

اثر کاربرد تیدیاژرون بر اندازه، کیفیت و ماندگاری میوه فیسالیس (*Physalis peruviana* L.) در شرایط کشت هیدروپونیک

بهمن قاسمی^۱ و سعیده علیزاده سالطه^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۱۲)

چکیده

فیسالیس یک میوه استوایی و بومی آمریکای جنوبی است و به دلیل دارا بودن طعم خوشایند و خواص دارویی، امروزه در ایران نیز طرفداران زیادی پیدا کرده و جزو میوه های ارزشمند و گران قیمت به شمار می رود. مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر غلظت های مختلف تیدیاژرون (TDZ) (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر) در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار بر اندازه و برخی خصوصیات کیفی میوه فیسالیس انجام گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که اندازه و وزن تر میوه در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری ($P \leq 0/01$) نسبت به شاهد افزایش نشان داد. میزان هدایت الکتریکی، مواد جامد قابل حل و همچنین میزان لیکوپن در غلظت بیشتر تیدیاژرون کاهش یافت ($P \leq 0/01$). همچنین، افزایش غلظت تیدیاژرون از ۲۰ به ۴۰ میلی گرم در لیتر، به طور معنی داری موجب افزایش میانگین دیررسی میوه ها نسبت به شاهد (به ترتیب ۷ و ۱۱ روز) گردید ($P \leq 0/01$). از سوی دیگر، مشاهده شد که با افزایش غلظت تیدیاژرون میزان ماندگاری پس از برداشت میوه ها به طور معنی داری افزایش یافت ($P \leq 0/01$)، به طوری که میوه های تیمار نشده، در دمای اتاق، با میانگین ماندگاری ۱۱ روز و میوه های تیمار شده با ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر تیدیاژرون به ترتیب با میانگین ۲۲ و ۲۸ روز کمترین و بیشترین ماندگاری پس از برداشت را به خود اختصاص دادند. اگرچه کاربرد تیدیاژرون برخی از شاخص های کیفی میوه در زمان برداشت را تا حدودی کاهش داد، اما توانست به طور قابل توجهی شاخص های کمی (اندازه و وزن میوه) و ماندگاری پس از برداشت میوه را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: توت طلایی (فیسالیس)، اندازه میوه، لیکوپن، مواد جامد قابل حل، عمر انباری

مقدمه

خود اختصاص داده است. با وجود اینکه این محصول به دلیل کیفیت خوب شناخته شده، اما تحقیقات زیادی مورد افزایش عملکرد و کیفیت آن انجام نشده است (۳۰). امروزه، مصرف کنندگان بسیار علاقه مند به حفظ سلامتی و پیشگیری یا

در بین محصولات میوه ریز، فیسالیس (*Physalis peruviana* L.) (Goldenberry) از خانواده سولاناسه، موقعیت مناسبی را به عنوان یک محصول سریع الرشد در هند و سایر نقاط جهان به

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s.alizadeh@tabrizu.ac.ir

کشت آبی میوه‌های ریزتر اما بیش از ۱۰۰۰ میوه در بوته، اما در ارتفاع بالاتر از ۹۱۴ متر و در کشت دیم، به‌طور متوسط ۳۰۰ میوه بزرگ‌تر در بوته تولید می‌کند و میوه آن از ارزش غذایی و دارویی زیادی برخوردار است (۲۲). این میوه، از نظر اقتصادی می‌تواند به‌عنوان محصولی مناسب جهت مصرف داخل کشور و همچنین صادرات به سایر کشورها مورد توجه قرار گیرد. لذا، بایستی راهکارهایی جهت افزایش میزان تولید در واحد سطح و ماندگاری این محصول اندیشید. یکی از پارامترهای تعیین‌کننده عملکرد محصول، اندازه میوه می‌باشد که با کاربرد برخی تیمارها می‌توان متوسط اندازه میوه را با پتانسیل بسیار زیادی بهبود بخشید (۱۶). تقسیم سلولی در مراحل اولیه تکامل میوه تأثیر زیادی روی اندازه نهایی میوه دارد (۱۶ و ۲۸). سیتوکینین‌ها (CKs) هورمون‌های گیاهی شناخته شده‌ای هستند که بر جنبه‌های مختلف تغذیه‌ای و رشد و توسعه گیاه، از جمله تقسیم سلولی، پیری برگ، تشکیل ریشه‌های جانبی و تحمل تنش، نقش تنظیم‌کنندگی بر عهده دارند (۱). کاربرد سیتوکینین‌های مصنوعی مانند BA و CPPU، می‌تواند میوه‌بندی و توسعه میوه را در محصولات نظیر انگور، کیوی فروت، هندوانه، سیب و گلابی القا کند (۱۴ و ۳۲). علاوه بر این، سطوح سیتوکینین‌های درونی با رشد میوه در ارتباط است (۲۳). CPPU یا فورکلرفنورون، علاوه بر افزایش اندازه حبه انگور، برای بهبود بسته‌بندی و نیز کاهش ریزش حبه و میوه نیز به کار می‌رود (۲۵). TDZ نیز مانند CPPU جزو ترکیبات فنیل اوره‌ای بوده و در بعضی موارد دارای اثرهای مشابه بر میوه‌ها، و به‌ویژه بری‌ها، می‌باشد. TDZ با فعالیت شبه سیتوکینینی موجب به تأخیر افتادن تجزیه کلروفیل، افزایش آنزیم‌های کلیدی فتوسنتز و وزن تر نسبی می‌شود (۷). تیمار با TDZ ممکن است بر بلوغ و رسیدن میوه مؤثر باشد. در خرمالو، محلول‌پاشی TDZ با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تمام گل، بلوغ میوه را به تأخیر انداخته است. همچنین، میوه‌های تیمار شده با TDZ در زمان برداشت،

