

## بررسی میزان ویتامین ث، اسیدهای آلی، ترکیبات فرار و معطر میوه سیب (*Malus domestica Borkh*) ارقام زرد و قرمز لبنانی در استان لرستان

ابراهیم فلاحی<sup>۱</sup>، علیرضا غیاثوند<sup>۲</sup>، فرزاد ابراهیمزاده<sup>۳</sup>، امیرحسین خلخالیراد<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- استاد، گروه شیمی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۳- مربی، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

۴- دانشجو، گروه علوم تغذیه، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران.

یافته / دوره پانزدهم / شماره ۲ / بهار ۹۲ / ویژه نامه گیاهان دارویی

### چکیده

دریافت مقاله: ۹۲/۱/۱۲، پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۱۸

\* مقدمه: سیب مهمترین میوه مصرفی در تعداد زیادی از کشورهای جهان می باشد و اهمیت بسیار زیادی در رژیم غذایی و سلامت فرد دارد. این تحقیق با هدف تعیین میزان ویتامین ث (اسید اسکوربیک)، اسیدهای آلی غالب (اسید سیتریک و مالیک)، و ترکیبات فرار و معطر میوه سیب ارقام زرد و قرمز لبنانی در شهرستان های خرم آباد و بروجرد انجام گرفت.

\* مواد و روش ها: در این مطالعه مقطعی نمونه های میوه مورد نیاز در اواخر شهریورماه سال ۱۳۸۷ جمع آوری شد. برای این منظور از هر درخت که به عنوان یک واحد آزمایشی محسوب شد و تعداد ۵ عدد سیب در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی چیده شد. ترکیبات فرار و معطر با استفاده از روش جدید ریز استخراج با فاز جامد از فضای فوقانی - مافوق صوت (SPME GC/MS)، میزان اسید اسکوربیک (ویتامین ث) با استفاده از روش ۲، ۶- دی کلروفنل اندوفنل و میزان اسیدهای آلی میوه (اسید مالیک و سیتریک) به روش تیتراسیون اندازه گیری شد.

\* یافته ها: مقدار اسید اسکوربیک در سیب قرمز و زرد به ترتیب ۹/۴۹ و ۹/۰۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و در مجموع ۹/۲۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود. مقدار اسید مالیک در سیب قرمز و زرد به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۲۷ و اسید سیتریک در هر دو نوع سیب ۰/۲۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود. اسیدیت سیب قرمز در حدود ۴ و سیب زرد ۳/۷ بود. سیب قرمز دارای اسیدیت بیشتری نسبت به سیب زرد بود. از نظر مواد فرار بیشترین فراوانی در بین سیب قرمز و زرد مربوط به فارنسنین بود.

\* بحث و نتیجه گیری: در مجموع سیب استان لرستان دارای اسید اسکوربیک در حدود سه برابر مقدار موجود در جدول ترکیبات مواد غذایی ایران است. از نظر اسید مالیک و سیتریک تفاوت معنی داری بین سیب زرد و قرمز وجود نداشت.

\* واژه های کلیدی: سیب، ارزش غذایی، مواد فرار، ویتامین ث، اسیدهای آلی، لرستان.

آدرس مکاتبه: خرم آباد، گلدشت شرقی، جنب بیمارستان تامین اجتماعی، دانشکده بهداشت و تغذیه

