بررسی زمان وغلظت مناسب محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی در افزایش برخی از صفات میوه پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین

سمیه رستگار و مجید راحمی[1*]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۲۴)

چکیده

پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین، جزء ارقام زودرس محسوب می‌شوند. تأخیر در برداشت میوه، باعث کاهش آب و نرم شدن میوه می‌شود. از تنظیم کننده‌های رشد، برای بهبود کیفیت میوه مرکبات استفاده شده است. در پژوهش حاضر زمان و غلظت مناسب کاربرد اسیدجیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی جهت افزایش آب میوه، سفتی و تأخیر در پیری میوه ارقام پرتقال ناول (Navel) و نارنگی کلمانتین (Clementine) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در یک باغ تجارتی واقع در شهرستان جهرم انجام گرفت. محلول پاشی شاخه‌ها (شمال و جنوب هر درخت) با استفاده از سمپاش ۱۰ لیتری تا حد آب چک انجام شد. در هر دو سال تیمارهای اسیدجیبرلیک (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ایزوپروپیل‌استر ۲،۴- دی (۸، ۱۲و۲۴ میلی گرم در لیتر) در سه زمان ۸ مهر (پرتقال با قطر متوسط ۶۴ میلی‌متر و نارنگی با قطر متوسط ۴۶ میلی‌متر) ۲۲مهر (پرتقال با قطر متوسط ۶۹ میلی‌متر و نارنگی با قطر متوسط ۴۸ میلی‌متر) و ۱۶ آبان (پرتقال با قطر متوسط ۷۰ میلی‌متر و نارنگی با قطر متوسط ۵۰ میلی‌متر) استفاده شدند. میوه‌های پرتقال ناول ۴۵ روز و میوه‌های نارنگی کلمانتین ۳۵ روز بعد از آخرین محلول پاشی برداشت شدند. نتایج آزمایش نشان داد که پرتقال ناول به مرحله دوم محلول پاشی (۲۲ مهر، میوه با قطر متوسط ۶۹ میلی‌متر) و نارنگی کلمانتین به مرحله اول محلول پاشی (۸ مهر، میوه با قطر متوسط۴۶ میلی متر) بهترین واکنش را نشان دادند. اسید جیبرلیک در مقایسه با ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی تأثیر بیشتری در افزایش میزان آب، سفتی میوه وتأخیر در پیری داشت و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی بیشتر در افزایش اندازه میوه مؤثر بود. اسید جیبرلیک در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی در غلظت ۲۴ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد باعث بیشترین میزان آب میوه شدند.

واژه‌های کلیدی: پرتقال ناول ،نارنگی کلمانتین، اسید جیبرلیک، ایزوپروپیل استر۲،۴-دی

مقدمه

پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین به طور وسیعی در کشورهای مختلف جهان کشت می‌گردند و در مقایسه با سایر ارقام مرکبات از اهمیت تجاری خاصی برخوردارند. ناول یکی از ارقام مهم کالیفرنیا، اسپانیا و آفریقای جنوبی می‌باشد (۲). رقم کلمانتین طی سال‌های ۱۳۰۹ و ۱۳۱۱وارد ایران شد و به علت مقاومتی که در سال ۱۳۴۲ به سرما نشان داد جزء ارقام اقتصادی نارنگی در شمال قرارگرفت. باتوجه به این که زمان رسیدن میوه

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Rahemi@shirazu.ac.ir

در ارقام ناول وکلمانتین۶-۹ ماه از زمان شکوفایی گل‌ها می‌باشد، جزء ارقام زودرس محسوب می‌شوند (۲).

تعدادی از ارقام مرکبات از قبیل انواع نارنگی و پرتقال تقریباً هم‌زمان برداشت و به بازار فرستاده می‌شوند، عرضه و تنوع زیاد این محصولات در بازار، قیمت آن را در زمان برداشت کاهش می‌دهد. لذا تأخیر در برداشت و افزایش مدت زمان نگه‌داری میوه روی درخت می‌تواند مدت زمان عرضه آن را به بازار افزایش داده و از تلفات میوه در فصل برداشت جلوگیری نماید (۱). از طرفی تأخیر در برداشت میوه، به علت شروع مراحل رسیدن و پیری، باعث حساس‌تر شدن بافت آنها نسبت به حمله عوامل بیماری زا می‌شود. بنابراین کند کردن تغییراتی که با این مراحل در ارتباط می‌باشند، می‌تواند باعث افزایش عمر انباری این محصولات و کاهش پوسیدگی در آنها گردد (۲). معمولاً نرم شدن، ریزش، کاهش آب میوه وکاهش کیفیت، مشکل عمده برای میوه‌هایی است که بعد از زمان برداشت روی درخت نگه‌داری می‌شوند. دراغلب مرکبات دیر برداشت شده کاهش آب وخشکیدگی میوه در نتیجه گرانوله شدن (Granulation) یا متلاشی شدن آبدانک‌ها (Juice sace) اتفاق می‌افتد. افزایش ضخامت دیواره سلولی وافزایش لیگنین در آبدانک‌های گرانوله شده گزارش شده است (۲۴). استفاده از تنظیم کننده‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین از روش‌های موفق در افزایش کیفیت میوه مرکبات می‌باشد. ازنار و همکاران (۸) گزارش کردند که محلول پاشی Phenothiol (نوعی اکسین مصنوعی) در اواخر ریزش فیزیولوژیکی باعث افزایش اندازه میوه نارنگی فورچون می‌شود.