کنترل بیماری از طریق تغذیه صحیح می‌باشند. اصلی‌ترین مزایای مرتبط با فیسالیس اجزای تغذیه‌ای و ترکیبات فعال زیستی آن هستند (۱۰). این محصول، منبع بسیار خوبی برای پیش‌ساز ویتامین آ، ویتامین ث، آهن و تا حدی ویتامین B کمپلکس (۲۲) و سرشار از عناصر معدنی فسفر، آهن، پتاسیم و روی است (۲۱). لذا، این میوه به دلیل وجود خواص تغذیه‌ای مربوط به محتوای ویتامین، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدانی زیاد و همچنین خواص ضد التهابی و ضد تنش و دیگر خواص دارویی به‌شدت مورد توجه قرار گرفته است (۱۷). فیزالین A, B, D, F و گلیکوزیدها اجزای اصلی فعال تشکیل‌دهنده فیسالیس می‌باشند که فعالیت ضد سرطانی نشان می‌دهد (۲۹). در طب سنتی کشور پرو، میوه فیسالیس برای درمان سرطان و سایر بیماری‌ها مثل هپاتیت، آسم، مالاریا و درمانیت مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۳) و خوردن این میوه دارای شاخص گلیسمیک (Glycemic Index) کم بوده و ۹۰ دقیقه بعد از غذا باعث کاهش قند خون در بزرگسالان می‌شود (۲۱). عوامل مختلفی مانند مسائل اقلیمی، ژنتیکی و مدیریتی بر رشد و نمو میوه تأثیر می‌گذارند. به‌عنوان مثال، تنوع بیان چندین ژن در طول توسعه گل و میوه ممکن است به تنوع اندازه میوه کمک کند (۲۶). هورمون‌های اکسین، سیتوکینین، جیبرلین، اسید آبسزیک و اتیلن نیز به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد، می‌توانند در مراحل مختلف توسعه میوه مؤثر باشند (۱۹). در سال‌های اخیر، با توجه به افزایش جمعیت جهانی و نیاز زیاد مواد غذایی کشورها و میزان ضایعات میوه و تره‌بار، دستیابی به راهکارهای علمی و اجرایی جهت افزایش تولید محصولات غذایی در واحد سطح زیر کشت، افزایش طول عمر انبارداری میوه‌ها و جلوگیری از افزایش ضایعات آن‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد.

میوه‌بندی ضعیف و اندازه حبه‌ها به‌طور بالقوه از عوامل محدودکننده عملکرد و سودآوری میوه‌های سته (بری) می‌باشند. فیسالیس، یکی از میوه‌های فرازگراست که هر بوته آن در ارتفاع ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر بالاتر از سطح دریا و تحت

استفاده کمتر از مواد شیمیایی و در نتیجه سالم‌تر بودن محصولات کشاورزی را می‌توان برشمرد.

از آنجا که قیمت ۱۰۰ گرم میوه فیسالیس در بازارهای جهانی حدود یک دلار است و همچنین گران‌ترین میوه در بازار ایران به حساب می‌آید، بنابراین، استفاده از تیمارهایی که اندازه و وزن میوه‌ها را افزایش دهد و همچنین به ماندگاری پس از برداشت محصول کمک کند، می‌تواند علاوه بر افزایش بازارپسندی، مقرون‌به‌صرفه بوده و میزان تولید در واحد سطح را نیز افزایش دهد. استفاده از سیتوکینین‌ها به طرق مختلف اندازه میوه‌های بری را بهبود می‌بخشد. تیدیاژرون یکی از انواع سیتوکینین‌های مصنوعی و قوی می‌باشد که اثرهای آن بر اندازه و خواص کیفی انواع مختلف میوه در مطالعات متعدد انجام شده واضح و چشمگیر است (۲، ۳، ۴، ۷، ۹ و ۲۰). بنابراین، با توجه به ارزش بالای غذایی و دارویی میوه فیسالیس و استقبال مصرف‌کنندگان و گسترش روز بروز آن در تمام نقاط جهان، تحقیق حاضر با هدف تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر افزایش وزن و خصوصیات کیفی و عمر انباری میوه‌های آن انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

بذرهای فیسالیس از شرکت آنالی پارس تهران خریداری گردیدند. این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی هیدروپونیک گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. مدت کشت و پرورش گیاه در کل چهار ماه به طول انجامید. مختصات جغرافیایی محل آزمایش ۲۷° ۳۸' عرض شمالی، ۲۷° ۴۶' طول شرقی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا می‌باشد. در ابتدا، برای اطمینان از جوانه‌زنی مناسب، بذرهای کشت حاوی بستر پرلیت کشت شدند. آبیاری بذرها تا قبل از جوانه‌زنی توسط آب شهری با EC در حدود ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر صورت پذیرفت. دمای گلخانه در کل دوره، شبانه ۱۶-۲۰ و روزانه ۳۰-۳۴ درجه سلسیوس بود. پس از جوانه‌زنی و رشد نسبی، گیاهچه‌های یکسان (۳-۵ برگگی و ارتفاع ۱۵-۱۸

گوشت سخت‌تر، پوست سبزتر و گلوکز، فروکتوز و محتوای قند کل کمتری نسبت به شاهد داشتند (۱۱). غوطه‌وری حبه‌های انگور بی‌دانه در محلول TDZ موجب افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها، درجه بریکس و pH آب‌میوه شده و اسیدپتید قابل تیترا آب‌میوه را در زمان برداشت کاهش داده است (۲۰). از سوی دیگر، کیوی‌های غوطه‌ور شده در محلول ۲۰ میلی‌گرم در لیتر TDZ (حدود ۱۴ روز پس از تمام گل) دارای رسیدگی بیشتری بوده و سفتی گوشت میوه، اسیدپتید قابل تیترا و محتوای نشاسته کمتر، میزان قندهای محلول (گلوکز، فروکتوز، ساکارز) و درجه بریکس بیشتری در زمان برداشت نسبت به میوه‌های تیمار نشده داشتند (۳). یاداوا (۳۱) با بررسی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد اتفون و پاکلوبوترازول بر کیفیت میوه فیسالیس، دریافتند که کاربرد ۴۰۰ پی پی ام اتفون و ۵۰ پی پی ام پاکلوبوترازول به‌طور معنی‌داری بر میزان حجم، تراکم و مواد جامد محلول تأثیر می‌گذارد. کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد GA₃ و NAA بر اندازه و وزن میوه، مواد جامد محلول، pH و میزان قندهای میوه فیسالیس تأثیر معنی‌داری نشان داد (۱۳).

