارش شده است.

همچنین، زوفولی و همکاران (۴۴) گزارش کردند که تیمار جیبرلین همراه با یک سایتوکینین مصنوعی به نام ۲-کلرو-۴-پیریدیل فنیل اوره (CPPU) موجب درشت‌تر شدن حبه‌های انگور سلطانی شد، اما کاربرد بیش از حد این دو تنظیم کننده رشد تجمع مواد جامد محلول در حبه‌ها را به تعویق انداخت. محلول‌پاشی انگور سلطانی با استفاده از اسید جیبرلیک (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم بر لیتر) و CPPU (صفر، ۷/۵ و ۱۵ میلی گرم بر لیتر) در مرحله میوه‌بندی سبب افزایش معنی‌دار قطر، جرم و حجم حبه شد (۶). در آزمایشی دیگر توسط سوهیرو و همکاران (۴۱)، هر دو تیمار اسید جیبرلیک و سایتوکینین (CPPU) در مرحله تغییر رنگ حبه‌های انگور رقم شاین موسکات (Shine Muscat)، به تولید حبه‌های درشت، توقف تجمع قندها در حبه، کاهش سرعت تجزیه کلروفیل در پوست حبه و رنگ‌گیری ضعیف حبه‌ها منجر شد.

احتمالاً جیبرلین و سایتوکینین از طریق تأثیر بر مسیرهای بیوسنتزی هورمون‌های دیگر نظیر اکسین و اتیلن موجب بروز تغییرات مذکور می‌شوند (۴۱).

طول، قطر و شاخص شکل حبه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای اسید جیبرلیک بر طول حبه انگور عسکری در سطح احتمال ۵ درصد و بر قطر حبه آن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما تأثیر آن بر شاخص شکل (نسبت طول به قطر) حبه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

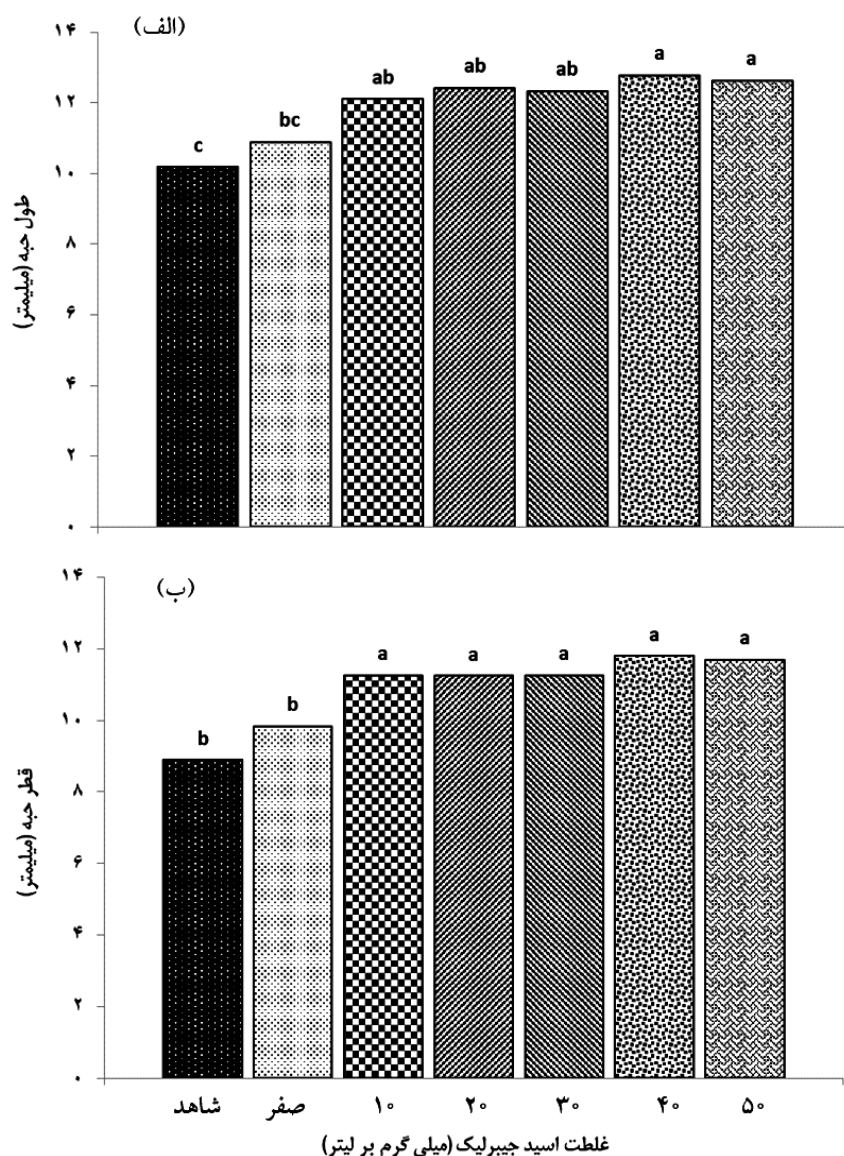
کاربرد اسید جیبرلیک میانگین طول حبه را نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۳-الف)، به‌طوری که کمترین طول حبه مربوط به تیمار شاهد (۱۰/۲ میلی‌متر) و بیشترین آن متعلق به تیمار ۴۰ میلی گرم اسید جیبرلیک (۱۲/۸ میلی‌متر) بود. اگرچه شاهد و تیمار صفر میلی گرم اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشتند، اما بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک

