



## به‌زرای کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۸۸۰-۸۶۷

# تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک، و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم هلو

جعفر حاجی‌لو<sup>۱\*</sup>، محمد اسدالهی<sup>۲</sup>، شبنم فخریم رضایی<sup>۳</sup>، غلامرضا دهقان<sup>۴</sup>

۱. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۲. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۳. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۴. دانشیار، گروه زیست‌جانوری، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۹۳/۰۹/۲۳

### چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم هلو، این تحقیق در کلکسیون درختان میوه هسته‌دار ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل دو رقم هلو ('انجیری مالکی' و 'کوثری') و فاکتور دوم نفتالین استیک اسید در چهار سطح (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) بود که ۱۴ روز بعد از تمام‌گل موقعی که قطر میوه‌چه‌ها ۸ تا ۱۲ میلی‌متر بود، بر روی درختان منتخب اعمال شد. نتایج نشان داد که همه تیمارها به‌جز شاهد به‌طور معناداری موجب تنک مؤثر میوه‌ها در هر دو رقم شدند، به‌طوری که رقم 'کوثری' درصد ریزش بیشتری داشت. همه غلظت‌های هورمون، سبب افزایش طول، قطر، ویتامین ث، pH، مواد جامد محلول کل در هر دو رقم شدند. میزان سفیدی بافت میوه تفاوت معناداری بین شاهد و سطوح هورمون نشان نداد. در مورد هر دو رقم، بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه مربوط به تیمار نفتالین استیک اسید در غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر بود، هرچند تیمار نفتالین استیک اسید در غلظت‌های مختلف تأثیر معناداری بر محتوای فنول و فلاونوئید کل میوه نداشت. بنابراین، هورمون نفتالین استیک اسید موجب تنک مؤثر و افزایش بهبود کیفی میوه در هر دو رقم شد.

**کلیدواژه‌ها:** تمام‌گل، تیمار، ریزش، کیفیت میوه، میوه‌چه.

## ۱. مقدمه

امروزه تقاضای میوه‌های درشت‌تر و هم‌اندازه در سطح تجاری افزایش یافته است، از این رو به منظور تولید این محصولات، عمل تنک گل و میوه در برخی درختان میوه باید هر سال انجام گیرد. ارتباط بین اندازه بزرگ‌تر میوه و ارزش محصول در هلو به خوبی شناخته شده است [۹]. درختان هسته‌دار به طور معمول تعداد گل بیشتری تولید می‌کنند که برای افزایش اندازه، بهبود کیفیت میوه، ارزش محصول، ایجاد تعادل بین رشد و باردهی و حفظ ساختار درخت، اغلب به تنک احتیاج دارند [۴۴، ۹، ۲]. با توجه به ماهیت گرده‌افشانی در هلو که توسط حشرات انجام می‌گیرد، تعداد میوه زیادی بر روی درخت تشکیل می‌شود که برای تنظیم باردهی نیاز مبرم به تنک میوه دارد [۲۵]. باردهی بیشتر در هلو سبب کاهش اندازه میوه‌ها، شکستن شاخه‌ها، کاهش مقاومت درختان به سرما، گلدهی کمتر در فصل بعدی و تأخیر در رسیدن میوه می‌شود [۶]. تنک یک عامل کلیدی در سودآوری در تولید تجاری سیب [۱۷]، هلو [۳۹] و گلابی [۴۲] است. اندازه کوچک میوه‌ها نتیجه رقابت برای آسیمیلات‌های محدود و تخلیه ذخایر کربوهیدرات‌هاست [۲۰]. بنابراین، کاهش تعداد گل یا میوه موجب تعادل نسبت میوه به شاخه، افزایش نسبت برگ به میوه در نتیجه افزایش نسبی دسترسی میوه‌های باقی‌مانده و شاخه‌ها به آسیمیلات‌ها [۳۲، ۱۰] و پیشرفت بلوغ میوه و افزایش رشد رویشی شاخه‌ها و تشکیل جوانه گل و مانع سال‌آوری می‌شود [۳۱].

استفاده از مواد شیمیایی در ریزش دادن برخی گل‌ها و میوه‌ها از تکنیک‌های مهم مدیریتی در باغ‌های موفق بوده است. تنک‌کننده‌های شیمیایی دو نوع تأثیر عمده بر اندازه میوه بر جای می‌گذارند. تأثیر اول از طریق کاهش باردهی و رقابت بین میوه‌ها و تأثیر دوم ناشی از افزایش در نتیجه تأثیر بر تقسیم و انبساط سلولی است. استفاده از

تنک‌کننده‌های شیمیایی بعد از گلدهی سبب بهبود اندازه میوه، افزایش گلدهی برای فصل بعد و کاهش سال‌آوری می‌شود. نفتالین استیک اسید به‌عنوان تنک‌کننده بعد از تمام‌گل در اغلب مناطق پرورش سیب استفاده می‌شود. کاربایل و بنزیل آدنین نیز به‌عنوان تنک‌کننده بعد از گلدهی به کار می‌روند، اما کاربرد نفتالین استیک اسید رایج‌تر است [۲۸، ۱۷]. نفتالین استیک اسید برای افزایش میوه‌بندی، رشد و عملکرد میوه‌های مختلف به کار رفته و تأثیرات مثبتی داشته است [۳۳، ۱۴]. در درختان میوه هسته‌دار، علاوه بر تنک کردن دستی [۳۹، ۳۷، ۳۴، ۳۱، ۶، ۲]، استفاده از ترکیبات شیمیایی در تنک کردن گل و میوه در زردآلو [۷، ۱]، آلو [۴۴، ۱۳] و هلو [۴۳، ۳۵، ۱۲، ۹] بررسی شد و نتایج رضایت‌بخشی به دست آمد. تحقیقات در زمینه تنظیم و مدیریت باردهی هلو (*Prunus persica* L.) به‌عنوان یکی از محصولات پراهمیت تجاری در صنعت باغبانی، به منظور داشتن میوه‌های با اندازه مناسب و کیفیت مطلوب از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه در دو رقم هلو ('انجیری مالکی' و 'کوثری') است.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. مواد گیاهی و طرح آزمایش

آزمایش بر روی دو رقم هلو ('انجیری مالکی' و 'کوثری') در کلکسیون درختان میوه هسته‌دار ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. ایستگاه مذکور ۱۵۸۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه شمالی واقع شده است. برای اجرای آزمایش ابتدا درختان شش‌ساله با قدرت رشدی یکسان انتخاب شدند و ۱۴ روز بعد از

دستگاه پنترومتر مدل FT 011 با پروب ۸ میلی‌متری، بر روی سه میوه در هر تکرار از دو سمت مقابل هم و بعد از برداشتن پوست میوه انجام گرفت. سفتی بافت براساس بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله (تا محل مشخص شده) در میوه برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد.

