علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴ (ص ۲۶۸-۲۵۹)

تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد CPPU و GA_3 بر کیفیت و کمّیت میوهٔ انگور سلطانی (بی‌دانهٔ سفید)

آزیتا بقال‌زاده کوچه‌باغی[1]، فریبرز زارع نهندی[2]* و رحیم نقشی‌بند حسنی[3]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تبریز
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۶)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر CPPU و GA_3 بر کیفیت و کمّیت میوهٔ انگور سلطانی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در تاکستانی تجاری نزدیک شهرستان بناب به اجرا درآمد. در مرحلهٔ میوه‌بندی محلول‌پاشی با استفاده از اسید جیبرلیک (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر) و CPPU (صفر، ۷/۵ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) صورت گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای تنظیم‌کنندهٔ رشد بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوهٔ انگور سلطانی مثل طول و قطر حبه، جرم حبه، درصد مادهٔ خشک و رطوبت میوه، ارزش رنگ قرمز، میزان مساحت سطح و چروکیدگی حبه اثر معنادار داشتند. در مقابل، این تیمارها بر pH و اسید کل میوه تأثیری نداشتند. همچنین برهم کنش تیمارهای تنظیم‌کنندهٔ رشد بر میزان ویتامین ث و حجم حبه‌ها اثر معناداری نشان داد. اسید جیبرلیک سبب کاهش میزان بریکس، درصد مادهٔ خشک و ارزش رنگ قرمز شد و میزان چروکیدگی حبه‌ها را افزایش داد. در مقابل، تیمار ۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر CPPU به‌دلیل نداشتن اثر منفی بر ویژگی‌های یادشده در بالا برای اسید جیبرلیک، به نظر می‌رسد به‌منزلهٔ یک تیمار مناسب برای بهبود کیفیت و کمّیت میوهٔ انگور رقم سلطانی در شرایط تاکستان‌های منطقه برای هر دو هدف توام تازه‌خوری و کشمش قابل پیشنهاد است.

واژه‌های کلیدی: **اسید جیبرلیک، فورکلرفنورون، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوهٔ انگور سلطانی.**

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات مهم میوه‌ای ناحیهٔ معتدله است که به شرایط اقلیمی بیشتر مناطق ایران خو گرفته است. میوه‌های این گیاه منبعی مناسب از مواد معدنی و ویتامین‌هاست. کشت انگور از ارمنستان نزدیک دریای خزر در روسیه سرچشمه گرفته و به نظر می‌رسد از آنجا به اروپا در سمت غرب و ایران و افغانستان در سمت شرق پراکنده شده است (Patil, 2005). براساس گزارش‌های سازمان فائو، ایران در سال ۲۰۱۰ با تولید ۲۲۵۵۶۷۰ تن، نهمین کشور تولیدکنندهٔ انگور در دنیا بوده است (Food and Agriculture Organization, 2011). انگور سلطانی رقم مناسبی برای تهیهٔ کشمش و نیز انگور تازه‌خوری است. صفات کیفی انگور به‌وسیلهٔ ژنوتیپ، آب و هوا، نحوهٔ کشت‌وکار و تاک‌داری به‌ویژه کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند. اعمالی که به بهبود کیفیت انگورها کمک می‌کنند درواقع ویژگی‌های فیزیکی خوشه‌ها، حبه‌ها و ترکیب شیمیایی آن‌ها را بهبود می‌بخشند. از زمانی که تیمار جیبرلین در مورد انگورهای بی‌دانه معرفی شد، پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام گرفت (Weaver, 1958). دیگر تنظیم‌کننده‌های رشد مثل ۴- پارا کلرو فنوکسی استیک اسید[1] و بنزیل آدنین[2] برای بهبود کیفیت آزمایش شده‌اند اما در سال‌های اخیر، CPPU یا فورکلرفنورون[3] که نوعی سایتوکینین مصنوعی از دستهٔ

* تلفن: ۰۹۱۴۱۰۰۸۷۳۹
E-mail: fzaare@gmail.com

1. 4-Para-Chloro-Phenoxy acetic acid
2. Benzyl adenine
3. Forchlorfenuron, N- (2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea

ترکیبات فنیل اوره‌ای است با موفقیت به کار برده شده است (Humphery, 2005; Mok & Mok, 2001). فورکلرفنورون برای افزایش اندازهٔ حبهٔ انگور، بهبود بسته‌بندی و نیز کاهش ریزش حبه و میوه به کار می‌رود (Suárez-Pantaleón *et al*., 2008). این ترکیب همچنین باردهی ارقام انگور رومیزی دانه‌دار و بی‌دانه را یک سال پس از استفاده از آن کاهش نمی‌دهد، ضمن اینکه سبب افزایش کیفیت محصول از طریق افزایش استحکام حبه، جرم حبه و خوشه (Retamales *et al*., 1995; Zabadal & Bukovac, 2006) وزن خشک (Dokoozlian, 2000) و حفظ کیفیت حبه‌ها از طریق کاهش کم‌شدن وزن آن‌ها در زمان پس از برداشت می‌شود (Patil *et al*., 2006). مقدار لازم از این ماده، برای بزرگ‌کردن حبهٔ انگورهای بی‌دانه به‌دلیل داشتن فعالیت فیزیولوژیکی بالا نسبت به جیبرلین، بسیار پایین‌تر است (Dokoozlian, 2000).