اختلاف آماری معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد.

قطر حبه نیز تحت تأثیر تیمار اسید جیبرلیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۳-ب)، به‌طوری که کمترین و بیشترین قطر حبه به‌ترتیب، متعلق به شاهد (۸/۹ میلی‌متر) و تیمار ۴۰ میلی گرم اسید جیبرلیک (۱۱/۸ میلی‌متر) بود. اگرچه بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری از لحاظ قطر حبه مشاهده نشد، اما اختلاف این تیمارها، به‌جز تیمار صفر میلی گرم اسید جیبرلیک با شاهد از نظر آماری معنی‌دار بود.

افزایش اندازه میوه انگور در نتیجه کاربرد جیبرلین برون‌زاد در ارقام مختلف گزارش شده است. این پدیده به‌ویژه در ارقام بی‌دانه با حبه‌های ریز که از نظر تجاری فاقد استاندارد لازم هستند، اهمیت زیادی داشته و می‌تواند به افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه کمک زیادی کند (۳). کاربرد جیبرلین برون‌زاد در ارقام بی‌دانه یاقوتی (۲۱) و رد گلوب (Red Globe) (۳۳) به افزایش معنی‌دار طول، قطر و وزن حبه در مقایسه با شاهد منجر شد. افزایش طول حبه در نتیجه کاربرد جیبرلین در سایر ارقام بی‌دانه نظیر امپراتریز (۹)، اینست (۲۸)، بلک مجیک (Black Magic) (۳)، سوپریور (۲) و سلطانی (۵) نیز گزارش شده است.

مصرف جیبرلین خارجی در مرحله گلدهی با تحریک رشد رویشی گیاه و تجمع برخی عناصر غذایی نظیر پتاسیم باعث افزایش ابعاد حبه‌ها می‌شود (۴۳). به عقیده کاسانوا و همکاران (۹) بزرگ‌تر شدن اندازه حبه‌های انگورهای بی‌دانه در اثر کاربرد جیبرلین در این مرحله ناشی از تحریک تقسیم سلولی و بزرگ‌تر شدن سلول‌ها، همراه با افزایش فعالیت آنزیم اینورتاز و به‌تبع آن انباشته شدن آب و کربوهیدرات‌ها در سلول‌های حبه است. از سوی دیگر، جیبرلین برون‌زاد در مراحل پس از گلدهی از طریق افزایش تقسیم سلولی یا افزایش اندازه سلول‌ها یا هر دو، ابعاد حبه را افزایش می‌دهد (۱۸ و ۳۵). در سال‌های اخیر، تجزیه پروتئوم (proteome analysis) سلول‌های حبه انگور کمک زیادی به کشف ارتباط تغییرات پروتئینی ناشی از