#### ۲.۲.۳. pH عصاره میوه، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و مجموع مواد جامد محلول (TSS)

pH عصاره میوه با استفاده از pH متر دیجیتالی (HI 9811) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد [۲۶]. مجموع مواد جامد محلول میوه توسط دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی (Atago Co., Model PR-1) اندازه‌گیری و به‌صورت درصد بیان شد.

#### ۲.۲.۴. آسکوربیک اسید

برای اندازه‌گیری مقدار آسکوربیک اسید میوه‌ها از روش تیتراسیون عصاره میوه با ۲ و ۶-دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد و مقدار آسکوربیک اسید برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه محاسبه شد [۳].

#### ۲.۲.۵. محتوای فنول کل<sup>۱</sup>

محتوای فنول کل براساس روش سینگلتون و راسی اندازه‌گیری شد [۳۸]. عصاره‌های گیاهی با واکنشگر فولین سیوکالتو<sup>۲</sup> ترکیب شده و بعد از پنج دقیقه محلول بی‌کربنات سدیم اضافه شد. مخلوط حاصل به‌مدت دو ساعت در دمای اتاق قرار گرفت و سپس جذب نوری آن در طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. به‌منظور مقایسه، از ترکیبی فنولی به‌نام گالیک اسید (GAE) به‌عنوان

تمام‌گل، زمانی که قطر میوه‌ها به ۸ تا ۱۲ میلی‌متر رسید، تیمارها بر روی شاخه‌ها با استفاده از اسپری دستی محلول‌پاشی شدند. مدیریت باغ از نظر آبیاری، نحوه کوددهی و هرس برای تمامی درختان یکسان بود و براساس مدیریت باغات تجاری استاندارد انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید، با درجه خلوص ۹۶ درصد به‌صورت پودر سفیدرنگ تهیه‌شده از شرکت مرک آلمان (در چهار سطح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم دو رقم هلو بودند. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی براساس شاخص مجموع مواد جامد محلول عصاره میوه، ۱۰ میوه از هر واحد آزمایشی در هر تکرار به‌طور تصادفی برداشت شد و سپس نمونه‌ها برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی، به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

#### ۲.۲. صفات مورد ارزیابی

##### ۲.۲.۱. شدت تنک

برای تعیین درصد تنک میوه‌ها از هر واحد آزمایشی چهار شاخه با قطر، اندازه و قدرت رشدی یکسان انتخاب شد و شمارش میوه‌ها قبل از محلول‌پاشی و دو هفته پس از آن و زمان برداشت انجام گرفت. بر این اساس، درصد تنک در هر تکرار با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

(۱)

$100 \times \text{تعداد میوه‌های شمارش شده} / \text{تعداد}$

میوه‌های ریزش‌یافته = درصد ریزش میوه‌ها

##### ۲.۲.۲. طول و قطر و سفتی بافت میوه

طول و قطر میوه‌ها با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر (سه میوه از هر تکرار) اندازه‌گیری شد. آزمون سفتی بافت میوه با استفاده از

1. Total phenolic content

2. Folin-Ciocalteu

روی فیلتر شد و محلولی شفاف و سبزرنگ به دست آمد. این محلول مجدداً با استفاده از بافر فسفات تا جایی رقیق شد که در طول موج ۷۲۳ نانومتر جذبی برابر  $0.1 \pm 0.07$  داشته باشد. میزان کاهش جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۲۳ نانومتر در طول ۱۰ دقیقه ارزیابی شده و میزان فعالیت ممانعتی نمونه‌ها از فعالیت رادیکال‌های آزاد به صورت درصد بیان شد:

$$ABTS (\%) = \frac{AA - AAA}{AA} \times 100 \quad (2)$$

میزان جذب نمونه  $ABTS_{AA}$

میزان جذب نمونه ۱۰ دقیقه پس از افزودن  $ABTS$  به نمونه  $AAA =$

### ۳. تجزیه آماری

داده‌ها پس از نرمال شدن با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. همه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

### ۴. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار نفتالین استیک اسید به طور معناداری موجب تنک در دو رقم هلو در مقایسه با شاهد (در زمان دو هفته پس از محلول‌پاشی) شد. با توجه به جدول‌های تجزیه واریانس، اثر رقم و تیمار شیمیایی بر صفاتی همچون درصد میوه‌بندی در دو هفته پس از محلول‌پاشی، طول و قطر میوه، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود، در صورتی که تیمارهای شیمیایی بر میزان سفتی میوه، محتوای فنول و فلاونوئید کل تأثیر معناداری نداشتند. از نظر میزان اسیدیت کل، بین ارقام در سطح احتمال ۵ درصد و تیمارهای شیمیایی در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنادار به دست آمد. معنادار بودن اثر

استاندارد استفاده شد. بدین منظور، از غلظت‌های مختلف Q (از ۰/۱۲۵ تا ۱ مولار) برای رسم نمودار استاندارد استفاده شد. برای ارزیابی مقدار ترکیبات فنولی تمام عصاره‌ها، منحنی مذکور مبنا قرار گرفت و مقدار عددی ترکیبات فنولی تام به صورت هم‌ارز کوئرستین (Q) محاسبه شد. نتایج به صورت میلی گرم گالیک اسید در گرم بافت تر میوه بیان شد.