زمان واقعی کاربرد و تنوع غلظت‌ها در شرایط اقلیمی متفاوت، فرق می‌کند که نیازمند استانداردسازی آن‌ها برای نواحی متنوع رشد انگور است. پژوهش‌های گسترده‌ای در مورد کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در کشورهایی مثل آمریکا، استرالیا و نواحی خاصی از اروپا انجام شده است. مطالعات انجام‌شده در کشورهای دیگر، ممکن است به‌طور مستقیم در شرایط تاکستان‌های ایران که در شرایط آب و هوایی خاصی کشت می‌شوند قابل اجرا نباشند. پذیرفتن روش‌های باغ‌داری مناسب و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد، یکی از مواردی است که به بهبود کیفیت کمک می‌کند. با توجه به موارد اشاره‌شده و با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در مورد انگور بی‌دانه سلطانی ناکافی است این پژوهش در مورد تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد اسید جیبرلیک و فورکلرفنورون بر کیفیت و کمّیت انگور سلطانی در شرایط تاکستان‌های ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۹، در یک تاکستان تجاری در حوالی شهرستان بناب واقع در استان آذربایجان شرقی با مختصات ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقهٔ عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۰۸ دقیقهٔ طول شرقی و با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. تاک‌ها در این تاکستان به‌صورت کوردون دوطرفه و روی داربست تربیت شده بودند. به‌منظور انجام این پژوهش ۱۸۰خوشه (از ۳۶ تاک) که در معرض نور بودند با اندازهٔ تقریباً یکسان در ارتفاع مشابه از زمین و از قسمت‌های میانی تاج و در سمت غربی گیاه انتخاب و علامت‌گذاری شدند. سپس در مرحلهٔ میوه‌دهی زمانی که قطر حبه‌ها تقریباً به ۴ـ۵ میلی‌متر رسید محلول‌پاشی با استفاده از اسید جیبرلیک (GA_3) (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) و فورکلرفنورون (CPPU) (صفر، ۷/۵ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر) صورت گرفت. بنابراین، آزمایش بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت فاکتوریل با ۳ سطح از هر دو تنظیم‌کنندهٔ رشد (۹ ترکیب تیماری) و در ۴ تکرار انجام شد. هر تاک به‌منزلهٔ یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و از هر تاک ۵ خوشه در موقعیت تقریباً مشابه انتخاب و علامت‌گذاری شد. از مویان بریک ترو اس ۲۴۰[1] به میزان ۰/۰۵ درصد به‌منزلهٔ عامل ترکننده برای همهٔ تیمارها استفاده شد. درنهایت پس از رسیدن کامل میوه (TSS>۱۶٪)، خوشه‌ها برداشت و در جعبه‌های مخصوص پلاستیکی و قابل تهویه قرار داده شدند و فوراً توسط یک وانت یخچال‌دار در دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری طول، قطر و نسبت طول به قطر حبه (شکل میوه) و نیز جرم، حجم و جرم حجمی حبه ابتدا از هر تکرار ۱۰ حبه به‌طور تصادفی برداشت شد و از مجموع داده‌ها میانگین گرفته شد. طول و قطر حبه با استفاده از کولیس دیجیتالی، حجم با روش میزان جابه‌جایی آب در یک استوانهٔ مدرج و جرم حجمی با تقسیم جرم به حجم به‌دست‌آمده تعیین شد.

برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول میوه (بریکس) از رفراکتومتر دستی (مدل PAL-1، ساخت ژاپن) استفاده شد. بدین منظور عصارهٔ ۱۰ حبه از هر تکرار با هم مخلوط شد و پس از صاف‌کردن عصاره، دو تا سه قطره از این مخلوط روی سنسور دستگاه چکانده و میزان مواد جامد محلول کل برحسب درصد (درجهٔ بریکس) بیان شد.

pH عصارهٔ میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر

1. Break Thru® S 240

(مدل HANNA instruments- 211 ساخت ژاپن)، پس از کالیبراسیون با دو بافر ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان اسید کل میوه نیز از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد (AOAC, 2005).

برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث میوه‌ها از روش تیتراسیون با محلول ۲ و ۶- دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد (Nagra, 2006).

برای اندازه‌گیری درصد مادهٔ خشک و رطوبت میوه از هر تکرار ۱۰ حبه توزین شد و در آون در دمای ۷۲ درجهٔ سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت در دو توزین متوالی، نگهداری شد. مقدار آب ازدست‌رفته براساس درصد بیان شد.

برای اندازه‌گیری رنگ، مساحت سطح و چروکیدگی حبه‌ها، تصویر نمونه‌های (دو حبه از هر تکرار) تهیه‌شده از تاکستان، پس از انتقال به آزمایشگاه، توسط دوربین دیجیتالی CCD Canon با وضوح ۷/۱ مگا پیکسل گرفته شدند (شکل۱) و به‌منظور پردازش‌های آتی در کامپیوتر شخصی ذخیره شدند (Pourdarbani *et al.*, 2007). پردازش تصاویر توسط جعبه‌ابزار پردازش تصویر نرم‌افزار مت لب ۲۰۰۹[1] انجام پذیرفت. بدین منظور، تک‌تک تصاویر گرفته‌شده به محیط کاری مت لب فراخوانی شدند. برای استخراج ویژگی‌های مدنظر، باید زمینهٔ تصاویر حذف می‌شد که این امر توسط روش آستانه‌سازی محقق شد. گام بعدی، استخراج ویژگی‌های رنگ، یعنی مؤلفه‌های سه رنگ اصلی قرمز، آبی و سبز تصویر به‌منزلهٔ شاخص کیفیت، آنتروپی به‌منزلهٔ شاخص چروکیدگی و مساحت سطح تصویر نمونه‌ها به‌منزلهٔ شاخص اندازه بود (جدول۱). بدین منظور الگوریتم مربوطه به زبان برنامه‌نویسی مت لب نوشته شد و تمامی ویژگی‌ها استخراج شدند. ویژگی مساحت سطح تصویر توسط دستور آمادهٔ نرم‌افزار استخراج شد.

