

مقایسه نتایج سه روش طیف‌سنجی نوری، ولتامتری و تیتراسیون در اندازه‌گیری ویتامین ث در نمونه‌های میوه توزیع شده در بازار قم

علی یگانه‌فعال

استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام‌نور قم
نویسنده مسئول (yeganehfaal@pnu.ac.ir)

چکیده

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۰۷

واژه‌های کلیدی

طیف‌سنجی نوری

میوه

ولتامتری

ویتامین ث

روش‌های آنالیزی بسیاری در کتاب‌ها و مقالات برای تعیین اسید آسکوربیک یا همان ویتامین ث به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مهم، در ماتریس‌های مختلف گزارش شده است. مطالعه کنونی بر اساس تحلیل نمودارهای جریان-ولتاژ برای ویتامین ث در نمونه‌های مختلف میوه‌های سطح بازار شهر قم انجام شد. بلندی پیک اولین موج اکسایش برای سنجش ویتامین ث استفاده گردید. همچنین اندازه‌گیری‌ها با استفاده از روش استاندارد تیتراسیون و طیف‌سنجی نوری ماوراء بنفش- مرئی در نمونه‌های حقیقی انجام گرفت. با بدست آوردن شرایط بهینه و بررسی عوامل مؤثر اندازه‌گیری بر روی ۱۷ نوع میوه انجام شد. نتایج حاصل از سه روش طیف‌سنجی نوری، ولتامتری و تیتراسیون برای اندازه‌گیری آسکوربیک اسید میوه‌ها مقایسه شد. تحلیل آماری واریانس نتایج برای هر سه روش انجام گردید. نتایج بدست آمده نشان داد، میزان دقت روش‌ها به ترتیب: تیتراسیون، ولتامتری و طیف‌سنجی نوری افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از روش‌ها به‌طور معنی‌دار متأثر از ماتریس زمینه، یعنی نوع میوه نمی‌باشد. البته مقادیر آسکوربیک اسید در میوه‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است. نتایج حاصل با گزارش‌های قبلی قابل مقایسه و رضایت بخش بود. نتایج این تحقیق علاوه بر اینکه یک مطالعه میدانی تلقی می‌گردد، می‌تواند در انتخاب الگوی تغذیه‌ای و روش آزمایشی مناسب برای آزمایشگاه‌های کنترل کیفی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

مقدمه

عصب انتقال دهنده-گیرنده به‌عنوان یک نمونه از این موارد مورد بحث قرار گرفته است. غلظت بالای ویتامین ث در غده فوق‌کلوی و مغز اهمیت عملکرد این مولکول در این بخش‌ها را نشان می‌دهد. متابولیسم انسانی وابسته به حضور این ویتامین در سبب غذایی او می‌باشد از این‌رو، اندازه‌گیری این ویتامین در نمونه‌های غذایی، دارویی و بیولوژیکی اهمیت فراوانی دارد (Kalt et al., 1999). اندازه‌گیری مقادیر ویتامین ث در نمونه‌های یک منطقه خاص همواره از موارد قابل گزارش در این عرصه می‌باشد (Tamasi et al., 2015).

نام دیگر ویتامین ث، آسکوربیک اسید است که به‌خاطر ویژگی آنتی‌اکسیدانی و درمانی آن جزء مواد غذایی ارزشمند محسوب می‌شود. ویتامین ث در بافت تمام گونه‌های گیاهی و جانوری یافت می‌شود. این ویتامین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مهم، نقش با اهمیتی در متابولیسم سلول‌های زیستی ایفا می‌نماید. حذف گونه‌های اکسیژن فعال و رادیکال‌های آزاد فعال توسط این ویتامین، باعث می‌شود از آسیب به بافت‌ها جلوگیری شود. مکانیسم این واکنش‌ها معمولاً ناشناخته است. واکنش خاص ویتامین ث با کلسیم و

به دلیل اینکه بیشتر ترکیبات آلی در نمونه‌های پیچیده ممکن است در این ناحیه جذب داشته باشند، تعیین طیف‌سنجی نوری آسکوربیک اسید تا حدودی متأثر از اثر ماتریسی است. علی‌رغم این موضوع این روش می‌تواند به‌عنوان یک روش استاندارد تعیین ویتامین‌ث از روش‌های پرکاربرد تجزیه‌ای این ویتامین تلقی شود (Bajaj & Kaur, 1981).