### ۲.۲.۶. محتوای فلاونوئید کل میوه

محتوای فلاونوئید کل با روش کالریمتریک ارائه شده توسط کیجو و همکاران ارزیابی شد [۲۱]. ترکیبات فلاونوئیدی، بیشترین جذب در طول موج ۵۰۷ نانومتر را دارند؛ به همین دلیل، سنجش مقدار آنها در همین طول موج صورت می‌گیرد. برای حذف مقدار نور جذب شده توسط محلول‌های دیگر از بلانک استفاده شده و در بررسی نتایج میزان جذب بلانک نیز در نظر گرفته می‌شود. نمونه‌ها با  $NaNO_2$  (5% w/v) و  $AlCl_3$  (10% w/v) و  $NaOH$  (1 mol/L) مخلوط و جذب نوری محلول حاصل پس از پنج دقیقه در طول موج ۵۰۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت میلی گرم کوئرستین در گرم بافت تر میوه بیان شد.

### ۲.۲.۷. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه به روش ABTS<sup>۱</sup>

این روش براساس متد لاچمن و همکاران انجام گرفت [۲۴]، به این ترتیب که ۵۴/۲ میلی گرم پودر ABTS به کمک ورتکس در ۱۰ میلی لیتر بافر فسفات ۵ میلی مولار (pH=7) به خوبی حل و با ۱ گرم دی‌اکسید منگنز مخلوط شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس به کمک فیلتر میلی پور با قطر منافذ ۰/۲ میلی متر محلول

1. 2, 2-azinobis 3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid

تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک، و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم هلو

متقابل بین رقم و تیمارهای شیمیایی در سطح احتمال ۱ درصد از نظر مواد جامد محلول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیانگر آن است که دو رقم مورد مطالعه واکنش‌های متفاوتی به غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید نشان دادند (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر نفتالین استیک اسید بر مقدار ریزش میوه دو هفته بعد از محلول‌پاشی و زمان برداشت بر طول، قطر و سفتی میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	ریزش میوه دو هفته پس از محلول‌پاشی	ریزش میوه در زمان برداشت	طول	قطر	سفتی بافت
بلوک	۲	۱۲۱/۱۹۹ <sup>ns</sup>	۷/۶۷۰ <sup>ns</sup>	۰/۹۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۹۰۶ <sup>ns</sup>	۱/۵۵۱ <sup>ns</sup>
رقم	۱	۲۴۳۰/۰۹۴ <sup>**</sup>	۲۸/۳۸۴ <sup>ns</sup>	۳۷۱۷/۰۷۳ <sup>**</sup>	۱۴۱/۱۸۴ <sup>**</sup>	۲۴/۸۴۷ <sup>**</sup>
غلظت هورمون	۳	۸۶۴/۸۹۶ <sup>**</sup>	۳۶۳/۶۸۰ <sup>**</sup>	۶۹/۴۴۷ <sup>**</sup>	۱۸۶/۰۴۴ <sup>**</sup>	۱/۴۲۵ <sup>ns</sup>
رقم × غلظت هورمون	۳	۱۴۶/۱۲۶ <sup>ns</sup>	۶۷/۷۰۵ <sup>ns</sup>	۱/۶۲۸ <sup>ns</sup>	۵/۹۵۵ <sup>ns</sup>	۲/۲۱۷ <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	۱۴	۷۰/۷۴۸	۲۰/۴۳۸	۱/۵۷۹	۴/۲۱۳	۱/۴۹۴

\*\* : معنادار در سطح ۱ درصد و ns : غیرمعنادار

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر نفتالین استیک اسید بر خصوصیات کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه میانگین مربعات

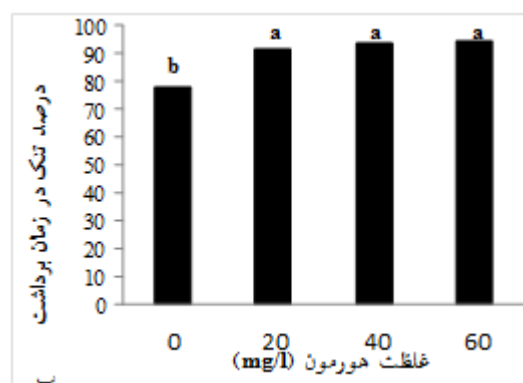
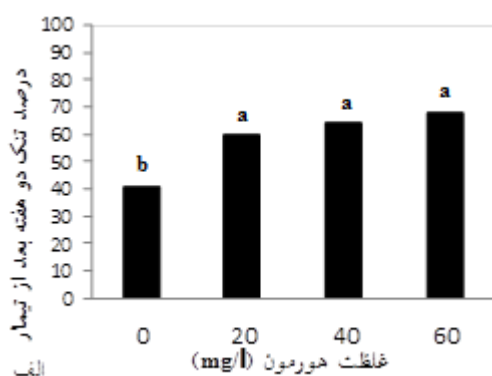
منابع تغییرات	درجه آزادی	pH	مواد جامد محلول کل	اسیدیته کل	ویتامین ث	محتوای فنول کل	محتوای فلاونوئید کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
بلوک	۲	۰/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۸۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۱/۵۷۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۲/۴۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>
رقم	۱	۳/۳۰۰ <sup>**</sup>	۲۲۴/۴۸۲ <sup>**</sup>	۰/۶۹۵ <sup>**</sup>	۱۲۸/۳۴۴ <sup>**</sup>	۰/۰۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۳ <sup>ns</sup>	۲۳۱۰/۴۵۱ <sup>**</sup>
غلظت هورمون	۳	۰/۰۵۷ <sup>*</sup>	۱۵/۴۹۹ <sup>**</sup>	۰/۰۰۴ <sup>*</sup>	۱۱/۵۲۸ <sup>**</sup>	۱/۰۴۶ <sup>ns</sup>	۱/۶۱۶ <sup>ns</sup>	۶۱۱/۷۵۸ <sup>**</sup>
رقم × غلظت هورمون	۳	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۴/۵۲۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۳/۸۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۵۶۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۱۳ <sup>ns</sup>	۵۳۹/۳۳۵ <sup>**</sup>
اشتباه آزمایشی	۱۴	۰/۰۱۱	۰/۹۷۹	۰/۰۰۱	۱/۳۸۹	۰/۷۴۰	۰/۴۴۲	۰/۰۴۴