اسید جیبرلیک جنبه‌های مختلف پیری پوست میوه را به تأخیر می‌اندازد (۲۶). به همین دلیل برای افزایش فصل برداشت در بسیاری ازمحصولات از جمله مرکبات استفاده می‌شود (۳۱). کاربرد جیبرلین‌ها در به تعویق انداختن پیری در لیموترش وگریپ فورت مؤثر است (۲۸). تأخیر در پیری توسط اسیدجیبرلیک به خاطر آثار آن روی فعالیت‌های متابولیک وآنزیماتیک می‌باشد. بنابراین باتوجه به نقش اسید جیبرلیک در تولید پلی آمین‌ها که پیری را به تأخیر می‌اندازند، مشخص می‌شود که چگونه این تنظیم کننده رشد از کاهش پروتئین،کلروفیل و DNA در یاخته جلوگیری می‌کند (۳).

کاربرد اسید جیبرلیک در میوه مرکبات، باعث افزایش سفتی میوه و تأخیر در پیری پوست می‌شود. اسید جیبرلیک با نگه‌داری پوست در مرحله جوانی میزان حساسیت به فسادهای ایجاد شده ازطریق میکرو ارگانیزم‌ها را کاهش می‌دهد (۵). دیویز و همکاران (۱۴) و فیدلباز و همکاران (۱۸) افزایش آب میوه را در نتیجه محلول پاشی با اسید جیبرلیک به ترتیب در پرتقال هاملین و والنسیا گزارش کرده‌اند.

پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که میزان افزایش آب میوه به زمان بین کاربرد و برداشت بستگی دارد (۱۸). بنابراین تعیین زمان مناسب کاربرد تنظیم کننده‌های رشد جهت افزایش آب میوه ضروری می‌باشد. بنابراین هدف ازاین پژوهش بررسی زمان وغلظت مناسب استفاده از تنظیم کننده‌های رشد جهت افزایش آب، کیفیت میوه و تأخیردر پیری، پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در شرکت پارس نارنگ در شهرستان جهرم (محدوده جغرافیایی ′۴۵°۵۲ طول شرقی و ′۲۰°۲۸عرض شمالی) روی درختان پرتقال واشنگتن ناول و نارنگی کلمانتین ۱۲ ساله پیوندی روی پایه لیمو انجام شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا گردید. برای محلول پاشی اسید جیبرلیک در غلظت‌های (۱۰۰،۱۵۰،۲۰۰میلی‌گرم در لیتر)، از محلول تجاری پروجیب سیگما که یک میلی لیتر آن معادل ۳۹/۱ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک می‌باشد، و برای ۴،۲- دی در غلظت‌های (۸، ۱۶، ۲۴ میلی‌گرم در لیتر)، از ایزوپروپیل استر ۴، ۲- دی با درجه خلوص ۴۵ درصد (ساخت شرکت Amvac آمریکا)، در سه زمان ۸ مهر (پرتقال ناول با قطر متوسط ۶۴ میلی‌متر و نارنگی کلمانتین با قطر متوسط ۴۶ میلی‌متر) ۲۲ مهر

(پرتقال ناول با قطر متوسط ۶۹ میلی‌متر و نارنگی کلمانتین با قطر متوسط ۴۸ میلی‌متر) و ۱۶ آبان (پرتقال ناول با قطر متوسط ۷۰ میلی‌متر و نارنگی کلمانتین با قطر متوسط ۵۰ میلی‌متر) استفاده شد.

میوه‌های پرتقال ۴۵ روز بعد از آخرین محلول پاشی (قطر متوسط ۷۰ میلی‌متر) و میوه‌های نارنگی ۳۵ روز بعد از آخرین محلول پاشی (قطر متوسط ۵۰ میلی‌متر) برداشت شدند. از هر تکرار ۲۰ عدد میوه برداشت شد و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز منتقل شدند. سپس وزن میوه، درصد پوست ودرصد آب به کمک ترازوی دیجیتالی (ساخت شرکت Pand Industries آمریکا) تعیین گردید. درصد پوست میوه از طریق نسبت وزن پوست به وزن کل میوه محاسبه گردید. کلروفیل کل پوست با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری مدل ۲۰ (ساخت کارخانه Bausch and Lomb سویس) در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید (۳۲).

برای تعیین طول و قطر میوه با استفاده از یک خط کش مدرج، ۱۰ عدد میوه‌ای که قبلاً وزن گردیده بودند، به صورت افقی و عمودی در کنار خط کش قرار داده و به ترتیب متوسط قطر و طول میوه‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین کیفیت آب میوه، اسیدیته کل به روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال و معرف فنل فتالئین تعیین گردید. سفتی میوه توسط فشارسنجی که از روی فشارسنج‌های معرفی شده توسط بن- یهوشوا (۹) و هامسون (۲۵)، طراحی شده بود، اندازه‌گیری گردید. میزان سفتی میوه بر اساس واکنش میوه به فشار (۳ کیلوگرم نیرو در مدت ۱۵ ثانیه) وارده روی محور طولی، اندازه‌گیری شد و تغییر حالت میوه به میلی‌متر یادداشت گردید.