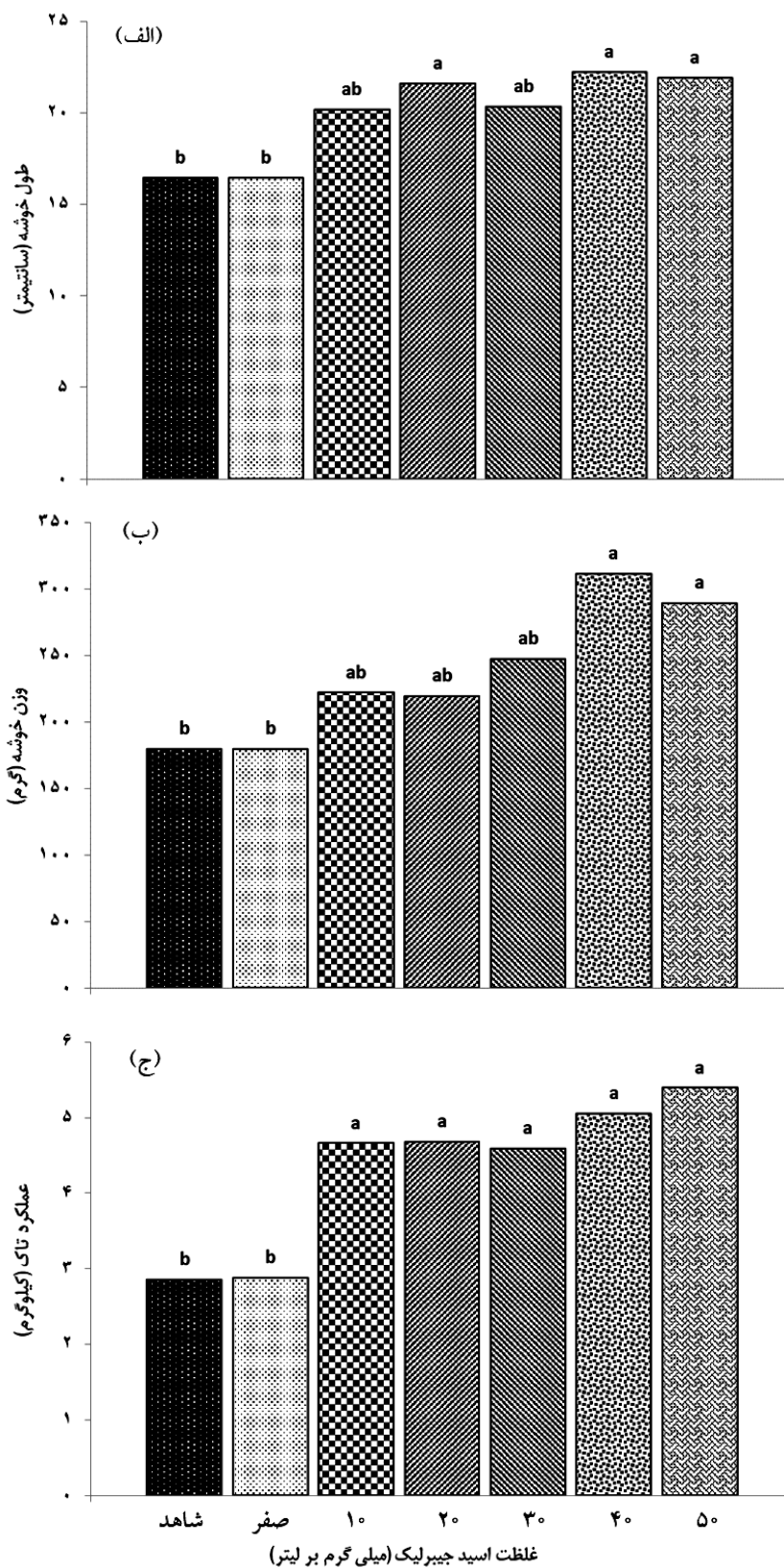
شکل ۳. تأثیر تیمار اسید جیبرلیک بر میانگین: الف) طول حبه و ب) قطر حبه انگور عسکری

(حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی دار میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد برای طول حبه و یک درصد برای قطر حبه است).