\*\* : معنادار در سطح ۱ درصد و ns : غیرمعنادار

#### ۱.۴. درصد تنک میوه

به نظر می‌رسد که نفتالین استیک اسید با ایجاد اختلال در مسیر فتوسنتز، موجب تولید اتیلن و همچنین فعالیت آنزیم‌های تخریبی می‌شود که سبب ازهم‌پاشیدگی دیواره سلولی و تجزیه سلول می‌شوند که در نهایت با ریزش میوه‌های جوان همراه است [۴۵].

بیشترین درصد ریزش در دو هفته بعد از محلول‌پاشی و زمان برداشت، متعلق به غلظت ۶۰ و کمترین میزان مربوط به غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر (شاهد) بود. بین غلظت‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر از نظر آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد (شکل ۱ - الف و ب).



شکل ۱. اثر سطوح مختلف نفتالین استیک اسید بر درصد تنک میوه در دو هفته بعد از محلول‌پاشی (الف) و زمان برداشت (ب) بر روی دو رقم هلو

#### ۲.۴. طول و قطر میوه

بین دو رقم مورد بررسی، اختلاف معناداری از نظر طول و قطر میوه وجود داشت (جدول ۱). طول میوه رقم 'کوثری' به‌طور معناداری بیشتر از رقم 'انجیری مالکی' بود، در صورتی که رقم 'انجیری مالکی' به دلیل داشتن شکل متفاوت، قطر بیشتری نسبت به رقم 'کوثری' دارد. تفاوت معناداری بین غلظت‌های مورد استفاده تیمار شیمیایی مشاهده شد، به طوری که با افزایش غلظت، طول میوه نیز افزایش پیدا کرد (شکل ۲ - الف). کاهش تعداد میوه، موجب افزایش هدایت آسیمیلات‌ها به میوه‌های باقی‌مانده در مرحله طویل شدن سلول می‌شود که به افزایش طول میوه می‌انجامد [۲۵]. محلول‌پاشی ترکیب نفتالین استیک اسید و کارباریل بر روی سیب نیز زمانی که قطر میوه‌ها

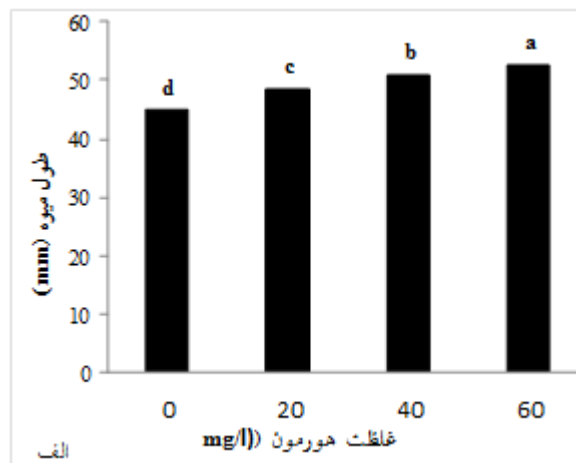
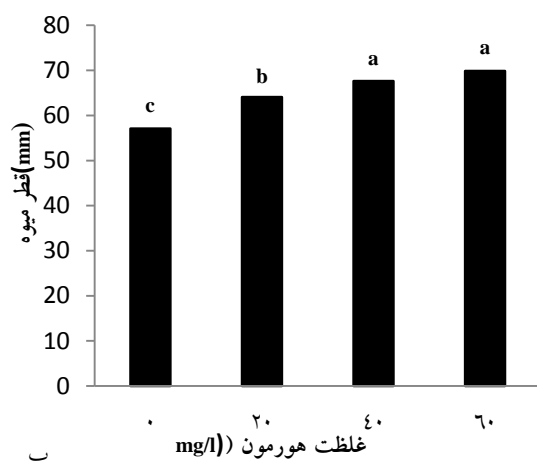
تأثیر اکسین مصنوعی ۳، ۵، ۶-تری‌کلرو-۲-پری‌دیل اکسی استیک اسید (۳، ۵، ۶-TPA) به مقدار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تقسیم سلولی میوه موجب کاهش غلظت کلروفیل و کاروتنوئید و در ادامه، کاهش فتوسنتز و فتوسنتات برگ و میوه و در نتیجه کاهش رشد میوه و افزایش تولید اتیلن و ریزش نارنگی شد [۳۰]. نتایج مشابهی در ریزش میوه سیب تا ۹۴ درصد در کاربرد ترکیب بنزیل آدنین و نفتالین استیک اسید به مقدار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر دو هفته بعد از تمام‌گل مشاهده شده است [۸]. محلول‌پاشی تنک‌کننده‌های نظیر کارباریل و توفوردی و تی‌اوری در تمام‌گل و بعد از آن موجب تنک (۳۰ تا ۵۱ درصد) میوه هلو شده است [۱۲].

## تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک، و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم هلو

معناداری با غلظت شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) داشت که نشان‌دهنده این است که با افزایش غلظت، قطر میوه نیز افزایش می‌یابد (شکل ۲ - ب). کاربرد نفتالین استیک اسید زمانی که قطر میوه‌ها ۱۰ میلی‌متر بود، به‌طور مشابه موجب افزایش قطر میوه در رقم‌های 'رد دلشیس' و 'گلدن دلشیس' سبب شد [۳۶]. کاربرد نفتالین استیک اسید بر روی رقم 'گالا' سبب به‌مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌تنهایی و همراه با بنزیل آدنین موقعی که قطر میوه‌ها ۱۰-۱۲ میلی‌متر بود، موجب افزایش قطر میوه شد [۵]. تنک دستی در هلو نیز می‌تواند موجب افزایش قطر میوه شود [۳۴].