امروزه، با توجه به محدودیت منابع آب و کاهش کیفیت خاک‌ها، تولید و فراهم آوردن غذا مستلزم استفاده از روش‌های جایگزین تولید و پرورش گیاه می‌باشد. از جمله این روش‌ها، استفاده از کشت‌های گلخانه‌ای و تولید به روش هیدروپونیک می‌باشد. در روش کشت هیدروپونیک، شرایط رشدی مطلوب و فراهمی عناصر غذایی موجب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی در تقابل با شرایط نامساعد می‌گردد. در سیستم هیدروپونیک، علی‌رغم نیاز به تخصص کافی و سرمایه اولیه نسبتاً زیاد در مقایسه با کشت خاکی، مزایای بسیاری مانند عملکرد خوب، نیاز به نیروی کار کم، مدیریت بهتر، عدم نیاز به رعایت تناوب کشت، کنترل علف‌های هرز، یکنواختی رشد گیاهان، حداقل اتلاف آب، عدم رقابت گیاهان برای آب و عناصر غذایی، امکان اعمال تأمین مواد غذایی متناسب با نیازهای گیاهان و



شکل ۱. مرحله انتقال نشاها (سمت چپ) و مرحله بلوغ و گل‌دهی بوته‌ها (سمت راست)

جدول ۱. غلظت عناصر و کودهای استفاده شده در تهیه محلول غذایی

عنصر	مقدار کود مصرفی (mg/L)	منبع کودی
N	۱۰	NH ₄ NO ₃
P	۵۰	KH ₂ PO ₄
K	۳۰۰	KNO ₃
Ca	۴۵۵	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O
Mg	۲۵۰	MgSO ₄ .7H ₂ O
Fe	۴	FeEDTA
Cu	۰/۰۸	CuSO ₄ .5H ₂ O
Zn	۰/۲۲	ZnSO ₄ .5H ₂ O
Mo	۰/۰۲	H ₂ MoO ₄ .H ₂ O
B	۱/۴	H ₃ BO ₃
Mn	۱/۸۱	MnSO ₄ .4H ₂ O

میلی گرم در لیتر تیدیاژرون با کد P6186 شرکت سیگما و با سه تکرار بودند و حدود ۱۵ روز بعد از تمام گل یعنی زمانی که اندازه میوه‌ها در حد ۵-۶ میلی‌متر بود، اعمال شدند (شکل ۲). برداشت میوه‌ها حدود سه ماه بعد از کاشت بذرها در مرحله تغییر رنگ میوه از سبز به زرد متمایل به نارنجی انجام گرفت (۱۰). اندازه میوه در جهات مختلف توسط کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شده و میانگین آن‌ها به دست آمد. وزن

سانتی‌متر) انتخاب شده و به بستر اصلی شامل گلدان‌های ۷ لیتری حاوی پرلیت انتقال یافتند (شکل ۱). بعد از جوانه‌زنی و ظهور برگ‌های لپه‌ای، نشاها تا مرحله ۳-۴ برگگی با محلول غذایی هوگلند (یک‌چهارم) تغذیه شدند. پس از انتقال به بستر اصلی تا مرحله گل‌دهی با غلظت یک‌دوم هوگلند و در اوایل مرحله گل‌دهی با محلول کامل هوگلند، طبق جدول ۱، مورد تغذیه قرار گرفتند. تیمارها شامل غلظت‌های صفر، ۲۰ و ۴۰

(۵) استفاده گردید. در این روش، ابتدا محلول بوتیرات هیدروکسی تولوئن (BHT) تهیه شد. بدین منظور، مقدار ۰/۰۵ گرم از این ماده، پس از وزن کردن، با استون به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه محلول استاندارد، جهت رسم منحنی واسنجی، غلظت‌های مختلف لیکوپین در n- هگزان تهیه گردید. بدین منظور، غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر آماده گردید و مقدار جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۰۳ نانومتر ثبت و منحنی واسنجی رسم گردید. سپس، جذب به ازای غلظت لیکوپین نشان داده شده در نمودار واسنجی به دست آمد (۲۰). جهت تهیه عصاره فیسالیس، مقدار ۰/۶ گرم از میوه تازه به قطعات کوچک‌تر بریده شد و در هاون به‌طور کامل له شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول بوتیرات هیدروکسی تولوئن، ۵ میلی‌لیتر اتانول و ۱۰ میلی‌لیتر هگزان به نمونه میوه اضافه گردید. برای اندازه‌گیری مقدار لیکوپین فیسالیس، محلول فوق در مرحله بعد درون لوله‌های آزمایشی ریخته شد و لوله‌ها نیز درون بشری پر از یخ‌های خرد شده قرار داده شد. سپس، بشر به مدت ۱۵ دقیقه روی همزن مغناطیسی قرار داده شد. در مرحله بعد، مقدار ۳ میلی‌لیتر آب مقطر به محلول فوق اضافه گردید و به مدت ۵ دقیقه روی دستگاه لرزاننده (Shaker) عملیات تکان‌دهی صورت گرفت. سپس، لوله‌های آزمایش از بشر بیرون آورده شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند تا دو فاز کاملاً مشخص از هم تشکیل شد. فاز بالایی زردرنگ و فاز پایینی سفیدرنگ بود. در این مرحله، محتویات بالایی لوله را به درون سل اسپکتروفتومتر (Moticm CL- 45240-00, China) منتقل و میزان جذب آن در طول موج ۵۰۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای واسنجی دستگاه اسپکتروفتومتر، از محلول هگزان استفاده شد (۲۰).

$$\text{مقدار لیکوپین} = \frac{92.1}{\text{گرم بافت میوه}} \times \text{مقدار لیکوپین}$$

[۱]

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شده و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD صورت گرفت. رسم نمودارها توسط Excel انجام شد.