جدول ۱. ویژگی‌های استخراج‌شده توسط مت لب

ویژگی	فرمول
آنتروپی	$E = \sum_{i=۰}^{*L-۱} (^{**}pi \times \log ۲(pi))$
متوسط شدت رنگ	$m = \sum_{i=0}^{L-1} r_i p(r_i)$

* سطح خاکستری تصویر، ** هیستوگرام تصویر

1. Matlab 2009

تجزیهٔ واریانس داده‌ها پس از انجام آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 16 محاسبه شد. مقایسهٔ میانگین داده‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح معناداری ۵ درصد انجام پذیرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

طول، قطر و شکل میوه

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای فورکلرفنورون بر طول و قطر حبه و اسید جیبرلیک بر طول، قطر و شکل میوه مؤثر بوده و منجر به افزایش آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد شده است، به‌طوری‌که بیشترین میزان طول و قطر حبه در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون (جدول۲) حاصل شد و میزان طول، قطر و نسبت طول به قطر حبه نیز در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک، افزایش معناداری نسبت به شاهد نشان داد (به‌ترتیب جدول۳ و شکل۱). در یک بررسی روی میوهٔ انگورهای رقم روبی سیدلس[2] و ردگلاب[3] پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که کاربرد فورکلرفنورون در مرحلهٔ میوه‌بندی (زمانی که قطر حبه‌ها حدود ۸ میلی‌متر است) به میزان هشت میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش قطر حبه در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) می‌شود (Zoffoli *et al.*, 2009). نتایج مشابهی روی انگور رقم هیمرود سیدلس[4] با غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون در زمان مشابه کاربرد، در دسترس است (Zabadal & Bukovak, 2006) که با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مطابقت دارند. نتایج پژوهش‌ها نشان‌دهندهٔ افزایش طول و قطر حبهٔ انگور تامسون سیدلس[5] با افزایش غلظت اسید جیبرلیک است (Gowda *et al.*, 2006). مطالعات مشابهی روی انگور پوسا سیدلس[6] (Tripathi, 1968) و تامسون سیدلس (Gill & Singh 1987) گزارش شده است. افزایش اندازهٔ حبه با کاربرد فورکلرفنورون به‌دلیل تحریک تقسیمات سلولی لایه پریکلینال است

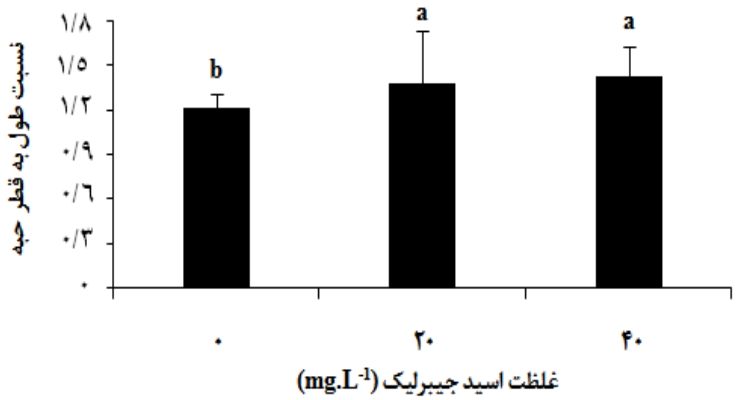
2. Ruby seedless
3. Redglobe
4. Himrod seedless
5. Thompson seedless
6. Pusa seedless

(Flaishman *et al*., 2005; Han & Lee, 2004). چنین تقسیماتی منجر به تولید تعداد زیادی سلول خواهد شد و متعاقب آن پتانسیل رشد زیادی به‌وجود خواهد آمد. از طرفی استفاده از اسید جیبرلیک در مرحلهٔ شکوفایی گل اندازهٔ حبه را به‌دلیل افزایش قدرت مصرف برای تجمع مواد غذایی مثل پتاسیم، افزایش می‌دهد و درواقع به نظر می‌رسد متعاقب این تیمار میوه‌ها به سینکی قوی برای برخی از عناصر تبدیل می‌شوند (Zhenming *et al*., 2008). کاربرد پس از گل‌دهی اسید جیبرلیک اندازهٔ حبه را از طریق افزایش تقسیمات سلولی یا بزرگ‌سازی سلول‌ها یا هر دو افزایش می‌دهد که یکی از نتایج آن افزایش آب کل در هر حبه است (Perez & Gomez, 2000). در یک بررسی روی انگور رقم سلطانی (بی‌دانهٔ سفید) مشخص شد که کاربرد فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک در مرحلهٔ میوه‌بندی به‌ترتیب منجر به عدم تأثیر و افزایش نسبت طول به قطر حبه در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) می‌شود، به‌طوری‌که حبه‌های به‌دست‌آمده کشیده‌تر از حبه‌های شاهد است که با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مطابقت دارد (Retamales *et al*., 1995). بالابودن نسبت طول به قطر حبه‌ها با کاربرد اسید جیبرلیک به‌دلیل ماهیت طبیعی این ماده در طویل‌کردن سلول‌هاست. درحالی‌که معنادار نبودن این نسبت با کاربرد فورکلرفنورون در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) به‌دلیل خاصیت سایتوکینینی این ترکیب است که موجب افزایش تقسیمات سلولی و تا حدی انبساط سلولی می‌شود (Smith, 2008). این انبساط احتمالاً به‌صورت غیرقطبی، یعنی در تمام جهات سلولی رخ داده است و منجر به تولید سلول‌های کروی شده است، که این امر موجب افزایش متناسب طول و قطر حبه در تیمارهای فورکلرفنورون می‌شود. به عبارت دیگر اختلاف طول و قطر حبه در تیمارهای فورکلرفنورون مشابه تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بوده و به همین دلیل این نسبت در تیمارهای فورکلرفنورون و شاهد (بدون محلول‌پاشی) تقریباً یکسان بوده است.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف فورکلورفنورون بر ویژگی‌های کیفی و کمّی انگور سلطانی