پست الکترونیک: amirhossein.khalkhalirad@yahoo.com

## مقدمه

یکی از قدیمی ترین میوه هایی که بشر آن را شناخته و پرورش آن اقدام کرده است، سیب می باشد (۱). چین آمریکا و فرانسه به ترتیب بالاترین میزان تولید سیب در جهان را دارند. اولین محصول مهم باغبانی ایران مرکبات است که پس از آن سیب در مقام دوم قرار دارد و از لحاظ تولید این میوه در سطح جهانی ایران مقام ششم را به خود اختصاص داده است. در ایران مهمترین استان های تولید کننده سیب به ترتیب استانهای آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و تهران می باشند (۲). ارقام معرف زرد لبنانی (Golden Delicious) و قرمز لبنانی (Red Delicious) در دهه های ۱۳۵۰-۱۳۴۰ به کشور وارد شد و گسترش کشت این دو رقم در بسیاری از نقاط ایران رو به افزایش است (۳). امروزه تولید سیب در ایران به مرز ۱/۹ میلیون تن در سال رسیده است. این امر در حالی است که سطح زیر کشت مزارع به ۱۵۰ هزار هکتار می رسد (۲). سیب شامل بسیاری از اسیدهای آلی و ترکیبات فرار است که نقش بسیار مهمی در رژیم غذایی و در نهایت سلامت فرد دارد (۴). اسیدهای آلی غالب میوه سیب به ترتیب اسید مالیک و اسید سیتریک هستند (۵). ترکیبات فراری که در تمامی میوه ها و سبزی ها وجود دارند از نظر کمی مهم نیستند اما در تولید طعم، مزه و بوی میوه بسیار مهم هستند (۳، ۵). بیشتر میوه ها در دوره رسیدن مواد معطر خاص گونه خود را منتشر می کنند. از ترکیبات فرار موجود در میوه سیب می توان به استرهای فرار، الکل ها، اسیدها، آلدئیدها، ترکیبات کاربونیل و گاز اتیلن اشاره کرد (۶). با توجه به اینکه شرایط مختلف اقلیمی از قبیل درجه حرارت، رطوبت، ارتفاع از سطح دریا، خاک و ... بر میزان ویتامین ها، اسیدهای آلی و آنتی اکسیدان ها و عناصر فیتوشیمیایی مختلف موجود در میوه ها تاثیر می گذارد (۴-۶).

مصرف بالای میوه ها می تواند با کاهش خطر ابتلا به

بیماری های قلبی (۷) سرطان (۸، ۹) سطوح بالای کلسترول (۱۰) و استرس اکسیداتیو (۱۱) همراه باشد. ویتامین ها و آنتی اکسیدانها در تغذیه انسان و پیشگیری از بیماریهای مزمن جوامع متمدن از قبیل دیابت، بیماری های قلبی عروقی و پر فشاری خون دارند (۱۲). این مطالعه با هدف تعیین میزان ویتامین ث، اسیدهای آلی غالب (اسید سیتریک و مالیک) و ترکیبات فرار و معطر میوه سیب (*Malus domestica*) ارقام زرد لبنانی (Golden Delicious) و قرمز لبنانی (Red Delicious) در شهرستان های خرم آباد و بروجرد انجام گرفت. همچنین لازم بذکر است که مطالعه حاضر از حیث موضوع مورد بررسی برای اولین بار در استان لرستان لرستان انجام گرفته است.

## مواد و روش ها

## نمونه گیری

جامعه مورد مطالعه باغ های سیب قرمز و زرد لبنانی شهرستانهای خرم آباد و بروجرد بود که در اواخر شهریور تا مهر ماه سال ۱۳۸۷ جمع آوری شدند. روش نمونه گیری تصادفی بود. بدین صورت که از هر درخت که به عنوان یک واحد آزمایشی محسوب می شد تعداد ۱۰-۵ عدد سیب در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی چیده شد. ۵ سیب که از لحاظ آسیب ندیده و سالم بودند پس از برداشت به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

## روش آماری

این آزمایش در هر منطقه بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید به طوری که در هر بلوک از هر دو نوع رقم سیب وجود داشت و از هر رقم سیب ۱۰-۵ درخت

1. Golden Delicious

2. Red Delicious

$V_j$  = حجم نمونه آب میوه

$V_b$  = حجم سود مصرفی

### اندازه‌گیری اسیدیته pH

برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر با استفاده از محلول بافر با  $pH = 7/4$  استفاده شد.

### اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

کلیه مواد شیمیایی مورد نیاز برای انجام اندازه‌گیری مقدار اسید آسکوربیک از قبیل (اسید آسکوربیک، متا فسفوریک اسید، ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل و ...) از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

### تهیه محلول استاندارد اسید آسکوربیک

محلول استاندارد اسید آسکوربیک محلول در آب تهیه و تا شروع آزمایش در داخل بطری‌های شیشه‌ای و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. بدین منظور ۰/۲۵ گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل گردید. سپس توسط آب دو بار تقطیر به حجم ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد. از این محلول به عنوان محل استاندارد اسید آسکوربیک استفاده شد.