آسکوربیک اسید (ویتامین ث) با استفاده از روش تیتراسیون ایندوفنل اندازه‌گیری شد (۳۶).پس از تهیه محلول تیتر انت، محلول تثبیت کننده و محلول استاندارد، ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه را با ۱۰ میلی‌لیتر محلول تثبیت کننده متافسفریک مخلوط کرده، ۵ میلی لیتر از آن را با محلول ایندوفنل تیتر نموده تا رنگ صورتی کم رنگ ظاهر شود، حجم تیترانت مصرفی قرائت و میزان ویتامین ث موجود در آب میوه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$VitC(mg/100g) = correct\ volum \times 40$$

F= میلی‌گرم اسکوربیک اسید معادل میلی‌لیتر ایندوفنل

اطلاعات حاصل در دو سال متوالی، توسط نرم افزار SAS تجزیه واریانس گردید و میانگین‌های حاصله از طریق آزمون LSD در سطح احتمال P=٪۵ با یکدیگر مقایسه شدند و برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Exel استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد آب

نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو سال در پرتقال ناول نشان داد که اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول محلول پاشی و غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک در مرحله دوم محلول پاشی میزان آب میوه را نسبت به شاهد در سطح احتمال P=٪۵ به طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۱). درنارنگی کلمانتین در مرحله اول محلول پاشی اسید جیبرلیک در غلظت‌های مختلف و در مرحله دوم محلول پاشی اسید جیبرلیک در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و ۴،۲- دی درغلظت۲۴ میلی‌گرم در لیتردر مرحله اول محلول پاشی تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند (جدول۲).

زمان محلول پاشی در مقایسه با غلظت مواد تنظیم کننده رشد در افزایش میزان آب میوه پرتقال ناول مهم‌تر می‌باشد. زیرا افزایش میزان آب میوه در تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله دوم محلول پاشی برابر باافزایش میزان آب میوه در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتردر مرحله اول محلول پاشی بود. بنابراین زمان محلول پاشی با اسید جیبرلیک نقش مؤثری در افزایش آب میوه دارد. به طوری که در پرتقال ناول مرحله دوم ودر نارنگی کلمانتین مراحل اول ودوم محلول پاشی بیشترین میزان آب را نشان دادند. دیویز و همکاران (۱۴) و فیدلباز و همکاران (۱۸) بیشترین تأثیر اسید جیبرلیک در افزایش میزان آب میوه برای پرتقال هاملین و والنسیا در هنگام تغییر رنگ پوست میوه در فلوریدا به دست آوردند. مکانیزم

جدول ۱. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی برمیزان در صد آب میوه پرتقال ناول محلول پاشی شده درمرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm) مرحله دوم (قطر میوه ۶۹ mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۷۰ mm) درتجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	زمان‌های محلول پاشی (قطر میوه (mm))		
	مرحله اول (۶۴)	مرحله دوم (۶۹)	مرحله سوم (۷۰)
شاهد	۴۶/۰^{cd}	۴۶/۰^{cd}	۴۶/۰^{cd}
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۵۰/۵^{abc}	۵۲/۰^{ab}	۴۶/۰^{cd}
اسید جیبرلیک۱۵۰	۴۹/۸^{abc}	۵۳/۷^{a}	۴۶/۰^{cd}
اسیدجیبرلیک ۲۰۰	۵۲/۰^{ab}	۵۴/۰^{a}	۴۸/۵^{bcd}
۸ 2,4-D	۴۴/۰^{d}	۴۶/۵^{cd}	۴۶/۰^{cd}
۱۶ 2,4-D	۴۶/۵^{cd}	۴۵/۷^{cd}	۴۶/۰^{cd}
۲۴ 2,4-D	۴۹/۲^{abc}	۴۸/۳^{bcd}	۴۷/۳^{bcd}
			LSD=۵/۱

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۲. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی برمیزان در صد آب میوه نارنگی کلمانتین محلول پاشی شده درمرحله اول (قطر میوه۴۶ mm) مرحله دوم (قطر میوه ۴۸ mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۵۰ mm) در تجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	زمان‌های محلول پاشی(قطر میوه(mm))		
	مرحله اول (۴۶)	مرحله دوم (۴۸)	مرحله سوم (۵۰)
شاهد	۳۷/۲^{d}	۳۷/۲^{d}	۳۷/۲^{d}
اسیدجیبرلیک ۱۰۰	۴۲/۷^{ab}	۴۱/۰^{bcd}	۳۸/۸^{bcd}
اسید جیبرلیک۱۵۰	۴۲/۳^{ab}	۴۲/۰^{ab}	۴۰/۰^{bcd}
اسیدجیبرلیک ۲۰۰	۴۵/۰^{a}	۴۴/۵^{a}	۴۱/۰^{bcd}
۸ 2,4-D	۳۸/۰^{cd}	۳۹/۵^{bcd}	۳۸/۵^{bcd}
۱۶ 2,4-D	۴۰/۶^{bcd}	۴۰/۵^{bcd}	۳۷/۵^{d}
۲۴ 2,4-D	۴۱/۵^{ab}	۳۹/۵^{bcd}	۳۹/۵^{bcd}
			LSD=۳/۹