شکل ۲. مرحله اعمال تیمارها

میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (مدل PAL-1) ساخت شرکت آتاگو ژاپن استفاده شد. بدین منظور، عصاره میوه توسط دستگاه عصاره‌گیر استخراج شده و پس از صاف کردن عصاره، دو تا سه قطره از این مخلوط روی حسگر دستگاه چکانده و میزان مواد جامد محلول کل برحسب درصد (درجه بریکس) بیان شد. برای تعیین هدایت الکتریکی (EC) آب‌میوه، مقدار ۲۰ گرم از میوه را توزین کرده و سپس توسط عصاره‌گیر آب آن گرفته شد و با آب مقطر با نسبت ۱:۱۰ رقیق کرده و EC آن به‌وسیله دستگاه EC متر (EC215, HANA Instrument) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری ماندگاری پس از برداشت میوه‌ها، بعد از رنگ‌گیری و رسیدن میوه‌های تیمار شده، بعد از چیده شدن و پس از جداسازی از غلاف، در دمای اتاق (۲۳-۲۵ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. روز اول چیده شدن تا روزی که میوه‌ها نرم و آبکی شده و غیرقابل استفاده شدند، مبنای تعداد روزهای ماندگاری لحاظ شد. به‌منظور اندازه‌گیری لیکوپین، از روش فیش و همکاران

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیدیاژرون بر صفات وزن تر تک‌میوه و اندازه میوه فیسالیس

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
اندازه میوه	وزن تر تک‌میوه		
۱۲/۱۶**	۲/۰۸**	۲	تیمار
۰/۵۱	۰/۱	۶	خطای آزمایش
۳/۹	۵/۵۱		ضرب تغییرات (%)

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪



شکل ۳. اختلاف اندازه و رنگ میوه بین غلظت‌های مختلف تیدیاژرون

ترتیب ۲۳/۷ و ۱۸/۶۶ درصد افزایش نشان داد. اختلاف بین غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در صفات اندازه و وزن تر میوه معنی‌دار نشد. همچنین، تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با میانگین وزن تر تک‌میوه ۶/۴ و ۶ گرم (۲۵ و ۲۰ درصد افزایش نسبت به شاهد) بیشترین وزن تر میوه را به خود اختصاص دادند (شکل‌های ۳، ۴، و ۵).

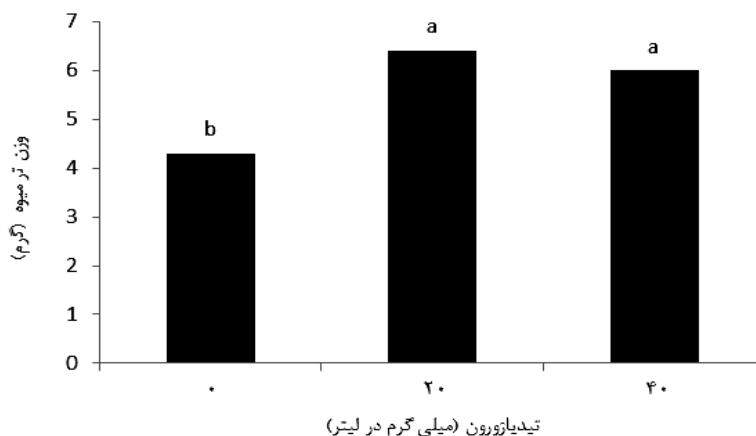
سیتوکینین‌ها تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که توانایی افزایش تقسیم سلولی و توسعه سلول را دارند. تقسیم سلولی در مراحل اولیه تکامل میوه تأثیر زیادی روی اندازه نهایی میوه دارد (۱۶ و ۲۸). کاربرد خارجی هر یک از دو سیتوکینین TDZ و CPPU عملکرد میوه بزرگ را در چندین محصول مانند سیب (۸ و ۹)، گلابی (۶ و ۲۴)، انگور (۱۸ و ۲۰)، کیوی فروت (۱ و ۳) و خرمالو (۱۱) افزایش داده است. با توجه به غلظت‌های بسیار کم مورد نیاز CPPU و TDZ نوید بزرگی برای استفاده

نتایج و بحث

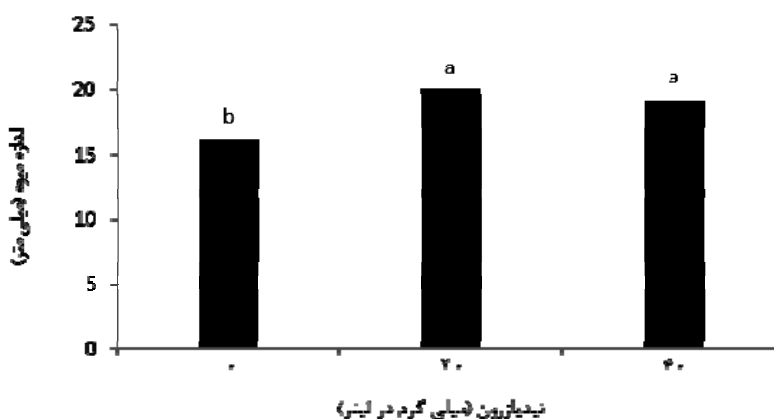
اندازه و وزن تر میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار تیدیاژرون در غلظت‌های صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بر اندازه و وزن تر میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به اینکه مصرف‌کنندگان اروپایی اغلب ویژگی‌های بصری میوه فیسالیس را مدنظر داشته و در ایران نیز میوه‌های درشت موردپسندتر است، بنابراین افزایش اندازه میوه می‌تواند علاوه بر سودآوری بیشتر، نقش مهمی در بازاریابی و فروش این محصول داشته باشد.