طول محور خوشه

کاربرد اسید جیبرلیک باعث افزایش میانگین طول خوشه انگور عسکری نسبت به شاهد شد (شکل ۴- الف)، به طوری که کوتاه‌ترین و بلندترین خوشه‌ها متعلق به تاک‌های شاهد (۱۶/۴ سانتی‌متر) و تاک‌های تیمار شده با غلظت ۴۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۲۲/۳ سانتی‌متر) بود. با این حال، اثر اسید جیبرلیک بر طول خوشه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جیبرلین برونزاد با فرایندهای تقسیم سلولی و رشد طولی سلول‌ها کرده است (۳۲ و ۴۲). ماسکه‌قوله و همکاران (۳۲) چند ساعت پس از تیمار حبه‌های ۳-۴ میلی‌متری رقم سلطانی با غلظت‌های مختلف جیبرلین، تغییرات تعداد ۱۲۹ پروتئین را رصد کردند و نتیجه گرفتند که عمده این پروتئین‌ها در ارتباط با مسیرهای متابولیسم کربوهیدرات، متابولیسم اسیدهای آمینه، فتوسنتز و چرخه اسید سیتریک هستند.



شکل ۴. تأثیر تیمار اسید جیبرلیک بر میانگین: (الف) طول خوشه، (ب) وزن تک خوشه و (ج) عملکرد کل تاک انگور عسکری (حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت آماری معنی دار میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد برای طول و وزن خوشه و یک درصد برای عملکرد تاک است).

وزن خوشه و عملکرد کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای اسید جیبرلیک بر میانگین وزن تک‌خوشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد اسید جیبرلیک به افزایش معنی‌دار میانگین وزن خوشه انگور عسکری منجر شد (شکل ۴-ب). کمترین و بیشترین وزن تک‌خوشه به‌ترتیب مربوط به شاهد (۱۷۹/۴ گرم) و تیمار ۴۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۳۱۱/۲ گرم) بود. هر چند بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک مصرفی اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تک‌خوشه وجود نداشت، اما اختلاف شاهد با دو غلظت بالای اسید جیبرلیک (۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم) از نظر آماری معنی‌دار بود.

تیمار اسید جیبرلیک در سطح احتمال یک درصد اثری معنی‌دار بر عملکرد کل تاک داشت (جدول ۱). عملکرد تاک تحت تأثیر محلول‌پاشی و متناسب با افزایش غلظت اسید جیبرلیک مصرفی افزایش یافت (شکل ۴-ج)، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میانگین عملکرد کل به‌ترتیب مربوط به شاهد (۲/۸۶ کیلوگرم به‌ازای هر تاک) و تیمار ۵۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۵/۴۰ کیلوگرم به‌ازای هر تاک) بود. به بیانی دیگر، کاربرد بالاترین غلظت اسید جیبرلیک افزایش ۸۹ درصدی عملکرد تاک نسبت به شاهد را در پی داشته است. بین غلظت‌های ۱۰ تا ۵۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد کل تاک وجود نداشت، اما تفاوت این تیمارها با شاهد معنی‌دار بود. همچنین، اختلاف غلظت صفر میلی‌گرم اسید جیبرلیک با تیمارهای مذکور از نظر آماری معنی‌دار بود.

مهم‌ترین کاربرد تجاری جیبرلین در باغبانی به‌منظور افزایش کیفیت و عملکرد انگورهای تازه‌خوری و کشمشی است که محلول‌پاشی جیبرلین برای این منظور بسته به نوع رقم انگور ممکن است قبل از گلدهی، در مرحله تمام‌گل و یا پس از تشکیل میوه انجام گیرد (۲۷). 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

یکی از اثرات فیزیولوژیک جیبرلین‌ها در گیاهان تحریک رشد طولی اندام‌های مختلف نظیر ساقه و برگ از طریق تحریک تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها است (۳۹). کاربرد جیبرلین برونزاد در مراحل مختلف نمو گل و میوه انگور با تحریک رشد طولی سلول‌ها، موجب افزایش طول محور خوشه می‌شود (۱۱). بدیهی است این عمل نه تنها کاهش پوسیدگی‌های قارچی را به‌دنبال دارد، بلکه نیاز به انجام عملیات تنک را مرتفع می‌سازد (۱۲). در آزمایشی روی سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (قرن اوزوم، ریش بابا قرمز و خلیلی قرمز)، کاربرد جیبرلین یک و دو هفته قبل از گلدهی موجب افزایش طول محور خوشه و طول دم حبه شد (۱۶). در آزمایشی دیگر، محلول‌پاشی انگور یاقوتی با جیبرلین ۱۰ روز قبل از مرحله تمام گل، به باز شدن خوشه، کاهش فشردگی و افزایش اندازه حبه‌ها و در نتیجه، تولید خوشه‌هایی با کیفیت و بازارپسند منجر شد (۲۶). کاربرد غلظت‌های مختلف جیبرلین روی گل‌آذین‌های تکامل یافته انگور رقم پاینوت نویر (Pinot Noir) افزایش طول محور، قطر و وزن خوشه را به‌دنبال داشت (۱۱).