فورکلورفنورون ($mg.L^{-1}$)	طول حبه (mm)	قطر حبه (mm)	جرم حبه (g)	بریکس (٪)	pH	اسید کل (٪)	مادهٔ خشک (٪)	رطوبت (٪)	ارزش رنگ قرمز	ارزش رنگ سبز	ارزش رنگ آبی	مساحت سطح (mm^2)	چروکیدگی
۰	۱۶/۶۷c	۱۳/۰۴c	۲c	۲۲/۴۵	۳/۵۱	۰/۵۴	۲۴/۵۱a	۷۵/۴۸b	۸۹/۱۸ab	۱۰۶/۹۵	۳۱/۴۵	۹۹/۶۷b	۲/۲۴b
۷/۵	۱۹/۴۲b	۱۴/۳۸b	۲/۷۲b	۲۱/۹۷	۳/۵۹	۰/۵۶	۲۴/۲۶a	۷۵/۷۴b	۹۰/۴۳a	۱۰۷/۳۶	۲۹/۲۳	۱۱۲/۲۵b	۲/۲۴b
۱۵	۲۱/۲۸a	۱۵/۴۵a	۳/۰۹a	۲۱/۱	۳/۴۵	۰/۵۵	۲۲/۰۳b	۷۷/۹۷a	۸۵/۱۸b	۱۰۷/۰۵	۲۸	۱۳۹/۲۵a	۲/۲۹a

* ستون‌های بدون حروف با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.



شکل ۱. میانگین نسبت طول به قطر حبهٔ انگور سلطانی در غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های کیفی و کمّی انگور سلطانی

اسید جیبرلیک ($mg.L^{-1}$)	طول حبه (mm)	قطر حبه (mm)	جرم حبه (g)	بریکس (٪)	pH	اسیدکل (٪)	مادهٔ خشک (٪)	رطوبت (٪)	ارزش رنگ قرمز	ارزش رنگ سبز	ارزش رنگ آبی	مساحت سطح (mm^2)	چروکیدگی
۰	۱۶/۳۸b	۱۳/۴۹b	۱/۷۶b	۲۳/۶۱a	۳/۵۸	۰/۵	۲۴/۶۴a	۷۵/۳۵b	۹۱/۷۴a	۱۰۵/۵۶	۳۱/۱۰	۹۴/۹۲b	۲/۱۹b
۲۰	۲۰/۸۱a	۱۴/۸۹a	۳/۰۶a	۲۰/۹۷b	۳/۵۵	۰/۵۷	۲۲/۹۸b	۷۷/۰۲a	۸۸/۲۹ab	۱۰۸/۵۶	۲۹/۶۲	۱۳۱/۱۱a	۲/۲۹a
۴۰	۲۱/۳۹a	۱۴/۷۷a	۳a	۲۰/۹۴b	۳/۴۳	۰/۵۹	۲۳/۱۷b	۷۶/۸۲a	۸۴/۷۷b	۱۰۷/۱۵	۲۷/۹۵	۱۲۷/۴۹a	۲/۲۹a

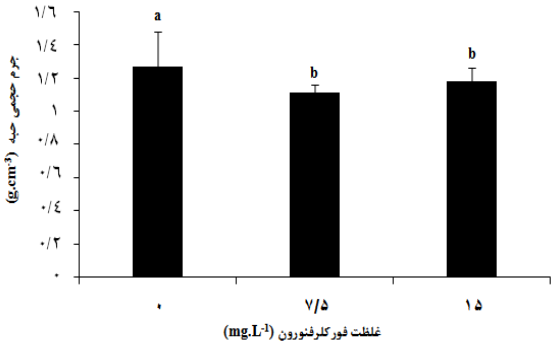
* ستون‌های بدون حروف با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