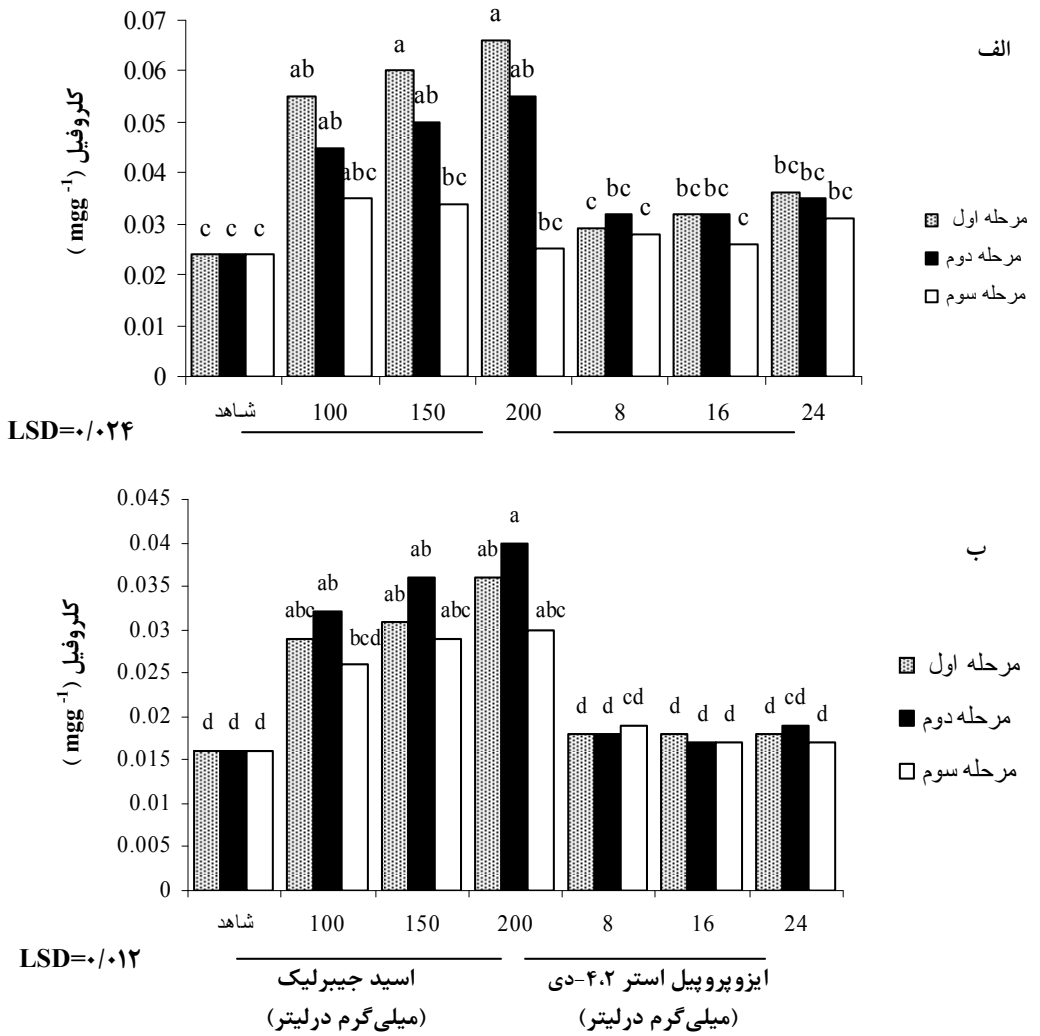
در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

دقیقی در توجیه افزایش آب در نتیجه محلول پاشی با اسید جیبرلیک بیان نشده است. با توجه به نقش اسید جیبرلیک در تأخیر پیری، شادابی پوست سبب بهبود ارتباط آوندی و آبگیری طولانی تر نسبت به شاهد می‌شود، در نتیجه کاهش آب را به تأخیر می‌اندازد. از طرفی احتمالاً افزایش آب در نتیجه افزایش سفتی میوه و کارایی آبگیری می‌باشد (۱۸، ۱۹، ۳۰ و ۳۵).

۴،۲- دی با تحریک رشد آبدانک‌ها باعث افزایش اندازه در نتیجه افزایش میزان آب آنها می‌شود (۱۸ و ۳۵).

کلروفیل پوست

تجزیه آماری نتایج دو سال اندازه‌گیری میزان کلروفیل نشان داد که در پرتقال ناول تمام غلظت‌های اسید جیبرلیک در مراحل



شکل ۱. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۴،۲-دی بر میزان کلروفیل میوه پرتقال ناول(الف) و نارنگی کلمانتین (ب) محلول پاشی شده در مرحله اول (قطر میوه ناول ۶۴ mm و قطرمیوه کلمانتین ۴۶mm)، مرحله دوم (قطر میوه ناول ۶۹ mm و قطر میوه کلمانتین ۴۸mm) و مرحله سوم (قطر میوه ناول ۷۰ mm و قطر میوه کلمانتین ۵۰mm) در تجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳و۱۳۸۴. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪=P آزمونLSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

اول و دوم محلول پاشی میزان کلروفیل پوست را نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵٪ =P افزایش دادند (شکل۱- الف). در نارنگی کلمانتین اسید جیبرلیک در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در مرحله اول و دوم و غلظت ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر در مرحله دوم محلول پاشی در سطح احتمال ۵٪=P سبب افزایش میزان کلروفیل پوست میوه شدند (شکل۱- ب). پزو و همکاران (۳۰) نشان دادند که اسید جیبرلیک قبل از تغیر رنگ باعث تأخیر در رنگ گیری نارنگی سانبرست (Sunburst) می‌شود. نقش اسید جیبرلیک در تأخیر رنگ گیری میوه‌های پرتقال هاملین (۱۵) وگریپ فورت (۲۹) نیز گزارش شده است. اسید جیبرلیک تجزیه کلروفیل و تجمع کارتنوئید را به تأخیر می‌اندازد (۱۰ و ۲۰). باتوجه به نتایج به دست آمده، ۴،۲- دی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل در پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین نداشت (شکل ۱- الف و ب). این نتایج با گزارش ال اتمنی و همکاران (۱۶) در رابطه با تأخیر رنگ گیری میوه پرتقال‌های هاملین و والنسیا در اثر محلول پاشی با ۴،۲- دی، مطابقت دارد.

جدول ۳. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴-دی بر میزان تغییر شکل (سفتی میلی‌متر) میوه پرتقال ناول محلول پاشی شده درمرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm)مرحله دوم (قطر میوه ۶۹ mm) و مرحله سوم (قطر میوه۷۰ mm) درتجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴.