### عصاره‌گیری

برای عصاره‌گیری از دو روش استخراج استفاده شد. در روش اول ۵ گرم از نمونه میوه پودر شده در یک ارلن ریخته و ۲۵ میلی لیتر اسید متا فسفریک ۵ درصد به آن اضافه شد. سپس به مدت ۵ دقیقه با همزن مخلوط گردید. محلول به دست آمده به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ با دور ۲۰۰۰ قرار داده شد. این محلول (سانتریفوژ شده) به مدت یک ساعت در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در روش دوم یک گرم نمونه میوه پودر شده گیاه در ۵ میلی لیتر اسید متا فسفریک ۵٪ حل گردید و به مدت ۴ ساعت توسط همزن مخلوط شد. به محلول حاصل ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه

به طور تصادفی انتخاب گردید. از هر درخت ۵ نمونه سیب انتخاب شد. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها و اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نظر داده‌های حاصل از آزمایش برای هر محیط مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. جهت مقایسه مناطق مختلف از تجزیه مرکب در مکان استفاده شد.

### روش نمونه‌گیری از میوه

۱۰ عدد میوه سالم که بدون علائم بیماری و یا آفت بودند از هر تیمار انتخاب و کاملاً شستشو داده شدند سپس از این میوه‌ها قاچهای از سطح خارجی میوه تا مرکز میوه جدا شد و آب آنها با استفاده از دستگاه آب میوه‌گیری گرفته شد و بلافاصله جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر استفاده شد.

### فاکتورهای قابل اندازه‌گیری

صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش شامل آنالیز میزان مواد معطر و فرار، اندازه‌گیری ویتامین ث (اسید آسکوربیک)، اسیدهای آلی میوه (اسید مالیک و سیتریک) و میزان اسیدیته بود.

### اندازه‌گیری اسیدهای آلی

میزان اسیدهای آلی میوه (اسید مالیک و سیتریک) به روش تیتراسیون به شرح زیر اندازه‌گیری شد. ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه صاف شده برداشته، با آب مقطر رقیق گردید و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. سپس به وسیله سود  $NaOH$  ۰/۱ نرمال و در مجاورت فنل فتالئین تیتراسیون انجام گردید. با شروع تشکیل رنگ قرمز کم رنگ در محلول عمل تیتراسیون متوقف شد. در نهایت مقدار اسید قابل تیتراسیون بر حسب اسید مالیک اسید غالب سیب از فرمول زیر به دست آمد.

$$C = (V_b \times N \times E \div V_j) \times 100$$

C = اسید کل بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر

N = نرمالیت سود مصرفی

E = وزن اکی والان اسید سیتریک و اکی والان گرم اسید مالیک

### استخراج و شناسایی ترکیبات فرار و معطر با استفاده از روش جدید ریز استخراج با فاز جامد از فضای فوقانی - مافوق صوت (SPME)

در SPME، مقدار کمی از فاز استخراج بر روی تکیه گاه جامد قرار گرفته و در معرض بافت نمونه قرار داده می شود بعد از مدت زمان معین یک تعادل غلظتی مابین بافت نمونه و فاز استخراج کننده بوجود می آید. روش SPME به صورت های مختلف قابل اجراست، از آن جمله می توان استخراج توسط فایبر پوشش داده شده، استخراج در پوشش داخلی ظرف، استخراج در پوشش سطح داخلی لوله ها، استخراج روی مواد جاذب معلق، استخراج روی پوشش سطح خارجی یک میله بهم زن مغناطیسی و استخراج بوسیله دیسک غشایی را نام برد (۱۳).

#### میکرو استخراج با فاز جامد بر پایه فایبر (Fiber- SPME)

پیشرفت های سریع روش SPME مدیون ساخته شدن میکروسرنگ است. میله فلزی که به عنوان یک پیستون در یک میکروسرنگ عمل می کند با یک میکرولوله از جنس فولاد زنگ نزن که قطر داخلی آن بطور جزئی بزرگتر از قطر خارجی فایبر سیلیکای گذاخته است جایگزین می شود، از چسب اپوکسی مقاوم به درجه حرارت بالا، برای نصب دایم فایبر در انتهای آن استفاده می کنند. با حرکت پیستون سرنگ، می توان فایبر را در معرض محیط و یا در غلاف سوزن قرار داد. هنگام نمونه برداری، فایبر از داخل سوزن بیرون آورده شده، و فاز ساکن آن در معرض نمونه قرار می گیرد. نمونه برداری می تواند از گازها، مایعات و جامدات بطور مستقیم و از فضای فوقانی مایعات و جامدات انجام پذیرد (۱۴).