۱۲-۵ میلی‌متر بود موجب تنک و افزایش طول میوه در موقع برداشت شد [۴۱]. اعمال تیمارهای نفتالین استیک اسید در غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر بر درصد تنک و کیفیت میوه زردآلو رقم 'خیاری' دو هفته پس از مرحله تمام‌گل در همه تیمارها به‌طور معناداری موجب تنک میوه و افزایش طول میوه‌ها نسبت به شاهد شد [۱].

قطر میوه بین غلظت‌های ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشت، ولی به‌طور معناداری بیشتر از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) بود. همچنین غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت

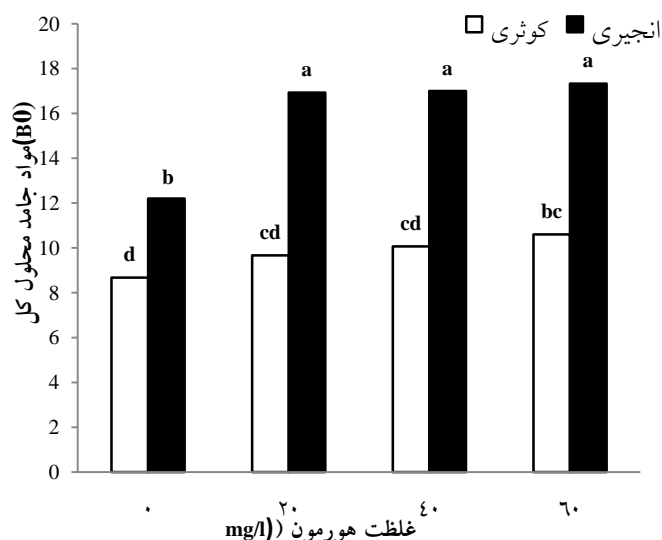


شکل ۲. اثر تنک میوه با سطوح مختلف نفتالین استیک اسید بر طول (الف) و قطر میوه (ب) در دو رقم هلو

(صفر میلی‌گرم در لیتر) تفاوت معنادار وجود داشت. این امر نشان می‌دهد که هورمون نفتالین استیک اسید تأثیر بیشتری بر رقم 'انجیری مالکی' نسبت به رقم 'کوثری' در مورد این صفت داشت (شکل ۳). افزایش مواد جامد محلول کل در میوه‌های درختان تنک‌شده ممکن است به‌دلیل کاهش باردهی باشد؛ کاهش باردهی موجب افزایش نسبت برگ به میوه می‌شود و در نتیجه آسیمیلات بیشتری از برگ‌ها به میوه‌های باقی‌مانده بر روی درخت می‌رسد [۲۷، ۲۳].

### ۳.۴. مقدار مواد جامد محلول

نتایج مقایسه میانگین، تفاوت معناداری بین دو رقم از نظر مقدار مواد جامد محلول کل نشان می‌دهد که این تفاوت با خصوصیات ژنتیکی دو رقم مرتبط است. رقم 'انجیری مالکی' به‌طور طبیعی دارای مقدار مواد جامد محلول کل بیشتری نسبت به رقم 'کوثری' است. همچنین در رقم 'انجیری مالکی' تفاوت معناداری بین همه غلظت‌ها با شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) مشاهده می‌شود؛ اما در رقم 'کوثری' فقط بین غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد



شکل ۳. اثر متقابل رقم و تیمار شیمیایی با سطوح مختلف نفتالین استیک اسید در تنک میوه بر مقدار مواد جامد محلول کل میوه

بر این صفت دارند (شکل ۴ - ب). تنک میوه‌های جوان گلایی در دو سال متوالی با استفاده از نفتالین استیک اسید به مقدار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیری متفاوت بر اسیدیته میوه دارد، به طوری که در یک سال افزایش داشت و در سالی دیگر تأثیری بر آن نداشت [۱۸]. میزان اسیدیته میوه زردآلو در محلول پاشی نفتالین استیک اسید به مقدار ۲۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش نشان داد [۷]؛ در صورتی که کاربرد اتفن در آلو به منظور تنک تأثیری در اسیدیته میوه نسبت به درختان شاهد نداشت [۱۳].

#### ۵.۴. مقدار آسکوربیک اسید

با توجه به وجود اختلاف معنادار بین دو رقم از نظر این صفت، به دلیل تفاوت ژنتیکی بین دو رقم مورد مطالعه مقدار آسکوربیک اسید رقم 'انجیری مالکی' حدود ۲/۵ برابر بیشتر از رقم 'کوثری' است (جدول ۱). از نظر تأثیر ماده مورد مطالعه، همه غلظت‌ها تفاوت معناداری با شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) نشان دادند و بین غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید از نظر آماری تفاوت معنادار

تنک می‌تواند موجب افزایش مواد جامد محلول کل در هلو [۳۴]، آلبالو [۱۱] و سیب [۲۹] شود. تنک شیمیایی با اتفن در میوه هلو موجب افزایش مواد جامد محلول کل شد [۲۳]. همچنین استفاده از تنک‌کننده‌های بعد از گلدهی در هلو موجب افزایش مواد جامد محلول کل می‌شود [۱۲].