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	زمان‌های محلول پاشی (قطر میوه(mm))		
	مرحله اول (۶۴)	مرحله دوم (۶۹)	مرحله سوم (۷۰)
شاهد	۱/۳۳^{abc}	۱/۳۳^{abc}	۱/۳۳^{abc}
اسید جیبرلیک ۱۰۰	۱/۲^{cde}	۱/۲۳$^{b-e}$	۱/۲۷$^{a-d}$
اسید جیبرلیک ۱۵۰	۱/۱۶^{de}	۱/۲۲$^{b-e}$	۱/۲۸$^{a-d}$
اسید جیبرلیک ۲۰۰	۱/۱۰^{e}	۱/۱۸^{de}	۱/۲۳$^{b-e}$
۸ 2,4-D	۱/۳$^{a-d}$	۱/۳۲^{abc}	۱/۳۶^{ab}
۱۶ 2,4-D	۱/۲۷$^{a-d}$	۱/۳۲^{abc}	۱/۴۰^{a}
۲۴ 2,4-D	۱/۱۹^{cde}	۱/۲۴^{bcd}	۱/۴۱^{a}
			LSD=۰/۱۴

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

تغییر شکل میوه (سفتی)

نتایج نشان دادند که در پرتقال ناول، اسید جیبرلیک در غلظت‌های۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول محلول‌پاشی و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله دوم محلول پاشی در سطح احتمال P=٪۵ سفتی پوست میوه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. با بررسی نتایج تأثیر ۲،۴-دی برسفتی پوست میوه‌های پرتقال ناول، مشخص شد که این تنظیم کننده رشد تأثیر معنی‌داری بر سفتی پوست میوه ندارد (جدول ۳). درنارنگی کلمانتین تمامی غلظت‌های اسید جیبرلیک در مرحله اول و دوم و سوم محلول پاشی، سفتی پوست میوه را به طور معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین میزان سفتی پوست میوه در مرحله اول مشاهده شد. در حالی که ۴،۲-دی در غلظت‌های ۱۶ و ۲۴ میلی‌گرم در لیتر تنها در مرحله اول محلول پاشی باعث افزایش معنی‌دار سفتی پوست میوه در سطح احتمال P=٪۵ شدند (جدول ۴). نتایج ال اتمنی و همکاران (۱۶) در مورد بررسی تأثیر ۴،۲-دی بر سفتی پرتقال ناول نتایج حاصله از این پژوهش را تأیید می‌نماید. اسید جیبرلیک با ممانعت از فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز، از کاهش پکتین نا محلول در دیواره سلولی جلوگیری می‌کند از این طریق استحکام سلول و بافت را افزایش می‌دهد (۳۴).

اندازه میوه

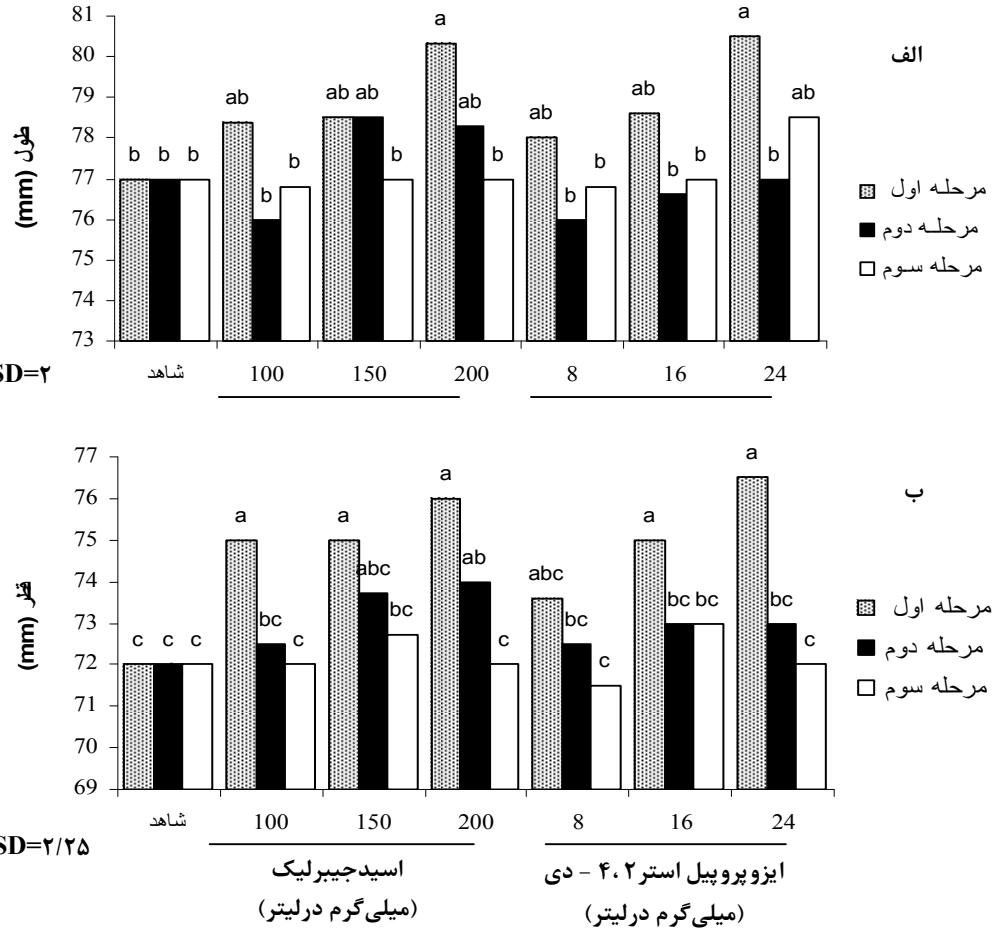
در پرتقال ناول اسید جیبرلیک درغلظت‌های مختلف درمرحله اول محلول پاشی قطر میوه را به طور معنی‌داری افزایش داد اما طول میوه تنها در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل۲- الف). غلظت‌های ۱۶ و۲۴ میلی‌گرم در لیتر۴،۲-دی در مرحله اول محلول پاشی باعث افزایش معنی‌دار قطر میوه نسبت به شاهد شدند (شکل۲- ب). در نارنگی کلمانتین اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در مرحله اول و ۴،۲- دی ۲۴ میلی‌گرم در لیتردر مرحله اول و دوم باعث افزایش معنی‌دار طول میوه شدند (شکل۳- الف).