جرم، حجم و جرم حجمی حبه

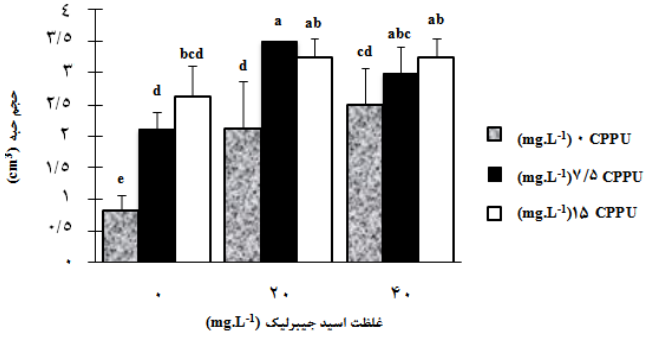
براساس مقایسهٔ میانگین داده‌ها (جدول۲ و شکل۲) در بین تیمارهای مختلف فورکلرفنورون از نظر جرم و جرم حجمی حبه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار وجود داشت، بدین صورت که با افزایش غلظت فورکلرفنورون جرم حبه افزایش یافت و به بیشترین میزان در غلظت ۱۵ میلی‌گرم در لیتر رسید. به‌عکس، کاربرد فورکلرفنورون موجب کاهش میزان جرم حجمی حبه شد. در رابطه با تیمار اسید جیبرلیک، کاربرد این تنظیم‌کنندهٔ رشد تنها بر جرم حبه تأثیر معنادار داشت (سطح احتمال ۱ درصد) (جدول۳) و موجب افزایش آن در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثر متقابل فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک نیز بر میزان حجم حبه در سطح احتمال ۵ درصد افزایش معناداری را در مقایسه با شاهد نشان داد (شکل۳). در انگور رقم سلطانی (Retamales *et al.*, 1995)، هیمرود سیدلس (Zabadal & Bukovac, 2006)، ردگلاب (Zoffoli *et al.*, 2009)، کیوهو[1] (Han & Lee, 2004) و تامسون سیدلس، پرلت سیدلس[2] و سوپریور سیدلس[3] Ben-Arie *et al.* (1997) گزارش شده است که به دنبال تیمار فورکلرفنورون در مرحلهٔ میوه‌بندی جرم حبه در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش می‌یابد. براساس یافته‌های پژوهشگران مختلف کاربرد اسید جیبرلیک روی انگور تامسون سیدلس در مرحلهٔ میوه‌بندی (زمانی که قطر حبه حدود ۴ میلی‌متر است) (Retamales *et al.*, 1995)، قبل از شکوفایی گل (Jawanda *et al.*, 1974) و تمام‌گل (Gowda *et al.*, 2006) سبب افزایش محسوس جرم حبه در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) می‌شود. استفاده از اسید جیبرلیک اندازهٔ میوه‌های انگور را افزایش می‌دهد (Zhenming *et al.*, 2008). افزایش جرم حبه با کاربرد فورکلرفنورون به‌دلیل آن است که سایتوکینین‌ها تقسیم سلولی را تحریک می‌کنند و موجب تحریک ساخته‌شدن برخی پروتئین‌ها می‌شوند (Coombe, 1976; Harada, 1978 & Letham, 1967). از طرفی به سبب آنکه سایتوکینین‌ها می‌توانند حجیم‌شدن سلول را تحریک کنند جرم حبه به‌وسیلهٔ تیمار فورکلرفنورون افزایش می‌یابد (Han & Lee, 2004). افزایش در جرم حبه به‌وسیلهٔ اسید جیبرلیک عمدتاً به‌دلیل تقسیم سلولی در مراحل اولیه و سپس انبساط سلولی سریع‌تر که مربوط به نفوذ متابولیت‌ها و آب به داخل حبه است، صورت می‌گیرد (Gowda *et al.*, 2006). همچنین رشد و نمو حبه با کاربرد اسید جیبرلیک در انگور تامسون سیدلس به‌دلیل تبدیل‌شدن به یک بخش مصرفی قوی است که به موجب آن انتقال متابولیت‌ها به سمت محل تجمع هورمون‌ها صورت می‌گیرد (Sachs & Weaver, 1968). در بررسی‌های انجام‌شده روی انگور تامسون سیدلس با تیمار اسید جیبرلیک حجم حبه‌ها در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش می‌یابد که با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مطابقت دارد (El-Banna & Weaver, 1979). ماهیت افزایش حجم توسط این دو تنظیم‌کنندهٔ رشد کاملاً متفاوت با هم است. رشد ایجادشده توسط جیبرلین بیشتر به‌علت جذب آب و طویل‌شدن سلول‌هاست درحالی‌که در مورد فورکلرفنورون این رشد به‌علت تشکیل تعداد بیشتری سلول است. بنابراین، در حالت دوم مادهٔ خشک فراوان‌تری تولید خواهد شد که برای بسیاری از اهداف مخصوصاً فرآوری حائز اهمیت‌تر است. گیاهان تیمارشده با جیبرلین میوه‌های پرآب‌تری دارند که برای تازه‌خوری مناسب‌تر هستند ولی قابلیت نگهداری آن‌ها در انبار کم است و اصلاً برای تولید کشمش مناسب نیستند.

1. Kyoho
2. Perlette seedless
3. Superior seedless

در این پژوهش حبه‌های شاهد (بدون محلول‌پاشی) به‌دلیل داشتن حجم بسیار کمتر از حبه‌های تیمارشده با فورکلرفنورون، جرم حجمی بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند (شکل۲). دلیل این امر مربوط به خاصیت فورکلرفنورون است، که با افزایش‌دادن تقسیمات سلولی و انبساط آن‌ها (افزایش حجم) (Patil *et al.*, 2006; Smith, 2008)، جرم حجمی این حبه‌ها کاهش می‌یابد.



شکل۲. میانگین نسبت طول به قطر حبهٔ انگور سلطانی در غلظت‌های مختلف فورکلر فنورون



شکل۳. میانگین حجم حبهٔ انگور سلطانی در سطوح مختلف CPPU و GA_3

مواد جامد محلول میوه

در بین تنظیم‌کننده‌های رشد (فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک) تنها اسید جیبرلیک اثر معنادار (سطح احتمال ۵ درصد) بر درجهٔ بریکس میوه داشت (جدول۳)، به‌طوری‌که کاربرد آن موجب کاهش میزان مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد شد. کاربرد فورکلرفنورون روی رقم سلطانی (Retamales *et al.*, 1995)، ردگلاب، روبی سیدلس (Zoffoli *et al.*, 2009) و کیوهو (Han & Lee, 2004) در مرحلهٔ میوه‌بندی تأثیری در مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد نداشت، که با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مبنی بر بی‌تأثیر بودن فورکلرفنورون روی مواد جامد محلول میوه هم‌راستا هستند. کاربرد اسید جیبرلیک در انگور رقم بی آر اس کلارا سیدلس[1] (کاربرد ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) (Formolo *et al.*, 2010) و تامسون سیدلس (کاربرد ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) (Sidahmed & Kliewer, 1980)، در مرحلهٔ میوه‌بندی سبب کاهش مواد جامد محلول میوه شد که با نتایج این بررسی هم‌خوانی دارند. کاهش مواد جامد محلول میوهٔ انگور بر اثر تیمار اسید جیبرلیک در این بررسی، به احتمال زیاد به‌دلیل خاصیت این ماده در طویل‌سازی سلول‌ها و درنتیجه افزایش آب کل در حبه‌هاست. کاهش مواد جامد محلول در تیمار جیبرلین به‌علت ماهیت این هورمون گیاهی و نحوهٔ القای رشد توسط آن است. این هورمون رشد شدیدی را از طریق افزایش طول سلول‌ها تحریک می‌کند ولی تأثیر چندانی روی افزایش تعداد سلول‌ها ندارد. برای چنین رشدی نیاز به جذب آب فراوان است که درنهایت منجر به رقیق‌تر شدن شیرهٔ سلولی و کاهش درصد مواد جامد در میوه‌ها خواهد شد.