#### مرحله آماده سازی نمونه

مقداری از بافت میوه سیب را در سایه و در دمای اتاق خشک کرده بعد از آسیاب کردن دو گرم از پودر زیر آن را وزن کرده و درون ظرف مخصوص SPME با درپوش تفلونی ریخته

گردید. در نهایت میزان ویتامین ث در هریک از عصاره های بدست آمده با دو روش تیتراسیون اکسایش - کاهش به شرح زیر اندازه گیری و نتایج به دست آمده با یکدیگر مقایسه شد.

#### تیتراسیون با استفاده از معرف ۶،۲- دی کلروفنل اندوفنل

برای اندازه گیری میزان اسید آسکوربیک (ویتامین ث) از روش ۶،۲- دی کلروفنل اندوفنل استفاده شد. ویتامین ث معرف رنگی دی کلروفنل اندوفنل را که یک معرف اکسیداسیون و احیا است را به محلول بی رنگ تبدیل می کند. در نقطه پایانی آزمایش شناساگر رنگی احیاء نشده در محلول اسید به رنگ ارغوانی گلی می باشد در نهایت یک میلی لیتر از این محلول توسط معرف ۶،۲- دی کلروفنل اندوفنل تیتراسیون گردید. به ترتیب که قطره قطره از این معرف به محلول اضافه شد و هنگامی که رنگ صورتی به دست آمد تا ۱۵ ثانیه ثابت ماند. در این زمان عمل تیتراسیون متوقف شد و میزان اسید آسکوربیک از طریق فرمول محاسبه و به صورت گرم در لیتر محاسبه و سرانجام به صورت میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش شد. این روش سه بار تکرار گردید و میانگین آن به عنوان غلظت نهایی اسید اسکوربیک لحاظ گردید. غلظت ویتامین ث با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$NC \times VC = NI \times VI$$

$$NC \times VC = ND \times VD$$

$$Mg C = 10^{-3} Li \times (X \text{ mol/Li}) \times (119.01/1 \text{ mol C}) \times (103 \text{ mg/1g}) = 119.01 \times NC$$

با استفاده از رابطه زیر درصد ویتامین ث در نمونه محاسبه گردید.

$$\% C = (Mg C / \text{وزن نمونه}) \times 100$$

وزن نمونه در این روش (۵۰۰۰ میلی گرم) می باشد.

مجهز به دتکتور طیف سنج جرمی مدل MS-QP5050 انجام گرفت. جداسازی ترکیبات در ستون موئین Fused Silica از نوع Polydimethyl Siloxan: 95%, Phenyl: ، BP-5) با قطر داخلی ۲۵ میکرومتر و طول ۳۰ متر و فیلم نازک ۵٪) با ضخامت ۲۵ میکرومتر انجام گرفت. از گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹٪ به عنوان گاز حامل استفاده شد.

به منظور استخراج ترکیبات به روش HS-SPME<sup>۱</sup> از فیبر PDMS<sup>۲</sup> با ضخامت ۱۰۰ میکرومتر و برای نگهداری فیبرها از نگهدارنده فیبر دستی ساخت شرکت Supelco استفاده شد. از ظرف ۲۰ میلی لیتری مخصوص SPME مجهز به درب آلومینیومی و سپتوم سیلیکونی (ساخت شرکت Supelco) جهت استخراج ترکیبات از نمونه ها مورد استفاده قرار گرفتند. برای تنظیم دما و همچنین ایجاد استرس در بافت نمونه، به منظور رهاسازی ترکیبات از ماتریکس آن، از یک حمام فرا صوت<sup>۳</sup> ۵/۵ لیتری با قدرت ۱۸ مگاواتر، ساخت ایتالیا، مدل 5RS و کد PFO1003 استفاده گردید. به منظور توزین دقیق نمونه ها از ترازوی دیجیتال Shimadzu مدل AX 120 ساخت ژاپن استفاده شد. برای تهیه آب دو بار تقطیر شده از یک دستگاه Fi-Stream مدل Fisons (UK) استفاده شد.