با توجه به کلیه موارد ذکر شده در این پژوهش سعی شده است علاوه بر انجام یک کار پژوهشی میدانی برای اندازه‌گیری ویتامین‌ث میوه‌های وارداتی و داخلی سطح بازار قم، نتایج حاصل از روش‌ها با یکدیگر مقایسه گردیده و اعتبارسنجی روش‌ها و نتایج بدست آمده از طریق تحلیل واریانس بررسی گردد.

بخش تجربی

مواد شیمیایی

کلیه مواد شیمیایی از قبیل: استات سدیم بی‌آب، اسید استیک خالص، بافر استات سدیم و اسید استیک (pH=۴)، ۲ و ۶- دی‌کلروفنل ایندوفنل، هیدروکسید سدیم، گزین، هیدروکینون، استن، محلول فرمالدئید از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص تجزیه‌ای تهیه گردید. کلیه میوه‌ها از سطح بازار تهیه و برای تهیه نمونه‌های آزمایشی از میوه‌ها، بر اساس روش‌های استاندارد (استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹)، ابتدا هسته و جداره حفره‌ای هسته جدا و نمونه بعد از مخلوط شدن، صاف و پس از استخراج عصاره، اندازه‌گیری بر روی محلول نهایی انجام گرفت. با توجه به مقدار تقریبی ویتامین‌ث موجود در هر میوه مقدار ۱۰۰ - ۱۰ گرم از نمونه را با دقت $\pm 0/0001$ گرم، توزین و استخراج ویتامین‌ث و به دنبال آن اندازه‌گیری بر اساس هر کدام از روش‌های استاندارد تیتراسیون، ولتامتری و طیف‌سنجی نوری انجام گرفت. برای اجتناب از اثر عوامل مداخله‌کننده محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها به‌صورت روزانه و تازه تهیه و آنالیز گردید. از آب عاری از یون برای تهیه کلیه محلول‌ها استفاده شد.

روش‌های آنالیزی بسیاری در کتاب‌ها و مقالات برای تعیین ویتامین‌ث در ماتریس‌های مختلف گزارش شده است (Mazurek & Jamroz, 2015). این روش‌ها را می‌توان به‌طور کلی به دو دسته، روش‌های طیف‌سنجی و غیرطیف‌سنجی تقسیم نمود (Arya *et al.*, 2000; Hassan *et al.*, 1975). طیف‌سنجی نوری، فلوروسانس (Feng *et al.*, 2005)، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (Klimczak & Gliszczynska-Swiglo, 2015)، آمپرسنجی (Lenghor *et al.*, 2012)، تیتراسیون (Silva *et al.*, 2012)، کمپلکسومتری (Koupparis *et al.*, 2002) و روش‌های آنزیمی (Niu *et al.*, 2014) است. توسعه بیشتر این روش‌ها و مقایسه نتایج حاصل از آنها به منظور اطمینان از حصول نتایج قابل اعتماد و با شاخص‌های مطلوب از عرصه‌های مهم تحقیقاتی شیمی تجزیه می‌باشد (Pachla *et al.*, 1985; Spínola *et al.*, 2014).

روش‌های الکتروشیمیایی کاربردهای مهمی در آنالیز نمونه‌ها و در سنتز ترکیبات آلی و معدنی دارند و برای تعیین سطح ویتامین‌ث می‌توانند ابزاری قوی و پرکاربرد باشند. روش‌های الکتروشیمیایی می‌تواند برای تعیین سطح ویتامین‌ث در غذاها مفید باشد زیرا آسکوربیک اسید به راحتی به دی‌هیدروآسکوربیک اسید اکسید می‌شود. روش‌های ولتامتری مبتنی بر اندازه‌گیری جریان ناشی از اکسایش یا کاهش گونه بر سطح الکتروود است. این روش‌ها در میان روش‌های تجزیه‌ای برای تعیین و اندازه‌گیری مقادیر گونه‌های آلی، زیستی و معدنی عمومیت دارند. این روش‌ها شامل ولتامتری روبشی (LSV)، ولتامتری چرخه‌ای (CV)، ولتامتری پالس تفاضلی (DPV)، ولتامتری موج مربعی (SWV)، ولتامتری عاری‌سازی کاتدی و آندی است (Malinauskas *et al.*, 2004).