در این آزمایش، بیشترین و کمترین اندازه میوه (با میانگین ۱۹/۹۵ و ۱۶/۱۳ میلی‌متر) به ترتیب به تیمارهای ۲۰ و صفر میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون تعلق داشت. اندازه میوه در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد به



شکل ۴. تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر میانگین وزن تر تک‌میوه فیسالیس



شکل ۵. تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر میانگین اندازه میوه فیسالیس

از این مواد شیمیایی جهت افزایش وزن بری‌های انگور بی‌دانه می‌دهد (۲۵). تیمار میوه‌های فیسالیس با GA_3 (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، به طور مؤثر اندازه میوه ($2/56 \times 2/3$ سانتی‌متر)، وزن میوه (۹/۲۳ گرم) و حجم میوه (۹/۸۷ سانتی‌متر مکعب) را افزایش داد (۱۳). استفاده از تیدیاژرون موجب یکنواخت شدن میوه‌های تولیدی و همچنین تسریع در رسیدگی میوه‌های کیوی شد (۴). ممکنست کاربرد این هورمون‌های خارجی بر تولید هورمون‌های داخلی گیاه تأثیر بگذارد. لوئیس و همکاران (۱۵) گزارش کردند که کاربرد CPPU موجب افزایش رشد کیوی شد. اما میزان سیتوکینین داخلی میوه را کاهش داد و این فرضیه را مطرح کرد که

CPPU موجب واکنش بازخورد (Feedback) می‌شود که میزان سیتوکینین‌های درونی را کاهش می‌دهد.

خصوصیات کیفی میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمار تیدیاژرون در غلظت‌های صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بر صفات TSS، EC، مقدار لیکوپن، دیررسی و ماندگاری پس از برداشت میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳).

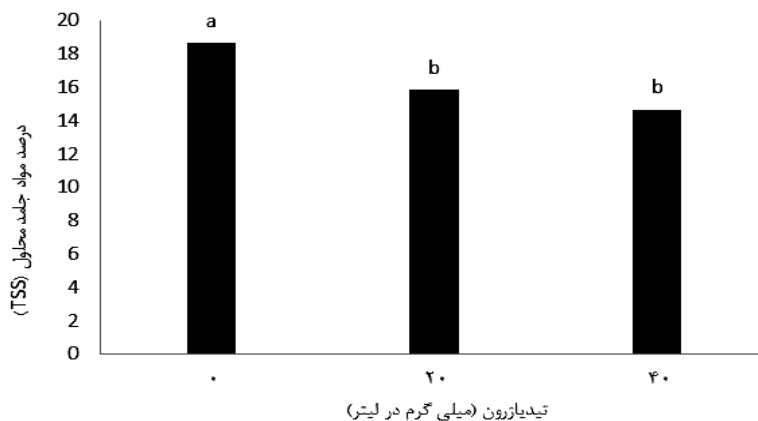
TSS و EC آب‌میوه

در این آزمایش، با افزایش غلظت تیمار تیدیاژرون، میزان مواد

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر تیدیاژرون بر صفات کیفی میوه فیسالیس

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	TSS میوه	EC میوه	لیکوپن	دیررسی نسبت به شاهد	ماندگاری پس از برداشت
تیمار	۲	۱۲/۴۷**	۴۸۷۰۰**	۲۲۹/۶۸**	۷۱/۴۴**	۲۲۱/۴۴**
خطای آزمایش	۶	۰/۲۸	۷۶۶/۶۷	۲/۰۸	۱/۴۴	۲/۵۶
ضریب تغییرات (%)	-	۳/۲۵	۱/۷۹	۵/۸۴	۲۲/۹۹	۷/۷۸

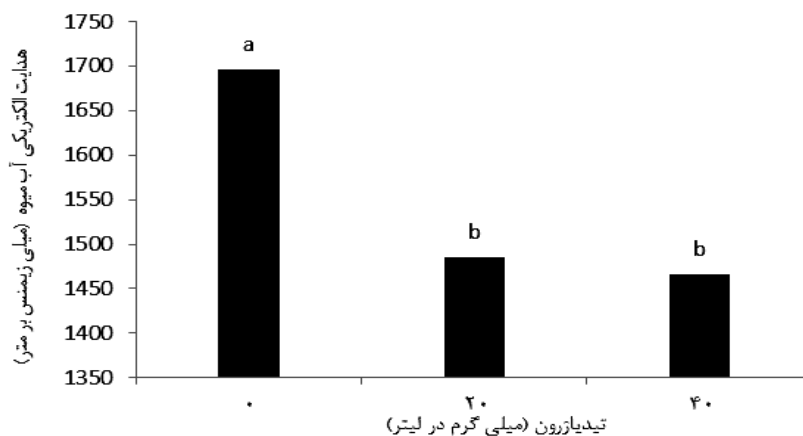
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪



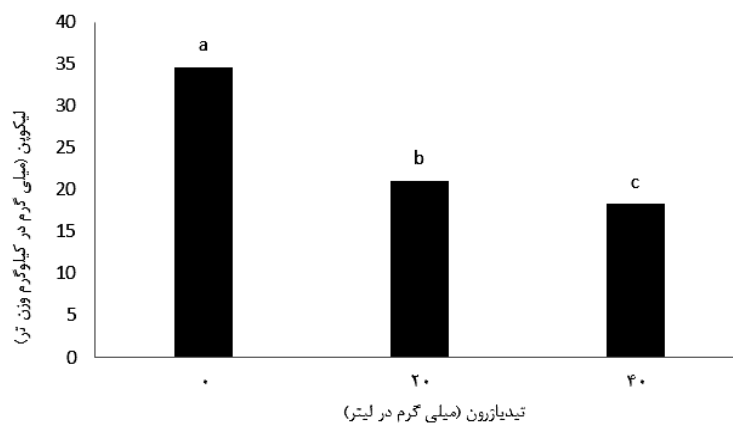
شکل ۶. تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر میانگین درصد مواد جامد محلول (TSS) میوه فیسالیس