### یافته‌ها

در جدول ۱ مقادیر ویتامین ث، اسید سیتریک و مالیک و میزان اسیددینه سیب به تفکیک شهرستان و رقم سیب نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود مقدار اسید اسکوربیک سیب بروجرد بیشتر از سیب خرم آباد است. ( $P < 0.05$ ) در مورد اسیدهای مالیک و سیتریک تفاوت معنی

شد. بعد از اضافه کردن ۵۰۰ میکرو لیتر آب به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد تحت امواج فرا صوت مدل RS5 ساخت کشور ایتالیا قرار داده شد، سپس فیبر PDMS به مدت ۳۰ دقیقه در فضای فوقانی گذاشته شد تا جذب صورت گرفت. در نهایت فیبر به آرامی درون نگهدارنده فیبر کشیده و بلافاصله برای عمل واجذب به محل تزریق دستگاه GC منتقل گردید.

### مرحله شناسایی و آنالیز ترکیبات فرار با GC

جداسازی و اندازه گیری ترکیبات توسط کروماتوگرافی گازی Shimadzu مدل 17A صورت گرفت. جداسازی ترکیبات در ستون موئین Fused silica از نوع DBX-5 با ابعاد قطر داخلی ۰/۲۲ میکرومتر و ضخامت فیلم نازک ۰/۲۵ میکرومتر به طول ۳۰ متر انجام گرفت. از گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹٪ به عنوان گاز حامل استفاده شد. جهت عمل واجذب، فیبر را به مدت ۲ دقیقه در محل تزریق GC در دمای ۲۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده و جدا سازی با برنامه زیر انجام پذیرفت. ابتدا دما از ۴۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۲ درجه سانتیگراد بر دقیقه به دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و سپس از ۱۲۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۶ درجه سانتیگراد بر دقیقه به دمای ۲۸۰ درجه سانتیگراد رسانده شد. در دمای ۲۸۰ درجه به مدت ۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد. دمای آشکار ساز ۲۸۰ درجه سانتیگراد به مدت زمان ۴۰ دقیقه و سیستم محل تزریق Splitliss گذاشته شد.

### مرحله شناسایی با MS

شناسایی ترکیبات با استفاده از دو پارامتر از قبیل زمان بازداری (tR)، شاخص بازداری (RI)، مطالعه طیف های جرمی و مقایسه آنها با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC/MS توسط برنامه کامپیوتری و کتابخانه Wiley 229 صورت گرفت.

### دستگاه‌ها

جداسازی، اندازه گیری و شناسایی ترکیبات توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Shimadzu GC-17A که

1. Head Space Solid Phase Micro Extraction

2. Polydimethylsiloxan

3. Ultrasonic Bath

داری وجود ندارد. از نظر اسیدیته تفاوت بین نوع سیب و همچنین شهر از نظر آماری معنی دار است. ( $P < 0/05$ ) سیب قرمز دارای اسیدیته بیشتری نسبت به سیب زرد است.

در جدول ۲ میزان ترکیبات فرار ارقام زرد و قرمز سیب‌های شهرستانهای خرم آباد و بروجرد قابل مشاهده است. از نظر مواد فرار بیشترین فراوانی در بین سیب قرمز و زرد و در هر دو منطقه خرم آباد و بروجرد مربوط به فارنسنین بوده است. سایر ترکیبات

فرار موجود در هر دو رقم سیب زرد و قرمز شهرستانهای خرم آباد و بروجرد شامل هگزیل ۲-متیل بوتیرات، هگزا دکان، هگزیل هگزانوات، هگزیل بوتانوات، ان هپتادکان، تیمول، هپتیل استات، اژنول، ۹-دکانوئیک اسید بود. لازم به ذکر است که علاوه بر ترکیبات فوق در سیب قرمز ترکیبات دیگری چون ایزو آمیل اکتانوات، آمیل هگزانوات، ایزو آمیل هگزانوات وجود داشت.