علی‌رغم اینکه نمک‌های رنگی در روش تیتراسیون برای اندازه‌گیری ویتامین‌ث مداخله ایجاد می‌کنند، استفاده از روش‌های تیتراسنجی برای تعیین مقدار ویتامین‌ث نیز به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌های استاندارد تعیین ویتامین‌ث گزارش شده است (Mindlin & Butler, 1938).

دستگاه‌ها

ترازوی سارتوریوس^۱ با دقت $\pm 0/0001$ گرم ساخت کشور آلمان، مخلوط‌کن و دستگاه گریز از مرکز ساخت ایران، دستگاه اتولب^۲ مدل ۱۰۱ ساخت کشور آلمان، دستگاه طیفسنج نوری شیمادزو^۳ مدل ۲۵۵۰ ساخت کشور ژاپن، pH متر شرکت متروا هم مدل ۸۲۶ ساخت کشور سوئیس از جمله دستگاه‌های به کار رفته در این پژوهش بود.

روش تیتراسیون اکسایش کاهش

این روش بر اساس استخراج اسید اسکوربیک نمونه آزموده، با استفاده از محلول اسید اگزالیک همراه با اسید استیک می‌باشد که عیارسنجی با ماده رنگی ۲ و ۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی روشن انجام می‌گیرد (استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹). در یک بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری، ۱۵ گرم اسید متافسفوریک را در ۴۰ میلی‌لیتر اسید استیک خالص و ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل نموده و به حجم رسانده می‌شود. محلول بدست آمده بی‌درنگ با کاغذ صافی در یک ظرف شیشه‌ای، صاف گردید. این محلول می‌تواند به مدت ۷ تا ۱۰ روز در یخچال پایدار بماند و به‌عنوان محلول استخراج به کار رود.

۵۰ میلی‌گرم نمک سدیم ۲ و ۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب عاری از یون و گرم با دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد، که محتوی ۴۲ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم می‌باشد، حل گردید. محلول حاصل به بالن حجمی ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و پس از خنک شدن، با آب مقطر به حجم رسانده شد و سپس صاف گردید. این محلول باید درون ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای تیره در یخچال نگهداری شود. به دلیل این که معرف رنگی بعد از مدتی فاسد می‌شود، بهتر است در فواصل معین تازه تهیه شود.

در یک بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری، با دقت توزین $\pm 0/0001$ گرم، ۵۰ میلی‌گرم اسید اسکوربیک که قبلاً رطوبت آن با قرار دادن در دسیکاتور دور از نور گرفته شده است ریخته و با محلول استخراج به حجم

رسانده شد. با توجه به مقدار ویتامین‌ث محتوی و غلظت نمونه، مقدار ۱۰ تا ۱۰۰ گرم از نمونه با دقت توزین شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول استاندارد اسید اسکوربیک را با ۵ میلی‌لیتر محلول استخراج رقیق نموده و بی‌درنگ با محلول رنگی تا ظهور رنگ صورتی روشن عیارسنجی گردید. محاسبه نهایی برای تعیین مقدار اسکوربیک اسید بر اساس وزن اولیه نمونه صورت گرفت.