دسته دیگری از گزارش‌های نیز حاکی از تأثیر مثبت کاربرد جیبرلین در مراحل پس از گلدهی بر طول محور خوشه انگور هستند. در آزمایشی روی انگور بی‌دانه اینست یک، دو یا سه مرتبه محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف جیبرلین به‌ترتیب ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از مرحله تمام‌گل به افزایش معنی‌دار طول محور خوشه و قطر خوشه منجر شد (۲۹). تیمار غلظت‌های مختلف جیبرلین روی خوشه‌های رقم ساویگنون بلانک با افزایش طول محور خوشه، موجب کاهش عارضه پوسیدگی خوشه شد (۱۲). در آزمایشی دیگر، کاربرد غلظت‌های مختلف جیبرلین دو هفته بعد از گلدهی روی رقم بی‌دانه عسکری به افزایش طول خوشه‌ها منجر شد (۴). بر اساس نتایج تحقیقات گذشته، افزایش طول خوشه ناشی از رشد و انبساط سلولی است که جیبرلین پدید می‌آورد (۱۶). با طولی شدن سلول‌ها، محور خوشه نیز تحت تأثیر قرار گرفته و طول خوشه افزایش می‌یابد (۴).

نتیجه گیری

در حال حاضر، مهم ترین کاربرد جیبرلین در باغبانی برای افزایش کیفیت و کمیت میوه انگورهای تازه خوری و کشمش است و در چند دهه اخیر، در سرتاسر دنیا از این ماده تنظیم کننده رشد گیاهی به منظور افزایش عملکرد و بازارپسندی انگورهای بی دانه در سطح تجاری استفاده شده است. در این آزمایش نیز کاربرد اسید جیبرلیک برون زاد باعث بهبود عملکرد انگور عسکری شد. تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک اجزای عملکرد شامل اندازه حبه، وزن حبه، وزن خوشه و در نتیجه عملکرد کل تاک را به طور معنی داری بهبود بخشید. بنابراین، کاربرد اسید جیبرلیک برای افزایش عملکرد این رقم بسیار مؤثر بوده و در سطح تجاری قابل توصیه به انگورکاران است. از سوی دیگر، به نظر می رسد کاربرد اسید جیبرلیک با کاهش محتوای مواد جامد محلول و افزایش درصد اسیدیته کل، رسیدن میوه را به تأخیر انداخت. در اغلب صفات مورد بررسی در این آزمایش، تفاوت شاهد با دیگر تیمارها از نظر آماری معنی دار بود، اما بین غلظت های مختلف اسید جیبرلیک اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد. بنابراین، به منظور کاستن از هزینه های تولید، کمترین غلظت اسید جیبرلیک، یعنی ۱۰ میلی گرم در لیتر قابل توصیه است.