#### ۴.۴. pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

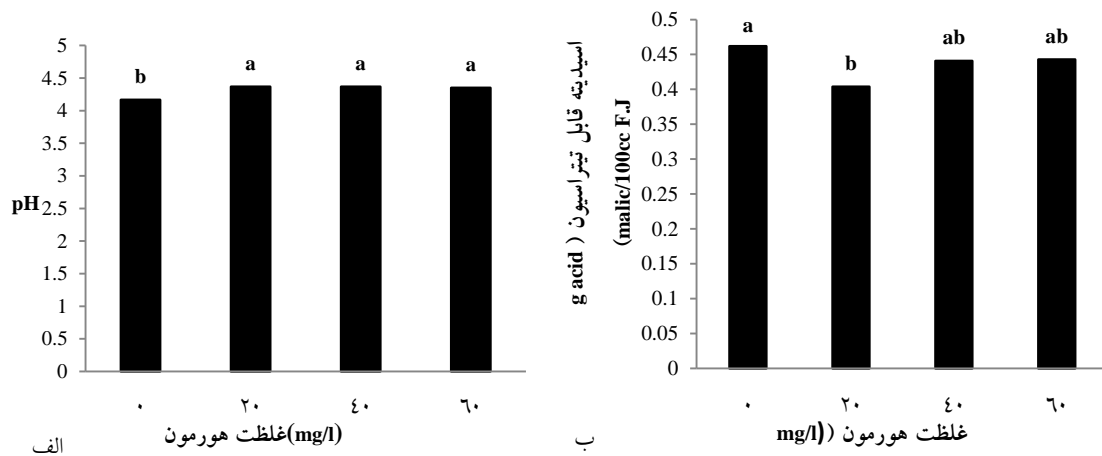
همه غلظت‌ها تفاوت معناداری با شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) بر روی این صفت داشتند. از نظر آماری تفاوت معناداری بین غلظت‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر بر روی این صفت مشاهده نشد (شکل ۴ - الف). در مقایسه تنک دستی و تنک شیمیایی با جیبرلین بر روی شلیل تفاوتی در pH میوه با شاهد مشاهده نشد [۳۵]. مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که فقط غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، کاهش معناداری نسبت به شاهد (صفر میلی‌گرم در لیتر) در مقدار اسیدیته دارد و بین بقیه تیمارها از نظر آماری تفاوت معناداری وجود ندارد. این امر نشان می‌دهد که غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید، تأثیر متفاوتی



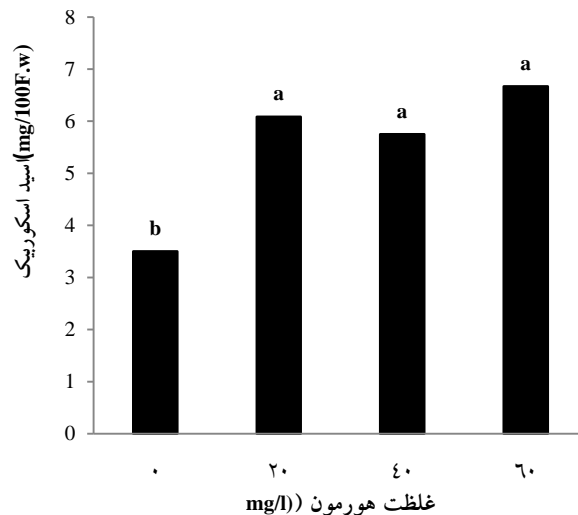
تأثیر نفتالین استیک اسید بر شدت تنک، و ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم هلو

می‌شود [۲۳]. نتیجه مشابه در کاربرد سه ماده شیمیایی کارباریل، توفوردی و تی اوره در تمام گل و بعد از آن بر روی درختان هلو نشان داده شد که موجب تنک و افزایش ویتامین ث میوه شد [۱۲].

وجود نداشت (شکل ۵). کاهش تعداد گل یا میوه موجب تعادل نسبت میوه به شاخه و افزایش هدایت آسیمیلات‌ها به میوه‌ها و شاخه‌ها و افزایش کیفیت میوه می‌شود [۱۰]. تنک کردن سبب دریافت آسیمیلات بیشتر توسط میوه‌ها و بهبود خصوصیات کیفی میوه نظیر افزایش ویتامین ث میوه



شکل ۴. اثر تنک میوه با سطوح مختلف نفتالین استیک اسید بر میزان pH میوه (الف) و اسیدیته قابل تیتراسیون (ب) در دو رقم هلو



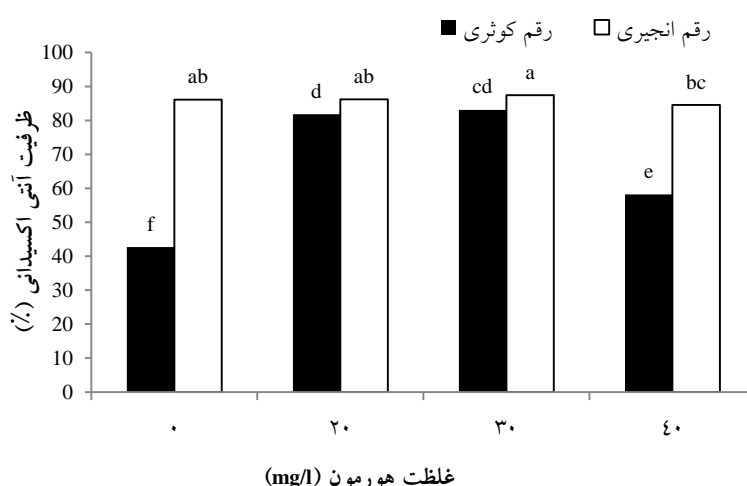
شکل ۵. اثر تنک میوه با سطوح مختلف NAA بر مقدار اسید اسکوربیک میوه در دو رقم هلو

#### ۶.۴. میزان سفنی بافت میوه، محتوای فنول و فلاونوئید کل میوه

نتایج نشان داد که نفتالین استیک اسید تأثیری در سفنی بافت میوه ندارد. نتایج مشابهی در سیب [۵، ۸، ۱۹] و زردآلو [۷] گزارش شده است، اما تنک موجب کاهش سفنی بافت میوه در سیب [۱۶] و گلابی [۱۸] شد. همچنین کاربرد اتفن به مقدار ۴۰۰-۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر روی میوه هلو رقم 'ردهاون' موجب کاهش سفنی بافت شد [۴۳]. از نظر میزان سفنی اختلاف معناداری بین دو رقم وجود داشت (جدول ۱). رقم 'انجیری' مالکی بافت سفنتری (حدود ۱/۵ برابر) نسبت به رقم 'کوثری' داشت. در مورد محتوای فنول و فلاونوئید کل میوه نوع رقم و تیمارهای شیمیایی تأثیر معناداری بر مقادیر صفت مذکور نداشته است. نتایج تحقیق حاضر، نتایج دیگر تحقیقات را که نشان دادند تنک دستی تأثیر معناداری بر غلظت فلاونوئیدها ندارد، تأیید می‌کند [۴]. همچنین اعمال اکسین، محتوای فلاونوئید کل میوه انگور را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد [۱۵].