روش ولتامتری

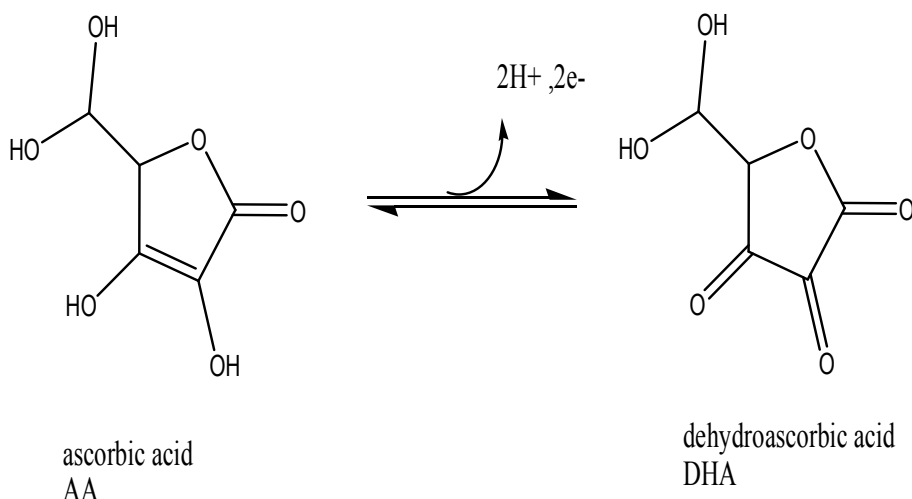
با توجه به روش استاندارد بکار رفته روش پتانسیلی در جهت مثبت برای اولین نیم‌چرخه انتخاب می‌شود. این پتانسیل از چنان مقداری شروع می‌شود که برای آن واکنش احیایی وجود ندارد با نزدیک شدن پتانسیل اعمال شده به پتانسیل اختصاصی فرایند ردوکس، جریان مربوط به اکسایش اسکوربیک اسید شروع به افزایش می‌کند تا دماغه‌ای به وجود آید. پس از گذشتن از ناحیه پتانسیلی که در آن فرایند اکسایش قرار می‌گیرد جهت روبش پتانسیل عوض می‌شود. بنابراین ملاحظه می‌شود که چگالی جریان دماغه متناسب با غلظت گونه‌های الکتروفعال و جذر سرعت روبش و جذر ضریب انتشار است. با ثابت نگه داشتن تمام متغیرها به غیر از غلظت گونه الکترو-اکتیو، جریان پیک با افزایش غلظت اسکوربیک اسید افزایش می‌یابد.

مطالعه کنونی بر اساس تحلیل نمودارهای جریان-ولتاژ برای ویتامین‌ث برای اندازه‌گیری میزان غلظت گونه الکترواکتیو انجام شده است. بلندی پیک اولین موج اکسایش برای سنجش ویتامین‌ث استفاده شد. ویتامین‌ث در محیط آبی به وسیله ولتامتری خطی بر روی یک الکتروود کربن شیشه‌ای معین گردید.

¹ Sartorius

² Autolab PGSTAT101

³ Shimadzo



شکل ۱- واکنش اکسایش آسکوربیک اسید

طیف‌سنج در طول موج ۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری غیر-مستقیم ویتامین ث انجام شد.

با توجه به خاصیت بی‌هوش‌کنندگی گزین در غلظت‌های بالا، تمام اقدامات ایمنی در مورد آن به عمل آمد و در زمان کار با آن از هود تخلیه مناسب استفاده گردید. خلوص گزین مطابق روش استاندارد بررسی گردید. در این تحقیق از گزین خالص مرک بدون نیاز به تقطیر و خالص‌سازی استفاده گردید.

استخراج را طبق روش گفته شده در بالا انجام داده به‌طوری که محلول آزمایشی بدست آید. مقدار نمونه با توجه به تجربیات قبلی انتخاب گردید. مقدار ۱ تا ۵ میلی‌لیتر از محلول آزمایشی را در یک لوله گریز از مرکز ریخته و به آن یک حجم معادل از بافر افزوده و بی‌درنگ یک مقدار اضافی از معرف رنگی افزوده، مخلوط گردیده و سپس ۱۰ میلی‌لیتر گزین به آن افزوده شد. نمونه‌های آماده شده به مدت ۲ دقیقه با سرعت ۸۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده و فاز فوقانی برای اندازه‌گیری‌های طیف‌سنجی جدا شده و با دستگاه طیف‌سنج در طول موج ۵۰۰ نانومتر، جذب نمونه ثبت گردید. برای نمونه شاهد و آزمون شاهد جذب گزین در طول موج ۵۰۰ نانومتر ثبت شد.