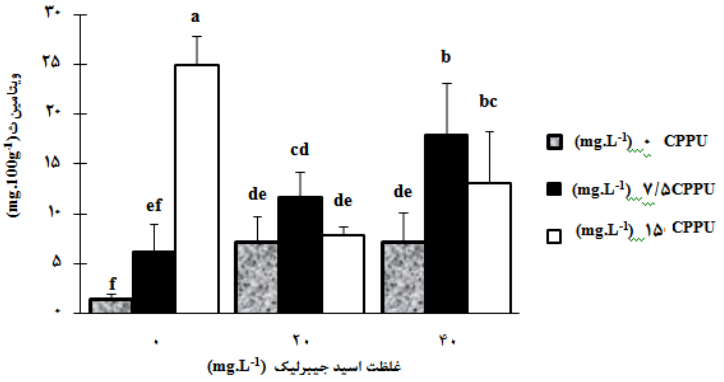
1. BRS Clara seedless

pH و اسید کل میوه

نتایج نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳) که تیمارهای تنظیم‌کنندهٔ رشد تأثیر معناداری در pH و اسید کل عصارهٔ میوه نداشت. گزارش‌های کمی در رابطه با اثر فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک روی pH آب میوهٔ انگور و سایر میوه‌ها وجود دارد. به عنوان نمونه می‌توان به پژوهش‌های انجام‌شده با استفاده از چهار گرم بر ایکر[1] فورکلرفنورون در مرحلهٔ تمام‌گل اشاره کرد که نشان داد این ماده pH آب میوهٔ انگور را در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) کاهش می‌دهد که مخالف نتایج این بررسی است (Smith, 2008). بررسی‌های دیگر مؤثرنبودن اسید جیبرلیک (۶۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحلهٔ میوه‌بندی) روی pH آب میوهٔ انگور رقم بی آر اس کلارا سیدلس را نشان داد (Formolo *et al.*, 2010). گزارش‌هایی نیز در رابطه با بی‌تأثیر بودن فورکلرفنورون بر اسید کل میوه موجود است، به عنوان مثال نتایج بررسی‌ها روی کیوهو (با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون، ۱۰ روز پس از مرحلهٔ تمام‌گل) نشان داد که محلول‌پاشی فورکلرفنورون در غلظت‌های به‌کاررفته تأثیری روی اسید میوه‌ها نداشته است (Han & Lee, 2004). در انگور رقم تامسون سیدلس (Gowda *et al.*, 2006; Jawanda *et al.*, 1974; Sidahmed & Kliewer, 1980)، کیوهو (Han & Lee, 2004)، بی آر اس کلارا سیدلس (Formolo *et al.*, 2010)، ردگلاب و روبی سیدلس (Zoffoli *et al.*, 2009) گزارش شده است که به دنبال تیمار اسید جیبرلیک تغییری در میزان اسید میوه‌ها در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) ملاحظه نمی‌شود که گزارش‌های این پژوهشگران با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی مطابقت دارند. از محاسن بزرگ این دو تنظیم‌کنندهٔ رشد عدم تغییر در مقدار اسید میوه‌ها و نیز در میزان ترشی آن‌هاست. این مورد هم برای انگورهای مخصوص فرآوری و هم انواع مخصوص تازه‌خوری حائز اهمیت است.

ویتامین ث

اثر متقابل اسید جیبرلیک و فورکلرفنورون در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان ویتامین ث میوه معنادار بوده است (شکل۴). ویتامین ث زیاد در میوه‌ها یکی از فاکتورهای مهم کیفی است. با مقایسهٔ میانگین سطوح غلظت‌های کاربردی اسید جیبرلیک × فورکلرفنورون مشخص شد که تمامی تیمارها (جز تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک × ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون) موجب افزایش میزان ویتامین ث میوه در مقایسه با شاهد شده‌اند. گزارش‌های کمی در مورد اثر کاربرد فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک روی میزان ویتامین ث میوه در دست هستند. مطالعات پژوهشگران نشان داد که کاربرد فورکلرفنورون روی کیوی گونهٔ آرگوتا[2]، ۱۰ روز پس از ریزش گلبرگ به غلظت‌های ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش ویتامین ث میوه در مقایسه با شاهد می‌شود (Kim *et al.*, 2006). در انگور نیز کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک در مرحلهٔ گل‌دهی سبب افزایش اسید آسکوربیک (ویتامین ث) میوه شد (Singh *et al.*, 1994).