#### ۷.۴. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها

بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در صورت اعمال تیمار نفتالین استیک اسید در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. چنانچه به‌طور مجزا در مورد هر رقم بحث کنیم با افزایش غلظت نفتالین استیک اسید تا غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه افزایش یافت و با افزایش بیشتر غلظت تیمار مذکور کاهش جزئی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی ثبت شد. در رقم 'کوثری'، کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمار شاهد بود، درحالی که در رقم 'انجیری' کمترین میزان صفت مذکور در تیمار نفتالین استیک اسید در غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. این امر نشان می‌دهد که در رقم مذکور اعمال نفتالین استیک اسید در غلظتی بیشتر از ۴۰ میلی‌گرم در لیتر، تأثیری منفی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه خواهد داشت (شکل ۶).



شکل ۶. اثر تنک میوه با سطوح مختلف نفتالین استیک اسید بر روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در دو رقم هلو

### منابع

۱. تقی پور ل و راحمی م (۱۳۸۸) بررسی تأثیرات چند ماده شیمیایی بر درصد تنک و کیفیت میوه زردآلو رقم خیاری. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۲): ۷۸-۸۴.
  2. Abernethy TM (2010) Thinning time and fruit spacing influence on maturity yield and fruit quality of peach. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plant*. 2(3): 79-87.
  3. AOAC (2000) Vitamins and other nutrients (Chapter 45). In *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> Ed. Washington, D.C.
  4. Awad MA, DeJager A, Dekker M and Jongen WMF (2001) Formation of flavonoids and chlorogenic acid in apples as affected by crop load. *Scientia Horticulturae*. 91: 227-237.
  5. Basak A (2006) The effect of fruitlet thinning on fruit quality parameters in the apple cultivar Gala. *Fruit and Ornamental Plant Research*. 14: 143-150
  6. Blanco A, Pequerul A, Val J, Monge E and Gomez Aparisi J (1995) Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach. *Horticultural Science*. 70(4): 623-630.
  7. Bolat I and Karlidage H (1999) Thinning by NAA and hand of (Hacihaliloglu) and (Hasanbey) apricot cultivars. *Acta Horticulturae*. 488: 507-510.
  8. Bregoli A, Fabbroni C, Raimondi V, Brunner P and Costa G (2007) 6-BA and NAA effect on 'Galaxy' fruit growth, abscission and quality: a comparison between the Po Valley and the South Tyrol producing areas. *Erwerbs-Obstbau*. 49(3): 97-100.
- میوه‌های تیمارشده با نفتالین استیک اسید ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با میوه‌های تیمارنشده نشان می‌دهند. این نتایج در راستای یافته‌های دیگر محققان قرار دارد که نشان دادند اکسین و جیبرلین به‌طور معناداری بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه را در میوه‌ها تحریک می‌کند که به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی منجر می‌شود [۲۲]. با کاهش بار درخت از طریق تنک دستی محتوای پلی‌فنول‌ها که از آنتی‌اکسیدان‌های مؤثر در سیب محسوب می‌شود، افزایش می‌یابد [۴۰]. احتمالاً، افزایش محتوای فنول کل میوه، به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه در نتیجه تیمار نفتالین استیک اسید منجر شده است. براساس اطلاعات موجود، این اولین گزارش در زمینه پاسخ مستقیم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به تنک میوه در درختان هسته‌دار است.

### ۵. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان واکنش دو رقم هلوی مورد مطالعه از نظر مواد جامد محلول و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی متفاوت بود. همچنین میزان حساسیت دو رقم به هورمون در ریزش میوه دو هفته بعد از محلول پاشی متفاوت بود، به طوری که رقم 'کوثری' ریزش بیشتری نسبت به رقم 'انجیری' داشت. با افزایش غلظت هورمون، ریزش میوه نیز افزایش می‌یابد. غلظت‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد از نظر مقدار ویتامین ث میوه افزایش معناداری داشتند، ولی بین آنها تفاوتی وجود نداشت. این امر نشان می‌دهد که تمامی غلظت‌ها به‌جز شاهد تأثیر مشابهی بر این صفت داشتند. در مجموع هورمون نفتالین استیک اسید در سطوح مختلف موجب تنک مؤثر میوه‌ها و افزایش بهبود کیفی میوه در هر دو رقم شد.