به‌منظور تهیه و رسم منحنی استاندارد در محدوده غلظتی نمونه مورد آزمایش با توجه به جدول ۱ (۱۰۰-۲ میلی‌گرم) به هر یک از چهار لوله گریز از

سلول یک سیستم سه‌الکترودی با یک الکترود نقره‌ای Ag/AgCl، یک الکترود پلاتین و یک الکترود کربن شیشه‌ای، که به ترتیب به‌عنوان الکترود مرجع، الکترود کمکی و الکترود کار استفاده گردید. در حضور ۱۰ میلی‌لیتر از بافر فسفات با pH=۷ و مقدار مناسبی از ویتامین ث استاندارد در سلول ولتامتری، محلول در طی همزدن و در زمان ۱۸۰ ثانیه توسط دمش نیتروژن فاقد اکسیژن گردید. تکان دادن متوقف شده و اعمال پتانسیل نهایی ۳۰ ثانیه بعد از ساکن شدن محلول با سرعت رفت و برگشت ۵۰ mv/s از ۰/۸- تا ۰/۲- روبش شد. چندین آزمایش انجام شد تا شرایط بهینه برای بهترین میزان دقت و صحت کمیت برای تعیین مقدار ویتامین ث تعیین شود. اندازه‌گیری در نمونه حقیقی با روش افزایش استاندارد انجام شد. در تمام آزمایشات در حالت رفت و برگشت خطی از بافر به‌عنوان یک الکترولیت حامل استفاده شد.

روش طیف‌سنجی نوری

استخراج اسید اسکوربیک نمونه آزمایشی مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹، در حضور محلول اسید اگزالیک به همراه اسید استیک انجام شد. محلول رنگی شامل ۲ و ۶-دی‌کلرو فنل ایندوفنل است که توسط اسید اسکوربیک احیاء می‌گردد. استخراج اضافی ماده رنگی توسط گزین صورت گرفته و سپس با تعیین این مقدار ماده رنگی، توسط دستگاه

مرکز همان حجم محلول استخراج را افزوده، سپس معادل با حجم محلول آزمایشی بکار برده شده در بالا افزوده و به هر یک حجم معادل از بافر افزوده شد. در صورت لزوم تصحیحات و اقدامات لازم بر اساس روش استاندارد گزارش شده انجام می‌گیرد (استاندارد ملی ایران به شماره ۵۶۰۹).

جدول ۱- میانگین نتایج سه مرحله اندازه‌گیری هر روش بر حسب میلی‌گرم ویتامین ث در هر ۱۰۰ گرم (مقدار نمونه اولیه ۱۰۰-۱۰۰ گرم و $n=3$)