اسید جیبرلیک از طریق تأخیر زمان رسیدن میوه ودر نتیجه جوان‌تر ماندن میوه از نظر فیزیولوژیکی فرصت بیشتری برای رشد و افزایش آب و اندازه میوه فراهم می‌نماید. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد (۶، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۲۳و ۲۷). آلمیدا و همکاران گزارش کردند که ۴،۲-دی باعث افزایش اندازه میوه پرتقال پرا می‌گردد (۷). هم‌چنین مقدس و راحمی (۴) نشان دادند که ۴،۲-دی طول و قطر نارنگی محلی جهرم را افزایش می‌دهد. کاربرد

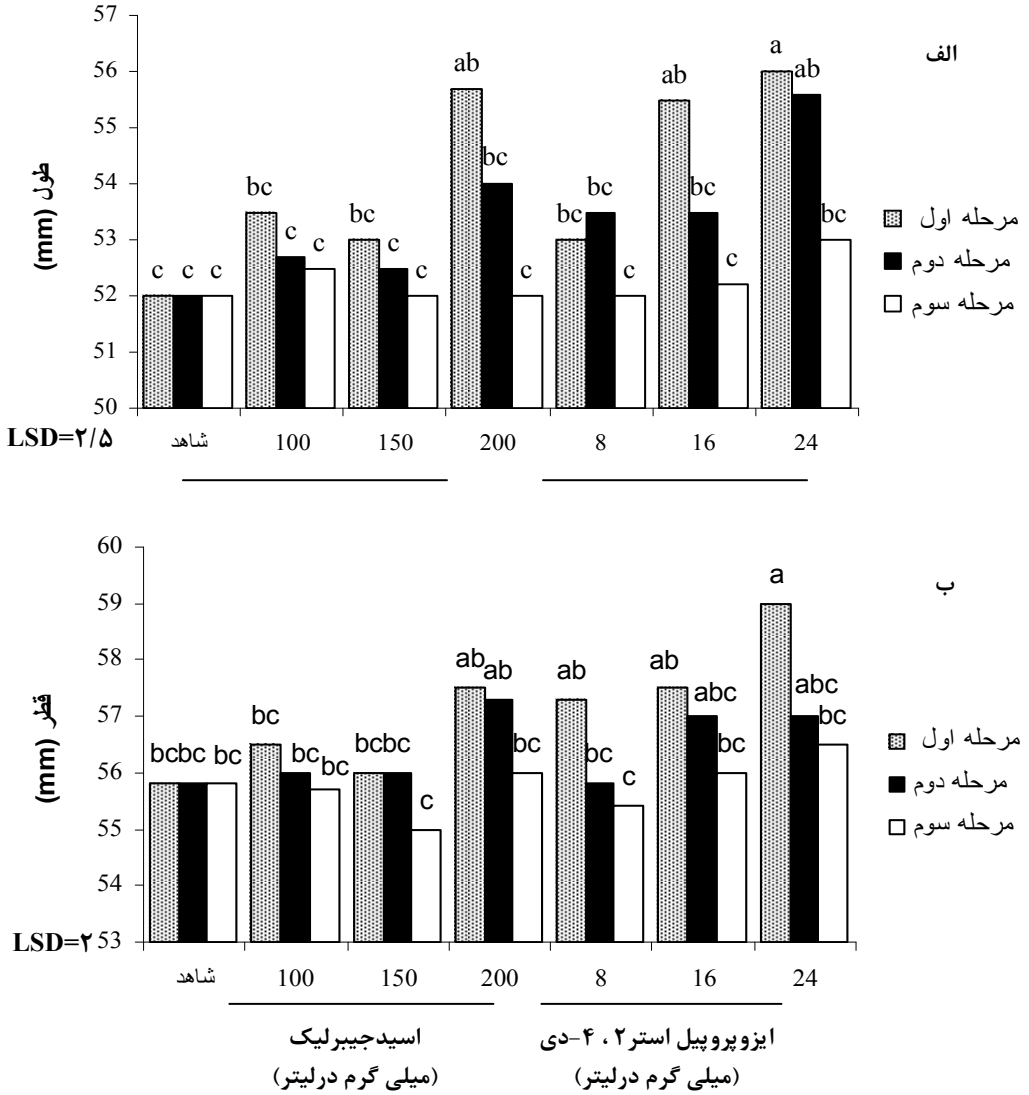
جدول ۴. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴-دی بر میزان تغییر شکل (سفتی میلی‌متر) میوه نارنگی کلمانتین محلول پاشی شده درمرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm) مرحله دوم (قطر میوه ۴۸ mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۵۰ mm) در تجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴.