شکل ۴. میانگین حجم حبهٔ انگور سلطانی در سطوح مختلف CPPU و GA_3

1. Acre (واحد اندازه‌گیری زمین معادل ۴۰۴۷ مترمربع)

2. *A. arguta*

درصد مادهٔ خشک و رطوبت میوه

اثر فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بر میزان مادهٔ خشک و رطوبت میوه معنادار بوده است (جدول‌های ۲ و ۳). کمترین درصد مادهٔ خشک و بیشترین درصد رطوبت میوه در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون و ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک به دست آمد. بالابودن درصد رطوبت و پایین‌بودن درصد مادهٔ خشک میوه با کاربرد فورکلرفنورون (۱۵ میلی‌گرم در لیتر) و اسید جیبرلیک (۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) در این بررسی نشان‌دهندهٔ آن است که این ترکیبات حجم را بیشتر از وزن خشک افزایش داده‌اند. هرچه قدر میزان رطوبت میوهٔ کمتر، ولی میزان مادهٔ خشک بالاتر باشد آن میوه برای خشک‌کردن مناسب‌تر است و از ضریب تبدیل بالاتری برخوردار است. با توجه به این امر و نتایج به‌دست‌آمده در جدول‌های ۲ و ۳، مشخص می‌شود که تنها حبه‌های تیمارشده با غلظت ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون به‌دلیل افزایش‌ندادن درصد رطوبت و کاهش‌ندادن درصد مادهٔ خشک میوه، برای خشک‌کردن مناسب‌اند. به‌طورکلی، معمولاً هورمون‌های جیبرلینی سبب کاهش و هورمون‌های سایتوکینینی سبب افزایش وزن خشک می‌شوند ولی با توجه به ماهیت هورمون‌های سایتوکینینی و تحریک شدید تقسیم سلولی، در مواردی تعداد زیادی سلول تولید خواهند شد که به‌دلیل محدودبودن مقدار آسیمیلات فتوسنتزی قادر به تجمع قند و موادی از این دست را ندارند. طبیعی است که چنین سلول‌هایی مادهٔ خشک چندانی نخواهند داشت. یکی از راهکارهای مفید در این موارد برای افزایش مادهٔ خشک متعاقب تیمار با ترکیبات سایتوکینینی، کاهش‌دادن منابع مصرف و حذف میوه‌های اضافی است. در این حالت سایتوکینین توانایی تقویت قدرت سینک در میوه را داشته و درنهایت سبب تجمع بیشتر مواد فتوسنتزی در میوه و افزایش وزن خشک میوه‌ها خواهد شد. به نظر می‌رسد در میوه‌های تولیدشده در این پژوهش با وجودی که میوه‌ها پتانسیل تولید مادهٔ خشک بیشتری را داشته‌اند ولی به‌دلیل رقابت با سایر میوه‌ها و سینک‌های گیاه، تجمع کمتری در آن‌ها اتفاق افتاده است که درنهایت سبب افزایش معنادار وزن خشک نشده است.

رنگ، مساحت سطح و چروکیدگی حبه

اثر فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر ارزش رنگ قرمز میوه و میزان چروکیدگی حبه معنادار بوده است (جدول‌های ۲ و ۳)، همچنین اثر این دو تنظیم‌کننده بر میزان مساحت سطح حبه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار است. بیشترین میزان چروکیدگی و مساحت سطح به‌ترتیب مربوط به غلظت ۱۵ فورکلرفنورون و ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک است. کمترین میزان ارزش رنگ قرمز میوه نیز به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۵ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک بود. براساس نتایجی که در بخش قبل ارائه شد غلظت ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون درصد رطوبت پایین‌تر و مادهٔ خشک بالاتری را در میوه در مقایسه با تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر ایجاد کرد. متعاقب بالابودن مادهٔ خشک در میوه، کربوهیدرات‌های محلول در بافت نیز افزایش می‌یابد که به احتمال زیاد تمامی این عوامل زمینه را برای تسریع واکنش‌های مایلارد[1] در مقابل نور آفتاب در طول دورهٔ رشد و نمو میوه در تاکستان، فراهم می‌کند و درنهایت موجب تغییر رنگ حبه‌ها می‌شود. افزایش مساحت سطح حبه با کاربرد فورکلرفنورون و اسید جیبرلیک مربوط به خاصیت سایتوکینینی فورکلرفنورون در افزایش تقسیمات سلولی و خاصیت اسید جیبرلیک در طویل‌سازی سلول‌ها است براساس نتایجی که در بخش گذشته ارائه شد احتمالاً تیمارهای ۱۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون و ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک به‌دلیل داشتن میزان رطوبت بالا، میزان از دست رفتن آب بافت میوه در طول عملیات برداشت به‌دلیل بالابودن دمای هوا زیاد بوده است که به موجب آن سبب افزایش میزان چروکیدگی حبه‌ها پس از دورهٔ برداشت شده است. از این‌رو می‌بایست تمهیداتی صورت گیرد تا در صورت بالابودن دمای هوا در زمان برداشت، خنک‌کردن اولیه محصول سریعاً انجام شود تا چروکیدگی در محصول به حداقل برسد و بازارپسندی محصول کاهش نیابد.

1. Mylard reactions

نتیجه‌گیری

در این بررسی، تیمارهای تنظیم‌کنندهٔ رشد اسید جیبرلیک (GA_3) و فورکلرفنورون (CPPU) جرم و اندازهٔ حبه‌های انگور سلطانی را افزایش دادند. ولی هر دو غلظت اسید جیبرلیک (۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌دلیل کاهش‌دادن میزان بریکس، درصد مادهٔ خشک میوه، ارزش رنگ قرمز و افزایش چروکیدگی آن در مقایسه با غلظت ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون، برای مصارف تازه‌خوری به‌ویژه تولید کشمش مناسب نیستند. از طرفی فورکلرفنورون برخلاف اسید جیبرلیک باردهی ارقام انگور را یک سال پس از استفاده از آن کاهش نمی‌دهد، و مقدار لازم از آن برای افزایش اندازهٔ حبه‌های انگور به‌دلیل داشتن فعالیت فیزیولوژیکی بالا نسبت به اسید جیبرلیک، بسیار کم است. از این‌رو استفاده از فورکلرفنورون از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه خواهد بود. درمجموع با توجه به مطالب یادشده به نظر می‌رسد غلظت ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر فورکلرفنورون، به‌منزلهٔ یک تیمار مناسب برای بهبود کیفیت و کمّیت میوهٔ انگور رقم سلطانی در شرایط تاکستان‌های منطقه برای هر دو هدف توأم تازه‌خوری و کشمش است.