محصول می شود. در ارقام بی دانه افزایش عملکرد زمانی حاصل می شود که محلول پاشی بعد از عمل لقاح و تشکیل میوه صورت بگیرد. در این صورت، جیبرلین باعث درشت شدن حبه ها و افزایش وزن خوشه و عملکرد می شود (۴). سه مرتبه کاربرد غلظت ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک روی رقم فلیم سیدلس موجب افزایش ۶۶ درصدی میانگین وزن خوشه آن شد (۱۳). در انگور بی دانه یاقوتی، محلول پاشی جیبرلین در سه مرحله شامل ظهور خوشه، گلدهی و بعد از تشکیل میوه باعث افزایش معنی دار وزن خوشه شد و این افزایش رابطه مستقیم با غلظت جیبرلین مصرفی داشت (۲۱). در رقم بی دانه پرلت نیز تیمار خوشه ها با غلظت های ۱۵، ۲۰ و ۲۵ پی پی ام جیبرلین در دو مرحله تمام گل و پس از تشکیل میوه به تولید حبه های درشت تر و سنگین تر، افزایش میانگین وزن خوشه و بهبود معنی دار عملکرد کل تاک منجر شد (۴۰). در آزمایش دیگری که تأثیر غلظت های مختلف (محلول پاشی ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) و تعداد دفعات کاربرد جیبرلین (۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از تمام گل) بر اجزای عملکرد رقم بی دانه اینست مورد ارزیابی قرار گرفت، تیمار جیبرلین مقادیر وزن حبه، وزن خوشه و عملکرد تاک را افزایش داد (۲۹). همچنین، تاک هایی که سه مرتبه محلول پاشی شده بودند، نسبت به تاک هایی که یک یا دو مرتبه محلول پاشی شدند، عملکرد بالاتری داشتند. همین نتایج در مورد وزن حبه و خوشه نیز صادق بود.