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)		زمان‌های محلول پاشی (قطر میوه (mm))		
		مرحله اول (۴۶)	مرحله دوم (۴۸)	مرحله سوم (۵۰)
شاهد		۳/۱۰^{a}	۳/۱۰^{a}	۳/۱۰^{a}
اسید جیبرلیک	۱۰۰	۲/۲۰^{ef}	۲/۴$^{c-f}$	۲/۵۵$^{b-e}$
اسید جیبرلیک	۱۵۰	۲/۱۰^{f}	۲/۲۵^{ef}	۲/۳۵^{def}
اسید جیبرلیک	۲۰۰	۲/۰۰^{f}	۲/۲۰^{ef}	۲/۳۵^{def}
2,4-D	۸	۲/۸۵^{abc}	۲/۹۰^{ab}	۲/۹۰^{ab}
2,4-D	۱۶	۲/۶۰$^{b-e}$	۲/۸۷^{abc}	۲/۹۰^{ab}
2,4-D	۲۴	۲/۵۵$^{b-e}$	۲/۸$^{a-d}$	۲/۹۰^{ab}
LSD=۰/۴۷				

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ۲. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۴،۲- دی بر طول (الف) و قطر میوه (ب) پرتقال ناول محلول پاشی شده در مرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm)، مرحله دوم (قطر میوه ۶۹ mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۷۰ mm) درتجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪=P آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۴،۲-دی بر طول (الف) و قطر (ب) میوه نارنگی کلمانتین محلول پاشی شده در مرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm)، مرحله دوم (قطر میوه ۶۴ mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۶۴ mm) در تجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ٪۵=P آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

اکسین در اوایل طویل شدن سلول‌ها، توسعه سلولی به خصوص در آبدانک‌ها را تحریک‌کرده و ظرفیت آنها را برای تجمع آب افزایش می‌دهد. بنابراین میوه سریع‌تر رشد می‌کند و اندازه میوه افزایش می‌یابد (۸، ۱۷، ۲۱ و۲۲).

درصد پوست

در بررسی نتایج دو سال درپرتقال ناول تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف ۴،۲-دی و اسید جیبرلیک در مقایسه با شاهد در سطح احتمال ٪۵=P مشاهده نشد (نتایج ارائه نشده است).

در نارنگی کلمانتین غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله اول و دوم محلول پاشی باعث کاهش معنی‌دار درصد پوست میوه نسبت به شاهد در سطح احتمال ٪۵=P شد. هیچ یک از تیمارهای ۴،۲-دی تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان ندادند (جدول ۵). بنابراین هم نوع میوه و هم زمان محلول پاشی مهم می‌باشد زیرا تفاوتی بین شاهد و درصد پوست میوه در مرحله سوم محلول پاشی دیده نشد. پزو و همکاران (۳۰) نشان

جدول ۵ . اثر غلظت و زمان محلول پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۴،۲- دی بر میزان درصد پوست میوه نارنگی کلمانتین محلول پاشی شده درمرحله اول (قطر میوه ۶۴ mm) مرحله دوم (قطر میوه ۶۹mm) و مرحله سوم (قطر میوه ۷۰ mm) تجزیه مرکب سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴.

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)		زمان‌های محلول پاشی (قطر میوه (mm))		
		مرحله اول (۴۶)	مرحله دوم (۴۸)	مرحله سوم (۵۰)
شاهد		۳۵/۲^{a}	۳۵/۲^{a}	۳۵/۲^{a}
اسید جیبرلیک	۱۰۰	۳۳^{abcd}	۳۴a^{b}	۳۴^{ab}
اسید جیبرلیک	۱۵۰	۳۱/۵^{d}	۳۱/۷^{cd}	۳۴/۳^{ab}
اسید جیبرلیک	۲۰۰	۳۱/۶^{d}	۳۲/۶^{bcd}	۳۳/۲^{abcd}
2,4-D	۸	۳۵^{ab}	۳۳^{abcd}	۳۴/۵^{ab}
2,4-D	۱۶	۳۴/۸^{ab}	۳۴^{ab}	۳۳/۹^{abc}
2,4-D	۲۴	۳۵/۲^{a}	۳۳/۵^{abc}	۳۴/۵^{ab}
				LSD=۲/۳

درهر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند، در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

دادند که محلول پاشی با اسید جیبرلیک قبل از تغییر رنگ، درصد پوست نارنگی Sunburst را کاهش داد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با تحقیقات دیگر پژوهشگران مطابقت دارد (۱۹ و ۳۳). اسیدجیبرلیک رشد پوست را کند می‌نماید و به همین دلیل است که پفی پوست را به تأخیر می‌اندازد (۲۶). ۴،۲-دی تأثیر مشخصی بر درصد پوست میوه‌های نارنگی کلمانتین و پرتقال ناول نداشت. گزارشی نیز مبنی بر تأثیر این تنظیم کننده بردرصد پوست مرکبات مشاهده نشده است.

منابع مورد استفاده

۱. خوئی، س .۱۳۷۱. *اصول تغذیه مرکبات*. مؤسسه تحقیقات آب وخاک، مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران.

۲. فتوحی قزوینی، ر. ۱۳۷۷. *پرورش مرکبات در ایران*. انتشارات دانشگاه گیلان.

۳. لاهوتی، م.، م. زارع و ر.احمدیان. ۱۳۸۲. *بیوشیمی و فیزیولوژی هورمون‌های گیاهی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴. مقدس، م. و م. راحمی. ۱۳۸۲. اثرهای ایزوپروپیل استر ۲،۴-دی کلروفنوکسی استیک اسید و نقتالین استیک اسید بر اندازه و جلوگیری از ریزش قبل از برداشت نارنگی محلی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۴(۲) : ۴۴۵-۴۴۹.