REFERENCES

1. AOAC. (2005). *Official method of analysis*. Association of official analytical chemists. Washington. DC.
2. Ben-Arie, R., Sarig, P., Cohen-Ahbut, Y., Zutkhi, Y., Sonego, L., Kapulonov, T. & Lisker, N. (1997). CPPU and GA_3 effects on pre- and post-harvest quality of seedless and seeded grapes. *Acta Horticulturae*, 463, 349-358.
3. Coombe, B.G. (1976). The development of fleshy fruit. *Annual Review of Plant Biology*, 27, 507-528.
4. Dokoozlian, N.K. (2000). Plant growth regulator use for table grape production in California. In: Proceedings of *the 4th International Symposium on Table Grape*, La Serena, Chile, 122-136.
5. EI-Banna, G.I. & Weaver, R.J. (1979). Effect of ethephon and gibberellins on maturation of ungirdled 'Thompson seedles' grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 30, 11-13.
6. Flaishman, M.A., Shargal, A., Shlizerman, L., Stern. R.A., Lev-Yadun, S. & Grafi, G. (2005). The Synthetic Cytokinins CPPU and TDZ prolong the phase of cell division in developing pear (*Pyrus communis* L.) fruit. *Acta Horticulturae*, 671, 151-157.
7. Food and Agriculture Organization. (2010).Food and Agriculture Organization. (2000). *Biodiversity: Agricultural biodiversity in FAO.* Retrieved January 12, 2009, from http://www.fao.org/biodiversity.
8. Formolo, R., Rufato, L., Kretzschmar, A.A., Schlemper, C., Mendes, M., Marcon Filho, J.L. & 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.
9. Gill, S.S. & Singh, S.N. (1987). Effect of gibberellic acid application on fruit quality of 'Thompson Seedless' grapes. *Punjab horticultural journal*, 27, 37-41.
10. Gowda, V.N., Shyamalamma, S. & Kannolli, R.B. (2006). Influence of GA_3 on growth and development of 'Thompson Seedless' grapes (*Vitis vinifera* L.). *Acta Horticulturae*, 727, 239-242.
11. Han, D.H. & Lee, C.H. (2004). The Effects of GA_3, CPPU and ABA applications on the quality of Kyoho (*Vitis vinifera* L. x *V. labrusca* L.) grape. *Acta Horticulturae*, 653, 193-197.
12. Harada, H. (1978). A study for the separation of cytokinin-bound substances in grapes. In: *Proceeding of Autumn Meeting of Japanese Society for Horticultural Science*, 53, 42-43.
13. Humphery, T. (2005). Evaluation of the new active forchlorfenuron in the product Sitofex 10 EC plant growth regulator. Australian pesticides and veterinary medicines authority. pp. 1-30.
14. Jawanda, J.S., Singh, R. & Pal, R.N. (1974). Effect of growth regulators on floral bud drop, fruit characteristics and quality of 'Thompson seedless' grapes (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 13, 215- 221.
15. Kim, J.G., Takami, Y., Mizugami, T., Beppu, K., Fukuda, T. & Kataoka, I. (2006). CPPU application on size and quality of hardy kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 110, 219-222.
16. Letham, D.S. (1967). Chemistry and physiology of kinetin-like compounds. *Annual Review of Plant Biology*, 18, 349-364.
17. Mok, D.W.S. & Mok, M.C. (2001). Cytokinin metabolism and action. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 89-118.
18. Nagra, S. (2006). *Fate of vitamin C in commercial fruit juices.* Postgraduate Diploma in Applied Science, Auckland University of Technology.
19. Patil, D.R. (2005). *Studies on production technology in Thompson seedless grapes (Vitis vinifera* L.*).* Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Dharwad University.

20. Patil, H.G., Ravindran, C., Jayachandran, K.S. & Jaganath, S. (2006). Influence of CPPU, TDZ and GA_3 on the post harvest guality of grape (*Vitis vinifera* L.) cultivares 'Anab-e-shahi' and 'Dilkush'. *Acta Horticulturae*, 727, 489-494.
21. Perez, F.J. & Gomez, M. (2000). Possible role of soluble invertase in the gibberellic acid berry-size effect in Sultanina grape. *Plant Growth Regulation*, 30, 111- 116.
22. Pourdarbani, R., Ghassemzadeh, H., Golzadeh, A.A. & Behfar, H. (2007). *Feasibility study of apple quality grading using image processing*. Postgraduate Diploma. Faculty of Agriculture Tabriz University. Iran.
23. Retamales, J., Bangerth, F., Cooper, T. & Callejas, R. (1995). Effects of CPPU and GA_3 on fruit quality of 'Sultanina' table grape. *Acta Horticulturae*, 394, 149-157.
24. Sachs, R.M. & Weaver, R.J. (1968). Gibberellin and auxin induced berry enlargement in (*Vitis vinifera* L). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 43, 185-195.
25. Sidahmed, O.A. & Kliewer, W.M. (1980). Effect of defoliation, gibberellic acid and 4-chlorophenoxyacetic acid on growth and composition of 'Thompson seedless' grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31, 149-153.
26. Singh, S., Singh, I.S. & Singh, D.N. (1994). Effect of GA_3 on ripening and quality of grape (*Vitis vinifera* L.). *Orissa Journal of Horticulture*, 22, 66-70.
27. Smith, R. (2008). Effects of CPPU, a synthetic cytokinin, on fruit set and yield. In: *UC Cooperative Extension*, Sonoma County. pp: 1-4.
28. Suárez-Pantaleón, C., Mercader, JV., Agulló, C., Abad-Somovilla, A. & Abad-Fuentes, A. (2008). Production and characterization of monoclonal and polyclonal antibodies to forchlorfenuron. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 11122-11131.
29. Tripathi, S.N. (1968). Effect of gibberellic acid on bunch and berry size and quality of 'Pusa Seedless' grape (*Vitis vinifera* L.). *Punjab horticultural journal*, 8, 152-155.
30. Weaver, R.J. (1958). Effect of GA on fruit set and berry enlargement in seedless grapes, *Vitis vinifera*. *Nature*, 181, 851-52.
31. Zabadal, T.J. & Bukovac, M.J. (2006). Effect of CPPU on fruit development of seedless and seeded grape cultivars. *HortScience*, 41, 154-157.
32. Zhenming, N., Xuefeng, X., Yi, W., Tianzhong, L., Jin, K. & 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.
33. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A. & Naranjo, P. (2009). Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 51, 183-192.