حبه‌های با ۵-۶ میلی‌متر قطر در محلول تیدیاژرون تا غلظت‌های ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، درجه بریکس و pH آب‌میوه را کاهش و اسیدیته قابل تیتراژ آب‌میوه را در زمان برداشت افزایش داد (۲۰). غوطه‌ور کردن خوشه‌ها در ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و ۶- بنزیل آمینو-۹- (۲- تترا- هیدروپیرانیل)- ۹ اچ- پورین (BTP) منجر به افزایش اندازه و مجموعه بری‌ها شد؛ اما در برخی ارقام باعث کاهش درجه بریکس (درصد قند) شده بود (۲۷). از سوی دیگر، به‌طور مخالف با نتایج این آزمایش، کیوی‌های غوطه‌ور شده در محلول ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون (حدود ۱۴ روز پس از تمام گل) محتوای قندهای محلول (گلوکز، فروکتوز، ساکارز) و درجه بریکس بیشتری در زمان برداشت نسبت به میوه‌های تیمار نشده داشتند (۳). در کیوی‌های تیمار شده با CPPU، نتایج مشابهی گزارش شده است (۱۲). تیمار میوه‌های فیسالیس با GA₃ (۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، به طور مؤثر قند (۳/۱۹ درصد)

جامد محلول میوه و هدایت الکتریکی آب‌میوه کاهش یافت (شکل ۶). اختلاف مواد جامد محلول میوه و هدایت الکتریکی آب‌میوه بین تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار شاهد در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین، اختلاف مواد جامد محلول میوه بین تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد؛ اما اختلاف این دو در صفت EC آب‌میوه معنی‌دار نشد. میزان مواد جامد محلول میوه در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب ۱۵ و ۲۱/۲۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین، میزان هدایت الکتریکی آب‌میوه به ترتیب ۱۲/۳۷ و ۱۳/۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۷). در خرمالو، محلول‌پاشی تیدیاژرون در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تمام گل بلوغ میوه را به تأخیر انداخت. میوه‌های تیمار شده با تیدیاژرون در زمان برداشت، گلوکز، فروکتوز و محتوای قند کل کمتری نسبت به شاهد داشتند (۱۱). در انگور بی‌دانه، غوطه‌وری



شکل ۷. تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر میانگین هدایت الکتریکی آب میوه فیسالیس



شکل ۸. تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیاژرون بر میانگین لیکوپن بافت تازه میوه فیسالیس

شباهت زیادی دارد. ثابت شده که لیکوپن یکی از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است. بنابراین، اطلاع از میزان آن در میوه‌های مختلف، به‌ویژه فیسالیس، می‌تواند اهمیت بسیار داشته باشد.

نتایج این آزمایش در رابطه با مقدار لیکوپن میوه فیسالیس، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین غلظت‌های صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت تیدیاژرون، غلظت لیکوپن بافت میوه کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۸). اختلاف غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار نشد. تیمار بدون لیکوپن با میانگین ۳۴/۶۶ و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در

و قند کل (۹/۲ درصد) را کاهش داد و محتوای اسید میوه را به حداقل رساند (۱۴). در این آزمایش، افزایش در اندازه میوه با کاهش TSS و EC آب‌میوه همراه بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که افزایش در اندازه میوه فیسالیس تحت تأثیر افزایش اندازه سلول‌ها و محتوای آب بافت صورت گرفته است.

مقدار لیکوپن

لیکوپن جزو کارتنوئیدها و از خانواده‌ی فیتوکمیکال‌ها و یک رنگدانه‌ی طبیعی است که بر خلاف دیگر کارتنوئیدها، تبدیل به ویتامین A نمی‌شود. لیکوپن مسئول رنگ قرمز در بسیاری از میوه‌ها و مخصوصاً گوجه‌فرنگی است. این ماده به بتاکاروتن

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تیدیاژرون بر بلوغ و ماندگاری پس از برداشت میوه فیسالیس

تیمار تیدیاژرون (mg/L)	دیررسی نسبت به شاهد (روز)	ماندگاری پس از برداشت (روز)
۰	۰ c	۱۱/۳۳c
۲۰	۶b	۲۲ b
۴۰	۹/۶۷ a	۲۸/۳۳a

حروف غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشند

بلوغ و ماندگاری میوه فیسالیس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت تیدیاژرون از ۲۰ به ۴۰ میلی‌گرم در لیتر، میانگین دیررسی میوه نسبت به تیمار شاهد در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴)، به طوری که میوه‌های تیمار شده با ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون به طور متوسط ۶ روز و میوه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون ۹/۶۷ روز دیرتر از میوه‌های شاهد رنگ گرفته و رسیدند.

همچنین، نتایج نشان داد که با افزایش غلظت تیدیاژرون، عمر پس از برداشت میوه‌ها (در دمای اتاق) به طور چشمگیری افزایش یافت ($P < 0.01$) (جدول ۴). به طوری که تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیاژرون با ۲۸ روز ماندگاری و تیمار شاهد با ۱۱ روز ماندگاری به ترتیب بیشترین و کمترین ماندگاری پس از برداشت را به خود اختصاص دادند (شکل ۹).