5. Agusti, M., A. Martinez-Fuentes and C. Mesejo. 2002. Citrus fruit quality, physiological basis and techniques of improvement. Agrociencia. 6:1-16.
6. Agusti, M., V. Almela and M. Aznar. 1994. 'Satsuma' mandarin fruit size increased by 2,4-D . HortScines 29:279-281.
7. Almeida, I. M., J. Domingos and E. O. Ono. 2004. Application of plant growth regulators at pre-harvest for fruit development of 'Pera' oranges. Braz. Arch. Biol. Technol. 47: 886-902.
8. Aznar, M., V. Almela, M. Juan and M. El-Otmani. 1995. Effect of the synthetic auxin phenothiol on fruit development of 'Fortune' mandarin. HortScines 70:617-621.
9. Ben-Yehoshua, S., I. Kobiler and B. Shapiro. 1979. Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruit by individual seal-packaging in high density polyethylene film. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:868-873
10. Berhow, A. M. 2000. Effect of early plant growth regulator treatments on flavonoid levels in grapefruit. Plant Growth Reg. 30:235-232.
11. Berhow, A. M. and C. E. Vandercook. 1992. The reduction of naringin content of grapefruit by applications of

gibberellic acid. Plant Growth Reg. 11:75-80.
12. Chao, C. T. and J. L. Carol. 2000. Application of plant growth regulators and fertilizers to increase fruit set, fruit size, and yield of 'Clementine' mandarin. Bot. Plant Sci. 14:216-221.
13. Chao, C. T. and J. L. Carol. 2004. Improving the efficacy of GA_3 to increase fruit set and yield of 'Clementine' mandarins in California. Bot. Plant Sci. 10:143-150.
14. Davies, F. S., C. A. Campbell and G. Zalman. 1997. Gibberellic acid sprays for improving fruit peel quality and increasing juice yield of processing oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110:16-21.
15. Davies, F. S., C. A. Campbell, G. Zalman and M. W. Fidelibus. 1999. Gibberellic acid application timing effects on peel quality and juice yield of 'Hamtin' oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 112:22-24.
16. El-Otmani, M., A. A. Barek and C. W. Coggins. 1990. Gibberellic acid and 2,4-D prolong on tree storage of citurs in Morocco. Sci. Hort. 44:241-249.
17. El-Otmani, M., M. Agusti, M. Aznar and V. Almela. 1993. Improving the size of 'fortune' mandarin fruits by the auxin 2,4-DP. Scientia Hort. 55:283-290.
18. Fidelibus, M. W., F. S. Davies and C. A. Campbell. 2002. Gibberellic acid application timing effects fruit quality of processing oranges. HortScience 37:353-357.
19. Garcia-Luis, A., M. Agusti, V. Almela and J. L. Guardiola. 1985. Effect of gibberellic acid on ripening and peel puffing in 'Satsuma' mandarin. Scientia Hort. 27:75-86.
20. Garcia-Luis, A., A. Herrero-Villen and J. L. Guardiola. 1992. Effect of application of gibberellic acid on late growth, maturation and pigmentation of the 'Clementine' mandarin. Scientia. Hort. 49:71-82.
21. Gravina, A., H. Arbiza and F. Ronea. 1997. Synthetic auxins evaluation on fruit size and yield in 'Ellendale' tangor. Acta Hort. 463:413-418.
22. Guardiola, J. L. 1996. Synthetic auxins and citrus fruit size, strategies of use and mechanism of action. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:953-960.
23. Guardiola, J. L., M. L. Barres and A. Garcia-Luis. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in citrus Unshiu. Ann. Bot. 71:169-176.
24. Hawang, Y.S., D.J. Huber and L.G. Albrigo. 1990. Comparison of cell wall components in normal and disordered juice vesicles of grapefruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 281-288.
25. Hamson, A. R. 1952.Measuring firmness of tomatoes in breeding programs. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60:425-433.
26. Kawase, K. and K. Suzuki. 1981. Use of growth regulator to control rind puffing of 'Satsuma' mandarin fruit. Pro. Int. Soc. Citriculture 1:237-239.
27. Koch, N., K. Theron and E. Rabe. 1996. Fruit size prediction in 'Clementine' and 'Satsuma' mandarin and improvement of 'Clementine' mandarine fruit size by 2,4-DP. Proc. Int. Soc. Citriculture 2:737-744.
28. Kokkalos, T. I. 1981. Effect of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid and gibberellic acid on grapefruit. Hort. Res. 21:1-9.
29. McDonald, R. E., P. D. Greany, P. E. Shaw and T. G. McCllum. 1997. Preharvest application of gibberellic acid delay senescence of Florida grapefruit. J. Hort. Sci. 72:461-468.
30. Pozo, L.W., J.K. Kender and A. Grant. 2000. Effects of gibberellic acid on ripening and rind puffing in 'Sunburst' mandarin. Proc. Fla. State Hort. Soc. 113:102-105.
31. Ritenour, M., M. Burton and T. Mccollum. 2005. Effect of pre or postharvest gibberellic acid application on storage quality of Florida 'Ruby' red grapefruit and 'Fallglo' tangerines. Agric. Res. Service 22: 408-503.
32. Saini, R.S. and K. D. Sharma. 2001. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. Agrobios Pub., India.
33. Sing, R. and R. Sing. 1981. Effect of GA_3 , planofix (NAA) and ethrel on granulation and fruit quality in 'Kaula' mandarin. Scientia Hort. 14: 315-321.
34. Storey, R. and M. T. Treeby. 1990. Short and long term growth of 'Navel' orange fruit. J. Hort. Sci. Biot. 74:464-471.
35. Stover, E. D. and F. Davies. 2001. Gibberellic acid to enhance juice yield and late-season quality of processing oranges. Inst. Food and Agric. Sci. 794:302-308.
36. Ting, S. V. and L. Russeff . 1981. Citrus Fruits and Their Products Analysis Technology. Marcel Dekker Inc., New York.