منابع مورد استفاده

1. Abu-Zahra, T. R. 2010. Berry size of Thompson Seedless as influenced by the application of gibberellic acid and cane girdling. *Pakistan Journal of Botany* 42(3): 1755-1760.
2. Abu-Zahra, T. R. 2013. Effect of plant hormones application methods on fruit quality of "Superior Seedless" grape. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 10(2): 527-531.
3. Abu-Zahra, T. R. and N. M. Salameh. 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.
4. Afshari, H., S. Sajedi and H. Hokmabadi. 2014. Effects of gibberellic acid and girdling on fruit characters of Askari grape cultivar. *Journal of Horticultural Science* 28(2): 269-276. (In Farsi)
5. Baghalzadeh Kuchebaghi, A., F. Zarea Nahandi and R. Naghshbandi Hasani. 2015. Effects of growth regulators CPPU and GA₃ of quality and quantity of Sultana (Thompson Seedless) grape fruits. *Iranian Horticultural Sciences* 46(2): 259-268. (In Farsi)
6. Baghalzadeh Kuchebaghi, A., F. Zarea Nahandi and R. Purdarbani. 2015. Improving the quality of raisins by using growth regulators. *Journal of Crop Production and Processing* 18: 315-324. (In Farsi)
7. Baydar, N. G. and N. Harmankaya. 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.
8. Binenbaum, J., R. Weinstain and E. Shani. 2018. Review: gibberellin localization and transport in plants. *Trends in Plant Science* 23(5): 410-421.
9. Casanova, L., R. Casanova, A. Moret and M. Agusti. 2009. The application of gibberellic acid increases berry size of 'Emperatriz' seedless grape. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7: 919-927.
10. Cheng, C., C. Jiao, S. D. Singer, M. Gao, X. Xu, Y. Zhou, Z. Li, Z. Fei, Y. Wang and X. Wang. 2015. Gibberellin-induced changes in the transcriptome of grapevine (*Vitis labrusca* × *V. vinifera*) cv. Kyoho flowers. *BMC Genomics* 16(1): 1-16.
11. Da Silva, P. S., C. F. Barreto, M. B. M. Kirinus, A. V. Schiavon, M. B. Malgarim and P. Mello-Farias. 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.
12. Da Silva, P. S., M. B. M. Kirinus, C. F. Barreto, C. S. P. Lamela, M. B. Malgarim and P. Mello-Farias. 2019. Gibberellic acid reduces clusters rot of 'Sauvignon Blanc' grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41(4): 1-9.
13. Dimovska, V., V. I. Petropulos, A. Salamovska and F. Ilieva. 2014. Flame Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) and different concentration of gibberellic acid (GA₃). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20(1): 137-142.
14. Dokoozlian, N. K. 2001. Gibberellic acid applied at bloom reduces fruit set and improves size of 'Crimson Seedless' table grapes. *HortScience* 36: 706-709.
15. Doulati Baneh, H. 2016. Grapevine (Comprehensive Management of Cultivation, Breeding, Production and Processing). Kurdistan University Press, Sanandaj, Iran. (In Farsi).
16. Doulati Baneh, H., H. Jaafari, R. Jalili Marandi and R. Abdolahi. 2017. Effects of application of gibberellic acid on seedlessness and some quantitative and qualitative traits of three Iranian seeded grapevine cultivars. *Journal of Horticultural Sciences* 31(1): 110-121. (In Farsi).
17. Domingos, S., H. Nobrega, A. Raposo, V. Cardoso, I. Soares, J. C. Ramalho, A. E. Leitao, C. M. Oliveira and L. F. Goulao. 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.
18. Ferrara, G., A. Mazzeo, G. Netti, C. Pacucci, A. M. S. Matarrese, I. Cafagna, P. Mastroianni, M. Vezzoso and V. Gallo. 2014. Girdling, gibberellic acid and forchlorfenuron: effects on yield, quality, and metabolic profile of table grape cv Italia. *American Journal of Enology and Viticulture* 65(3): 381-387.
19. Formolo, R., L. Rufato, A. A. Kretschmar, C. Schlemper, M. Mendes, J. L. Marcon Filho and A. P. Lima. 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.
20. Fortes, A. M., R. T. Teixeira and P. Agudelo-Romero. 2015. Complex interplay of hormonal signals during grape berry ripening. *Molecules* 20: 9326-9343.
21. Ghasembeygi, O., J. Erfani Moghadam and O. Khademi. 2015. The effect of gibberellic acid foliar application and girdling on improving the quantitative and qualitative traits of seedless grape Yaghooti. *Crop Improvement* 17(2): 457-469. (In Farsi)
22. Ghosh, S. and S. Halder. 2018. Effect of different kinds of gibberellin on temperate fruit crops: a review. *The Pharma Innovation Journal* 7(3): 315-319.
23. Giacomelli, L., O. Rota-Stabelli, D. Masuero, A. K. Acheampong, M. Moretto, L. Caputi, U. Vrhovsek and C. Moser. 2013. Gibberellin metabolism in *Vitis vinifera* L. during bloom and fruit-set: functional characterization and evolution of grapevine gibberellin oxidases. *Journal of Experimental Botany* 64(14): 4403-19.
24. Guerios, I. T., F. Chiarotti, F. L. Cuquel and L. A. Biasi. 2016. Growth regulators improve bunch and berry characteristics in 'Niagara Rosada' grape. *Acta Horticulturae* 1115: 243-248.
25. Hed, B., H. K. Ngugi and J. W. Travis. 2011. Use of gibberellic acid for management of bunch rot on Chardonnay and Vignoles grape. *Plant Disease* 95(3): 269-278.
26. Heydari, M., A. Abutalebi, M. J. Karami and A. Mohammadi. 2012. Effects of gibberellic acid and berry thinning on fruit characteristics of Yaghooti grape cultivar. In: Proceeding of 7th Congress of Iranian Horticultural Science. Isfahan, Iran. pp. 1958-1961. (In Farsi)
27. Isci, B. 2019. Yield and quality of Sultani grapes (*Vitis vinifera* L.) treated with 28-homobrassinolide and gibberellic acid. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(5): 12441-12450.
28. 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.
29. Kaplan, M., A. Najda, P. Baryła and K. Klimek. 2017. Effect of gibberellic acid concentration and number of treatments on yield components of "Einset Seedless" grapevine cultivar. *Horticultural Science* 44(4): 195-200.
30. Kaplan, M., A. Najda, K. Klimek and A. Borowy. 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.