جدول ۱. مقایسه اسیدیته، اسید اسکوربیک و اسیدهای آلی در ۱۰۰ گرم از نمونه های سیب به تفکیک شهر و رقم

شهر	رقم	اسید اسکوربیک	اسید سیتریک	اسید مالیک	اسیدیته
خرم آباد	قرمز	۹/۳۴±۳/۱	۰/۲۷±۰/۰۸	۰/۲۵±۰/۰۷	۴/۲±۰/۹۷
	زرد	۸/۵±۲/۹	۰/۲۹±۰/۰۵	۰/۲۸±۰/۰۹	۳/۷۶±۰/۱۲
بروجرد	جمع کل	۸/۹۲±۴/۱	۰/۲۸±۰/۰۶	۰/۲۷±۰/۰۵۲	۳/۸۹±۰/۵۶
	قرمز	۹/۶۵±۱/۳	۰/۲۹±۰/۰۲۴	۰/۲۷±۰/۰۱	۳/۸±۱/۱۲
کل	زرد	۹/۶۹±۴/۲	۰/۲۷±۰/۰۱۲	۰/۲۵±۰/۰۲	۳/۶±۰/۱۱
	جمع کل	۹/۶۷±۳/۵	۰/۲۸±۰/۰۱۸	۰/۲۶±۰/۰۱	۳/۷۴±۰/۵۹
کل	قرمز	۹/۴۹±۶/۵	۰/۲۸±۰/۰۱۶	۰/۲۶±۰/۰۱۲	۴±۰/۵۶
	زرد	۹/۰۹±۱/۵۹	۰/۲۸±۰/۰۰۵	۰/۲۷±۰/۰۰۸	۳/۷±۱/۱
	جمع کل	۹/۲۹±۲/۴	۰/۲۸±۰/۰۱	۰/۲۶±۰/۰۵۶	۳/۸۶±۰/۷۸

مقادیر بالا بر حسب میانگین ± انحراف معیار است.

جدول ۲. مقایسه درصد وزنی ترکیبات معطر و فرار در ۱۰۰ گرم از نمونه های سیب به تفکیک شهر و رقم

رقم	خرم آباد		بروجرد	
	زرد	قرمز	زرد	قرمز
هگزادکان	۱۰/۱	۰/۶۵	۱۷/۵۶	۹/۲۹
ان- هپتادکان	۳/۱۸	ی.ن	۳/۳۲	۱/۵۸
۹- دکانوئیک اسید	ی.ن	۱/۷	۱/۰۶	۰/۸۲
تیمول	۴/۷۶	ی.ن	۳/۷۲	۲
اژنول	۱/۴۳	ی.ن	ی.ن	ی.ن
α فارنسنین	۵۱/۱۲	۵۸/۸۲	۴۱/۵۲	۴۹/۵۶
هگزیل-۲-متیل بوتیرات	۱۰/۸۲	۹/۲	۱۴/۹۷	۹/۲۵
هگزیل هگزانوات	۷/۸۲	۱۱/۲	۱۷/۴۳	۲۱/۰۷
هگزیل بوتانوات	۷/۰۵	۹/۸۳	۷/۲	۴/۵۹
هپتیل استات	۳/۶	ی.ن	ی.ن	ی.ن
آمیل هگزانوات	ی.ن	۰/۸۶	ی.ن	ی.ن
ایزو آمیل هگزانوات	ی.ن	۰/۷۴	ی.ن	۱/۰۵
ایزو آمیل اوکتانوات	ی.ن	۱/۰۷	ی.ن	۰/۷۹

تمامی مقادیر فوق به درصد می باشد.

ی.ن: یافت نشد

## بحث و نتیجه گیری

سیب به علت اینکه در تمام فصول قابل دسترس است و وجود تنوع در اشکال مصرف آن (تازه خوری، کمپوت، آب میوه مربا و...) اهمیت بسیار زیادی را در رژیم غذایی انسان دارد. میوه سیب به علت اینکه بالا بودن میزان فیبر نقش مهمی را در پایین آوردن کلسترل خون و در نتیجه سلامتی انسان دارد. در حدود ۲-۳ درصد آن از فیبر تشکیل شده است و حدود ۵۰ درصد این فیبر شامل فیبرهای محلول در آب مانند پکتین است (۱۵). مقدار اسیدهای آلی میوهها همراه با رسیدن میوهها تدریجا کاهش می یابد. با اندازه گیری اسیدهای آلی می توان درجه رسیدگی میوهها را مشخص نمود. میزان اسیدیته میوهها نیز می تواند به عنوان شاخص کیفیت مطرح باشد. مقاومت محصول در برابر امراض باکتریایی به مقدار اسیدیته محصول بستگی دارد. معمولا محصولاتی که دارای اسیدیته پایینی می باشند نسبت به امراض باکتریایی مقاوم تر هستند (۱۲).