9. Byers RE (1989) Response of peach trees to bloom thinning. *Acta Horticulturae*. 254: 125-132.
10. Costa G, Giulivo C and Ramina A (1983) Effects of the different flower/vegetative buds ratio on the peach fruit abscission and growth. *Acta Horticulturae*. 139: 149-160.
11. Davarynejad GH, Nyeki J, Szabo T and Szabo Z (2008) Influences of hand thinning of bud and blossom on crop load, fruit characteristics and fruit growth dynamic of ujfehertoi furto sour cherry cultivar. *American-Eurasian. Agricultural and Environmental Sciences*. 4(2): 138-141.
12. Dhinesh K and Yadav D (2004) Physical and chemical thinning of peach in subtropical north eastern India. *Acta Horticulturae*. 662: 327-331
13. Dhuria H, Bhutani V and Parmar C (1976) Thinning plums with 2-chloro ethyl phosphonic acid. *Scientia Horticulturae*. 4(3): 279-283.
14. Dutta P and Banik AK (2007) Effect of foliar feeding of nutrients and plant growth regulators on physico-chemical quality of Sardar guava grown in West Bengal. *Acta Horticulturae*. 335(6): 407-411.
15. Elisa C, Lucia L, Oriana S, Tiziana P, Angelo S and Mezzetti B (2007) Auxin Synthesis-Encoding Transgene Enhances Grape Fecundity. *Plant Physiology*. 143: 1689-1694.
16. Embree CG, Nichols DS, DeLong JM and Prange RK (2001) Certain chemical thinning treatments advance maturity of Paulared apple. *Canadian Journal of Plant Science*. 81(3): 499-501.
17. Forshey CG (1986) Chemical fruit thinning of apple. *Cornell Cooperative Extension Bulletin*. No. 116.
18. Gonkiewicz A, Błaszczyk J and Basak A (2011) Chemical pear fruit thinning. *Fruit and Ornamental Plant Research*. 19(1): 73-78.
19. Greene DW (2005) Effects of repeated yearly application of chemical thinners on McIntosh Apples. *HortScience*. 40(2): 401-403.
20. Grossman YL and DeJong TM (1995) Maximum fruit growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. *Annals of Botany*. 75: 553-560.
21. Kaijv M, Sheng L and Chao C (2006) Antioxidation of flavonoids of Green Rhizome. *Food Science*. 27: 110-115.
22. Klessig DF and Malamy J (1994) The salicylic acid signal in plants. *Plant Molecular Biology*. 26: 1439-1458.
23. Kong T, Damerow L and Blanke M (2009) Effect of mechanical thinning on ethylene efflux, yield and fruit quality in apple. [Einfluss mechanischer Fruchtbehangsre gulierung auf Ethylen abgabe, Ertrag und Fruchtqualität bei Apfel.]. *Erwerbs-Obstbau*. 51: 39-52.
24. Lachman J, Hamouz K, Šulc M, Orsak M, Pivec V, Hejtmankova A, Dvorčak P and Čepl J (2009) Cultivar differences of total anthocyanins and anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity. *Food Chemistry*. 114: 836-843.
25. Layne DR and Bassi D (2008) Botany and Taxonomy. In: D, R.Layne (ed.). *The peach, Botany, Production and uses*. CAB International. Pp.1-37.
26. Mazumdar BC and Majumder K (2003) *Methods on Physico-chemical Analysis of Fruits*. Daya Publishing House, Delhi, India.
27. McArtney S, Palmer J and Adams H (1996) Crop loading studies with 'Royal Gala' and 'Braeburn' apples: effect of time and level of

- hand thinning. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 24(4): 401-407.
28. McCartney SJ (2002) Ethylene evolution from detached apple spurs in response to chemical thinners. *HortScience*. 37(4): 662-665.
29. Meland M (2009) Effects of different crop loads and thinning times on yield, fruit quality, and return bloom in *Malus × domestica* Borkh. 'Elstar'. *Horticultural Science and Biotechnology*. Pp. 117-121.
30. Mesejo C, Rosito S, Reig C, Martinez-Fuentes A and Agusti M (2012) Synthetic Auxin 3,5,6-TPA Provokes Citrus clementina (Hort. ex Tan) Fruitlet Abscission by Reducing Photosynthate Availability. *Plant Growth Regulation*. 31: 186-194.
31. Myers SC (1986) Effect of thinning time on the subsequent development of fruit, shoots, and flower buds of peaches. *HortScience*. 21: 680.
32. Myers SC, King A and Savelle AT (1993) Bloom thinning of 'Winblo' peach and 'Fantasia' nectarine with monocarbamide dihydrogensulfate. *HortScience*. 28: 616-617.
33. Nawaz MA, Waqar A, Saeed A and Mumtaz Khan M (2008) Role of growth regulators on preharvest fruit drop, yield and quality in kinnow mandarin. *Pakistan Journal of Botany*. 40(5): 1971-1981.
34. Njoroge S and Reighard GL (2008) Thinning time during stage I and fruit spacing influences fruit size of 'Contender' peach. *Scientia Horticulturae*. 115(4): 352-359.
35. Pallas IG and Blanco JVA (2001) The inhibition of flower bud differentiation in 'Crimson gold' nectarine with GA3 as an alternative to hand thinning. *Scientia Horticulturae*. 90: 265-278.
36. Reyes DIB, Chacon AR, Campos ARM and Prieto VMG (2008) Apple fruit chemical thinning in chihuahua, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 243-250.
37. Roussos PA, Sefferou V, Denaxa NK, Tsantili E and Stathis V (2011) Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*. 129: 472-478.
38. Singleton VL and Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungestic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16: 144-158.
39. Southwick SM and Fritts JRR (1995) Commercial chemical thinning of stone fruit in California by gibberellins to reduce flowering. *Plant Bioregulators in Horticulture*. 394: 135-148.
40. Stopar M, Bolcina U, Vanzo A and Vrhovsek AU (2002) Lower Crop Load for Cv. Jona gold Apples (*Malus domestica* Borkh.) Increases Polyphenol Content and Fruit Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 1643-1646.
41. Stover E, Fargione M, Risio R, Yang X and Robinson T (2001) Fruit weight, cropload, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6-benzyladenine and NAA at several phenological stages. *HortScience*. 36(6): 1077-1081.
42. Stover E, Telgheder C and Paine T (1995) Effect of NAA and Accel on thinning of 'Bartlett'. *Proceedings New York State Horticultural Society*. 140: 50-51.
43. Taheri A, Cline JA, Jayasankar S and Pauls PK (2012) Ethephon-Induced Abscission of "Redhaven" Peach. *American Journal of Plant Sciences*. 3(2): 295-301.

44. Webster AD and Andrews L (1986) Flower and fruit thinning of Victoria plum (*Prunus domestica* L.) with paclobutrazol. *Acta Horticulturae*. 179: 703-704.
45. Zhu H, Beers EP and Yuan R (2008) Amino ethoxyvinylglycine inhibits fruit abscission induced by naphthaleneacetic acid and associated relationships with expression of genes for ethylene biosynthesis, perception, and cell wall degradation in 'Delicious' apples. *American Society for Horticultural Science*. 133(6): 727-734.