تیمار کوتاه‌مدت ۲۴ ساعته TDZ در غلظت‌های بیشتر از ۱۰ میکرومولار، پیری و زردی برگ‌ها را در آلسترومریا بیشتر از ۶۰ روز به تأخیر انداخت. در حالی که در غلظت‌های کمتر از ۱ میکرومولار در به تأخیر انداختن پیری برگ‌ها بی‌تأثیر بود (۷). مکانیسم دقیق عمل تیدیاژرون هنوز به طور کامل شناخته نشده است. اما گزارش‌هایی مبنی بر اثر تیدیاژرون بر تعدیل هورمون‌های داخلی مانند اتیلن و ABA وجود دارد و این هورمون با اثر بر لیپیدهای غشایی، پروتئین‌ها و فعالیت چند آنزیم کلیدی فعالیت بیولوژیک خود را انجام می‌دهد. تیدیاژرون با فعالیت شبه‌سیتوکینینی موجب به تأخیر افتادن



شکل ۹. تأخیر در بلوغ میوه با کاربرد تیمار تیدیاژرون

لیتر با میانگین ۱۸/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بافت تازه میوه (۴۷/۲۰ درصد کاهش) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان لیکوپین بافت میوه را داشتند. تیمار CPPU بلوغ میوه را به تأخیر انداخته و در نتیجه درجه درصد قند و pH کاهش و اسیدیته قابل تیتراژ افزایش یافته و در ارقام پوست‌آبی، رنگ پوست و آب‌میوه روشن‌تر و میزان آنتوسیانین کمتر بود (۲۰). در ارقام سیب‌گالا و فوجی، کاربرد ۲۰ گرم در هکتار تیدیاژرون، سطح قرمز میوه را که حدود ۱۰٪ بود، کاهش داد (۲). همچنین، در درختان سیب محلول‌پاشی شده با TDZ و CPPU (غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) نزدیک به مرحله تمام گل، رنگ قرمز میوه کاهش یافت (۸). در انگورهای بی‌دانه، کاربرد TDZ محتوای آنتوسیانین میوه را کاهش داد (۲۰). این امر ممکن است نتیجه تأخیر در بلوغ میوه (و تأخیر در سنتز آنتوسیانین‌ها) یا برخی اثرهای مستقیم TDZ در مسیرهای متابولیک منجر به سنتز آنتوسیانین‌ها در پوست میوه باشد (۲۰).

نتایج این آزمایش نشان داد که گرچه کاربرد TDZ (در مراحل اولیه تشکیل میوه) برخی از شاخص‌های کیفی میوه در زمان برداشت را کاهش داد، اما توانست به‌طور قابل توجهی شاخص‌های کمی (اندازه و وزن میوه) و ماندگاری پس از برداشت میوه را افزایش دهد. همچنین، تأخیر در بلوغ فیسالیس با کاربرد این تنظیم‌کننده رشد سیتوکینینی می‌تواند نقش مهمی در تنظیم بازار و عرضه و تقاضای این محصول داشته باشد. بر اساس نتایج این آزمایش، از آنجا که تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر TDZ بزرگ‌ترین اندازه میوه را با کمترین کاهش شاخص‌های کیفی میوه نسبت به شاهد تولید کرده است، می‌تواند به‌عنوان تیماری مناسب جهت افزایش عملکرد، ماندگاری و در نتیجه سودآوری بیشتر حاصل از کشت و پرورش فیسالیس معرفی شود. عوامل مختلفی مانند زمان استفاده و غلظت استفاده شده، نحوه‌ی عمل و اثرگذاری TDZ را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین، برای روشن شدن مکانیسم عمل این تنظیم‌کننده رشد در فیسالیس و برای تعریف متغیرها و شرایط مناسب برای استخراج بهترین نتیجه، هنوز مطالعات جامع‌تر و دقیق‌تری مورد نیاز است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از راهنمایی‌ها و همکاری جناب آقای دکتر فریبرز زارع نهندی صمیمانه سپاسگزاری کنند.

تجزیه کلروفیل، افزایش آنزیم‌های کلیدی فتوسنتز و وزن نسبی می‌شود (۷).

در خرمالو، محلول‌پاشی تیدیاژرون در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تمام گل، بلوغ میوه را به تأخیر انداخت. میوه‌های تیمار شده با تیدیاژرون در زمان برداشت، گوشت میوه سفت‌تری داشتند (۱۱). بلوغ میوه تحت تأثیر TDZ در ارقام سیب گالا (زودرس) به‌شدت به تأخیر افتاد (۲). تیدیاژرون و CPPU همچنین بلوغ میوه را در انگور، خرمالو و سیب به تأخیر انداختند (۸، ۱۱، ۲۰). با این وجود، در کیوی فروت، این ترکیبات همراه با زودرسی میوه، افزایش در محتوای مواد جامد محلول، کاهش در اسیدیته قابل تیتر کل و سفتی گوشت میوه را القا کردند (۳ و ۱۲). این تفاوت، نشان‌دهنده تفاوت در عمل این ترکیبات در میوه‌های دیگر است. در سیب‌های رد دلشز، محلول‌پاشی تیدیاژرون در غلظت‌های ۱۰-۵ میلی‌گرم در لیتر، سفتی گوشت میوه را در زمان برداشت و ۲۶ هفته بعد از انبار منظم افزایش داد. در سیب‌های رقم مکینتاش، محلول‌پاشی تیدیاژرون در غلظت‌های ۱۰-۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۲) روز پس از تمام گل) سفتی گوشت میوه را افزایش داد (۹). با توجه به اینکه مقادیر استفاده شده تیدیاژرون در غلظت بسیار کم می‌باشند، بنابراین می‌توان محتاطانه از این هورمون رشد گیاهی برای مقاصد مختلف بهره برد.