مسعودی همکاران طی مطالعه ای که در سال ۱۳۸۴ در تهران انجام دادند بیان کردند که میزان اسید آسکوربیک موجود در سیب برابر ۴/۸ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم می باشد که این میزان در مطالعه ی حاضر برابر ۹/۲۹ بود که از میانگین بدست آمده در مطالعات قبلی انجام شده در ایران بالاتر است (۲).

Wu و همکاران میانگین ۰/۴۹ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم برای را برای مالیک اسید موجود در سیب بیان کردند در حالیکه این میانگین در مطالعه ی حاضر برابر ۰/۲۶ می باشد (۱۶). همچنین فلیسینو و همکاران طی مطالعه ای که در پرتغال انجام دادند میانگین ۰/۴۴ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم را برای سیتریک اسید بیان کردند که این میانگین در مطالعه ی حاضر معادل ۰/۲۸ بود (۱۷) لازم بذکر است که مرور متون میانگینی معادل ۰/۶۵ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم را در این رابطه بیان کرد (۱۶). اسیدهای آلی میوه سیب شامل اسید

مالیک، اسید سیتریک، اسید اگزالیک، اسید تارتاریک، اسید شیکمیک، اسید اسکوربیک، اسید لاکتیک و اسید سوکسینیک می باشند. مهمترین اسیدهای آلی که باعث مطبوع کردن آب میوهها می شود شامل اسید تارتاریک، اسید اگزالیک و اسید فوماریک می باشند. وجود این اسیدها در آب میوه سیب نه تنها در طعم میوه تاثیر گذار هستند بلکه بر روی ارزش غذایی و نگهداری آب میوه سیب موثر می باشند (۱۸).

آپریکیان و همکاران گزارش دادند که میوه سیب حاوی مقادیر مطلوبی از مواد آنتی اکسیدانت از قبیل ویتامین ث، کاتکین ها، آنتوسیانیدین ها، دهیدروکالکون و... ولی حاوی مقادیر پایینی از توکوفرول و کارتنوئید می باشد. ترکیبات فیبری و فنولی در میوه سیب دارای خواص سینرژیستی است (۱۵).

تاکنون بیش از ۴۰۰ نوع ترکیب معطر در سیب شناخته شده است؛ ترکیبات معطر نقش بسیاری مهمی بر روی کیفیت سیب دارند (۱۹). یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار در قیمت میوه سیب مواد فرار و معطر می باشند. مواد فرار و معطر محصولات باغبانی به طور سنتی با استفاده از حس بویایی تشخیص داده می شوند. علاوه بر روش های سنتی مواد فرار و معطر را می توان با استفاده روش های دستگاهی از قبیل گاز کروماتوگرافی و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی و همچنین ریز استخراج از فاز جامد SPME مشخص کرد (۲۰). زیابو و همکاران مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ بر روی مواد فرار و معطر میوه سیب ارقام فوجی، جیما و هونیو را با استفاده از روش Oxide Gas Array GC/MS Tiny انجام دادند و ۲۲ ترکیب معطر و فرار از قبیل هگزنال، ۲-هگزنال، لینالیل استات، ۲-اکتانل، ایزو پنتیل استات، هگزیل استات، هگزیل ۲-متیل بوتیرات و... را در میوه سیب گزارش نمودند (۲۰).

فالیک و همکاران نیز بر این امر تاکید داشتند که فراوانترین ترکیب فرار موجود در سیب مربوط به فارنسنین است که این امر یافته‌های حاصل از مطالعه‌ی حاضر را تایید می‌کرد (۲۱).

هاکان اکتاس و همکاران اعلام کردند مهمترین اسیدهای آلی که باعث مطبوع کردن آب میوه‌ها می‌شود شامل اسید تارتاریک، اسید اگزالییک و اسید فوماریک می‌باشند. وجود این اسیدها در آب میوه سیب نه تنها در طعم میوه تاثیر گذار هستند بلکه بر روی پایداری، ارزش غذایی و نگهداری آب میوه سیب موثر می‌باشند (۱۶).

اسید اسکوربیک موجود در سیب قرمز و زرد مورد مطالعه بیشتر از مقدار گزارش شده در جدول ترکیبات مواد غذایی ایران (۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) است. بنابراین از نظر تامین ویتامین ث سیب لرستان می‌تواند منبع خوبی باشد.

### تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی و مرکز تحقیقات داروهای گیاهی رازی دانشگاه علوم پزشکی لرستان به دلیل تأمین هزینه‌های مورد نیاز، همچنین از کارکنان آزمایشگاه کنترل مواد غذایی معاونت غذا و داروی لرستان به خاطر همکاری در اجرای طرح صمیمانه قدردانی و تشکر می‌گردد.

## References

1. West wood MN. Temperate-zone pomology. Sanfrancisco, Freeman, 1978.
2. Masoudi H, Tabatabaeifard SA, Borghei AM, Shahbeik M. Determination and comparison of physical and mechanical properties of three export varieties of apples. Iranian Journal of Agricultural Sciences 2005;11:215-231.(In Persian)
3. Falahi E, Hassani Moghadam E, Roosta S. Physical statues & nutritional values of Golden and Red delicious apple in Lorestan. Yafte 2012;14:71-79.(In Persian)
4. Mesbah B, Pirmoradian M. Feeding of Fruit Trees.Tehran University press. Tehran; 2000.
5. Lachance PA, Nakat Z, Jeong WS. Antioxidants: an integrative approach. Nutrition 2001;17:835-838.
6. Spanos GA, Wrolstad RE, Heatherbell DA. Influence of processing and storage of the phenolic composition of apple juice. J Agric Food Chem 1990;38:1572-1579.
7. Boyer j, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits Nutr J 2004;3:1-15.
8. McCann MJ, Gill CIR, Brien GO, Rao JR, McRoberts WC, Hughes P, et al. Anti-cancer properties of phenolics from apple waste on colon carcinogenesis in vitro.Food ChemToxicol 2007;45:1224-1230.
9. Mari A, Tedesco I, Nappo A, Russo GL, Malorni A, Carbonr V. phenolic compound characteristation and antiproliferative activity of "Annurca" apple, a southern Italian cultivar. Food Chem 2010;123:157-164.
10. Sun J, Liu RH. Apple phytochemical extracts inhibit proliferation of estrogen-dependent and estrogen-independent human breast cancer cells through cell cycle modulation J Agric Food Chem 2008;56:11661-11667.
11. Pajk T, Rezar V, Levart A, Salbir J.Efficiency of apples , Strawberries, and tomatoes for reduction of oxidative stress in pigs as a model for human.Nutrition 2006;22:376-384.
12. Wall MM. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (Musa sp.) and papaya (Carcia papaya) cultivars grown in Hawaii. Journal of Food Composition and Analysis 2006;19:434-445.
13. Ghiasvand AR, Setkova L, Pawliszyn J. Determination of flavor profile in Iranian fragrant rice samples using cold-fiber SPME-GC-TOF-MS. Flavour and Fragrance Journal 2006;22:377-391.
14. Ghiasvand AR, Hosseinzadaeh S, Pawliszyn J. New cold-fiber headspace solid-phase microextraction device for quantitative extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment. Journal of chromatography 2006;1124:35-42.
15. Aprikian O, Ceverat-verny MA, Besson C, Busserolles J, Remest C, Demign C. Favorably affects parameters of cholesterol metabolism and of anti-oxidative protection in cholesterol. Food Chemistry 2001;1:445-452.

16. Hakanaktas A, Sen S, Yilmazer M, Cubuc E. Determination of carboxylic acid in apple juice. *Iran J Chem* 2005;28(1):1-6.
17. Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z, Hu X. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry* 2007;103:88-93.
18. Feliciano RP, Antunes C, Ramos A, Serra AT, Matias AA, Figueira ME, et al. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1- nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *J Function Food* 2010;2:35-45.
19. Forney CF, Mattheis JP, Baldwin EA. Effect on flavor. Yahia, EM. Modified and controlled commodities. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, USA;2009.
20. Xiaobo Z, Jiewen Z. Comparative analyses of apple aroma by a tin oxide gas sensor array derive and GC/MS. *Food chemistry* 2008;107:120-128.
21. Fallik E, Archbold DD, Hamilton Kemp TR, Lourghrin JH, Collins RW. Heat treatment temporarily inhibits aroma volatile compound emission from Golden Delicious apples. *Agric Food Chem* 1997;45:4038-4041.