31. Koukourikou, M., E. Zioziou, A. Pantazaki, N. Nikolaou and D. Kyriakidis. 2015. Effects of gibberellic acid and putrescine on 'Thompson Seedless' grapes. *American International Journal of Biology* 3: 19-29.
32. Maske-Ghule, S., A. Upadhyay and S. Jogaiah. 2019. Proteomic analysis of GA₃-induced berry elongation in grape (*Vitis vinifera* L.) cultivar Thompson Seedless. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 16(1): 85-92.
33. Mohsen, F. S. and A. A. Ali. 2019. Foliar spray of gibberellin (GA₃) and urea to improve growth, yield, bunch and berry quality of Red globe grapevine. *Current Science International* 8(1): 193-202.
34. Molitor, D., M. Behr, L. Hoffmann and D. Evers. 2012. Research note: Benefits and drawbacks of pre-bloom applications of gibberellic acid (GA₃) for stem elongation in Sauvignon Blanc. *South African Journal of Enology and Viticulture* 33(2): 198-202.
35. Mostafa, S. S. M., M. M. Abdel-Salam and A. M. R. Abdelaziz. 2018. Impact of PGP-cyanobacteria, gibberellic acid and N6-benzyladenine foliar application on yield and fruit quality of grapevines. *Middle East Journal of Agriculture Research* 7(4): 1600-1612.
36. Ozer, C., A. S. Yasin, O. Ergonul and S. Aydin. 2012. The effects of berry thinning and gibberellin on Recl uzumu table grapes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 49(2): 105-112.
37. Raban, E., T. Kaplunov, Y. Zutahy, A. Daus, V. Alchanatis, V. Ostrovsky, S. Lurie and A. Lichter. 2013. Rachis browning in four table grape cultivars as affected by growth regulators or packaging. *Postharvest Biology and Technology* 84: 88-95.
38. Rademacher, W. 2016. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews* 49: 359-404.
39. Sebastian, K., M. S. Arya, U. R. Reshma, S. J. Anaswara and S. S. Thampi. 2019. Impact of plant growth regulators on fruit production. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(2): 800-814.
40. Shah, S., A. Khan, M. A. Khan, K. Farooq, M. R. Chattha, M. A. Javed, Z. A. Gurmani, A. Hussain and M. Iftikhar. 2015. Effects of gibberellic acid on growth, yield and quality of grape cv. Perlet. *International Journal of Biology and Biotechnology* 12(3): 499-503.
41. Suehiro, Y., K. Mochida, M. Tsuma, Y. Yasuda, H. Itamura and T. Esumi. 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.
42. Wang, Z., F. Zhao, X. Zhao, H. Ge, L. Chai, S. Chen, A. Perl and H. Ma. 2012. Proteomic analysis of berry-sizing effect of GA₃ on seedless *Vitis vinifera* L. *Proteomics* 12: 86-94.
43. Zhenming, N., X. Xuefeng, W. Yi, L. Tianzhong, K. Jin and H. Zhenhai. 2008. Effects of leaf applied potassium, gibberellin and source-sink ratio on potassium absorption and distribution in grape fruits. *Scientia Horticulturae* 115: 164-167.
44. Zoffoli, J. P., B. A. Latorre and P. Naranjo. 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 51(2): 183-192.

Effects of Exogenous Gibberellic Acid on Yield Components of 'Askari' Grape

M. R. Zokaee Khosroshahi^{1*}

(Received: January 05-2020; Accepted: September 19-2020)

Abstract

The most important commercial use of gibberellin in horticulture is to improve the yield and marketability of table grapes. This experiment was conducted in order to evaluate the effect of different concentrations of gibberellic acid on yield components of five-year-old 'Askari' seedless grapevines, based on a randomized complete block design. Gibberellic acid was sprayed on the foliage and clusters in two stages: First 10 mg/L of gibberellic acid was applied on all trees except the control, at the stage of cluster emergence (2-3 cm in length) and then, 0, 10, 20, 30, 40 and 50 mg/L concentrations were used when the berries were at 1-2 mm diameter. Exogenous gibberellic acid application led to the significant increase in the average weight, volume, length and diameter of the berries compared to the control. Mean weight of cluster as well as vine total yield were also improved significantly by gibberellic acid treatments. The pH of fruit extract was increased by gibberellic acid treatment. Exogenous gibberellic acid decreased the soluble solids content of berries, but total acid content of berries was increased by gibberellic acid treatments. Gibberellic acid application had no significant effect on berry shape index (length/diameter ratio), berry volumetric mass (weight/volume ratio) and cluster axis length. Based on the results of this study, foliar application of 10 mg/L gibberellic acid increases the yield of 'Askari' cultivar and is potent to be used by the grape growers.

Keywords: Grapevine, Gibberellic acid, Askari cultivar, Yield, Foliar spray

1. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University of Kermanshah, Iran.

*: Corresponding Author, Email: mreza.zokaee@razi.ac.ir