نتیجه‌گیری

منابع مورد استفاده

1. Biasi, R., G. Costa, R. Giuliani, F. Succi and S. Sansavini. 1991. Effects of CPPU on kiwifruit performance. Acta Hort. 297: 367-373.
2. Do Amarante, C.V.T., C.A. Megguer and L.E. Bassay Blum. 2003. Effect of preharvest spraying with thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. Rev. Bras. Frutic. (Brazil) 25: 59-62.
3. Famiani, F., A. Battistelli, S. Moscatello, M. Boco and E. Antognozzi. 1999. Thidiazuron affects fruit growth, ripening and quality of *Actinidia deliciosa*. J. Hort. Sci. Biotech. 74: 375-380.
4. Famiani, F., P. Proietti, M. Pilli, A. Battistelli and S. Moscatello. 2007. Effects of application of thidiazuron (TDZ), gibberellic acid (GA3), and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on fruit size and quality of *Actinidia deliciosa*

- 'Hayward'. New Zeal. J. Crop Hort. 35(3): 341-347.
5. Fish, W.W., P. Perkins-Veazie and J.K.J. Collins. 2002. Tomato lycopene measuring by butylate hydroxyl toluene. Food Compos. 15: 309-317.
 6. Flaishman, M.A., A. Shargal and R.A. Stern. 2001. The synthetic cytokinin CPPU increases fruit size and yield of 'Spadona' and 'Costia' pear (*Pyrus communis* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 76: 145-149.
 7. Ferrante, A., D.A. Hunter, W.P. Hackett and M.S. Reid. 2002. Thidiazuron-a potent inhibitor of leaf senescence in Alstroemeria. Postharvest Biol. Technol. 25: 333-338.
 8. Greene, D.W. 1989. CPPU influences 'McIntosh' apple crop load and fruit characteristics. HortSci. 24: 94-96.
 9. Greene, D.W. 1995. Thidiazuron effects on fruit set, fruit quality, and return bloom of apples. HortSci. 30: 1238-1240.
 10. Hassanien, M.F.R. 2011. *Physalis peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceutical. Food Rev. Int. 27(3): 259-273.
 11. Itai, A., K. Tanabe, F. Tamura, S. Susaki, K. Yonemori and A. Sugiura. 1995. Synthetic cytokinins control persimmon fruit shape, size and quality. J. Hort. Sci. 70: 867-873.
 12. Iwahori, S., S. Tominaga and T. Yamasaki. 1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit, *Actinidia chinensis* Japanese pear, grapevine, and kiwifruit. Acta Hort. 239: 395-398.
 13. Kaur, G., A.P. Kaur, B. Singh and S. Singh. 2013. Effect of plant growth regulators on fruit quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) cv. Aligarh. Int. J. Agric. Sci. 9(2): 633-635.
 14. Kim, J.G., Y. Takami, T. Mizugami, K. Beppu, T. Fukuda and I. Kataoka. 2006. CPPU application on size and quality of hardy kiwifruit. Sci Hort. 110: 219-222.
 15. Lewis, D.H., G.K. Burge, M.E. Hopping and P.E. Jamson. 1996. Cytokinins and fruit development in kiwifruit. Effects of reduced pollination and CPPU application. Physiol. Plant. 98: 187-195.
 16. Looney, N.E. 1993. Improving fruit size, appearance and other aspects of fruit crop quality with plant bioregulant chemicals. Acta Hort. 329: 120-127.
 17. Martínez, W., L.F. Ospina, D. Granados and G. Delgado. 2010. In vitro studies on the relationship between the anti-inflammatory activity of *Physalis peruviana* extracts and the phagocytic process. Immunopharmacol. Immunotoxicol. 32: 63-73.
 18. Nickell, L.G. 1986. Effects of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N', phenylurea on grapes and other crops. In: Proceedings of the 13th Annual Meeting on Plant Growth Regulators Society of America, pp. 236-241.
 19. Ozga, J.A. and D.M. Reinecke. 2003. Hormonal interactions in fruit development. J. Plant Growth Regul. 22: 73-81.
 20. Reynolds, A., D. Wardle, C. Zurowski and N. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. J. Am. Soc. Hort. Sci. 117: 85-89.
 21. Rodríguez, S. and E. Rodríguez. 2007. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Revista Médica Vallejiana 4(1): 43-52.
 22. Salazar, M.R., J.W. Jones, B. Chaves and A. Cooman. 2008. A model for the potential production and dry matter distribution of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Sci. Hort. 115: 142-148.
 23. Srivastava, A. and A.K. Handa. 2005. Hormonal regulation of tomato fruit development: A molecular perspective. J. Plant Growth Regul. 24: 67-82.
 24. Stern, R.A., A. Shargal and M.A. Flaishman. 2002. Effects of the synthetic cytokinin CPPU on fruit size and yield of 'Spadona' pear (*Pyrus communis* L.). Acta Hort. 596: 797-801.
 25. Suárez-Pantaleón, C., J.V. Mercader, C. Agulló, A. Abad-Somovilla and A. Abad-Fuentes. 2008. Production and characterization of monoclonal and polyclonal antibodies to forchlorfenuron. J. Agric. Food Chem. 56: 11122-11131.
 26. Wang, L., Z.C. Li and C.Y. He. 2012. Transcriptome-wide mining of the differently expressed transcripts for natural variation of floral organ size in *Physalis philadelphica*. J. Exp. Bot. 63: 6457-6465.
 27. Weaver, R.J., J. Van Overbeek and R.M. Pool. 1966. Effect of kinins on fruit set and development in *Vitis vinifera*. Hilgardia 37: 181-201.
 28. Westwood, M.N. 1993. Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture. Timber Press, Portland, OR.
 29. Wu, S.J., L.T. Ng, D.L. Lin, S.N. Huang, S.S. Wang and C.C. Lin. 2004. *Physalis peruviana* extract induces apoptosis in human Hep G2 cells through CD95/CD95L system and the mitochondrial signaling transduction pathway. Cancer Lett. 215(2): 199-208.
 30. Yadava, L.P. 2001. Effect of paclobutrazol and ethephon on growth and productivity of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). J. Appl. Hort. 3: 122-124.
 31. Yadava, L.P. 2012. Effect of growth retardants on floral biology, fruit set and fruit quality of Cape gooseberry. Amer. J. Plant Physiol. 7(3): 143-148.

32. Zabadal, T.J. and M.J. Bukovac. 2006. Effect of CPPU on fruit development of selected seedless and seeded grape cultivars. HortSci. 41: 154-157.
33. Zavala, D., Q. Mauricio, A. Pelayo, M. Posso, J. Rojas and V. Wolach. 2006. Citotoxic effect of *Physalis peruviana* (capuli) in colon cancer and chronic myeloid leukemia. Anales de la Facultad de Medicina 67(4): 283-289.