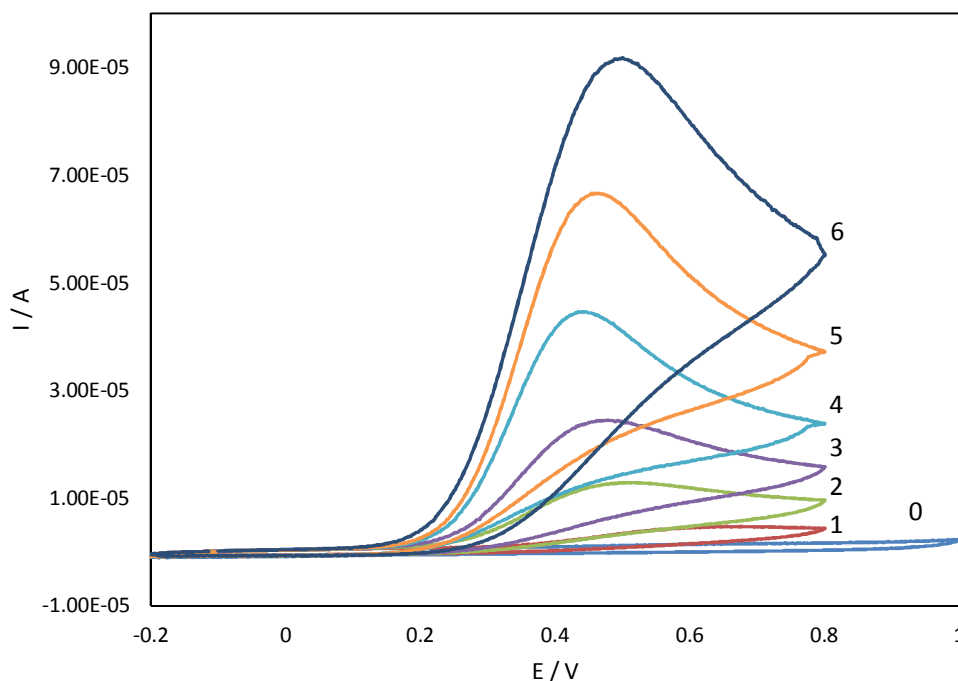
نام میوه	گزارش قبلی (Arya et al., 2000; Hassan et al., 1975)	تیتراسیون	طیفسنجی مرئی - فرا-بنفش	ولتامتری
کلم بروکلی	۸۰-۹۰	۷۵/۵۷ ± ۳/۷۶	۶۸/۵۳ ± ۲/۳۸	۵۹/۵۷ ± ۲/۸۲
موز	۶-۹	۹/۴۷ ± ۰/۸۲	۶/۸۰ ± ۰/۳۷	۵/۸۱ ± ۰/۳۳
آناناس	۴۵-۵۰	۴۷/۹۰ ± ۰/۶۷	۴۳/۰۱ ± ۱/۶۹	۴۱/۹۰ ± ۲/۱۳
پرتقال وارداتی	۴۵-۵۵	۵۸/۶۳ ± ۱/۹۶	۵۳/۰۷ ± ۱/۴۲	۴۴/۶۷ ± ۱/۶۷
گریپ فروت	۳۰-۴۴	۴۵/۳۷ ± ۱/۲۹	۴۹/۲۷ ± ۱/۵۸	۳۶/۹۷ ± ۱/۴۹
پرتقال بم	۴۵-۵۵	۴۴/۵۷ ± ۲/۹۱	۴۴/۷۰ ± ۱/۷۳	۳۸/۹۰ ± ۱/۸۰
پرتقال شمال	۴۵-۵۵	۶۲/۳۷ ± ۱/۸۴	۵۲/۱۷ ± ۲/۶۴	۳۹/۰۷ ± ۱/۶۹
لیمو شیرین	۳۵-۴۰	۵۰/۸۳ ± ۱/۶۹	۴۴/۷۷ ± ۲/۰۲	۳۱/۸۷ ± ۱/۵۸
لیمو ترش	۳۰-۳۵	۴۱/۶۷ ± ۲/۲۹	۳۵/۸۰ ± ۰/۹۳	۳۰/۸۰ ± ۱/۶۰
نارنگی	۳۰-۳۵	۳۲/۲۰ ± ۲/۳۳	۳۶/۴۰ ± ۱/۷۳	۳۰/۱۷ ± ۱/۹۶
کیوی	۶۰-۹۵	۷۷/۴۰ ± ۲/۵۳	۶۷/۷۱ ± ۱/۹۳	۵۳/۰۷ ± ۳/۰۲
هلو	۴-۷	۷/۱۳ ± ۰/۹۸	۶/۷۰ ± ۱/۷۳	۵/۴۰ ± ۰/۴۷
گلابی	۳-۵	۴/۶۳ ± ۰/۵۶	۴/۰۰ ± ۰/۰۷	۳/۰۳ ± ۰/۲۲
فلفل سبز	۷۵-۹۰	۸۲/۴۳ ± ۲/۳۱	۷۹/۳۳ ± ۲/۷۸	۵۵/۱۷ ± ۰/۹۱
توت فرنگی	۵۵-۶۰	۵۹/۸۰ ± ۳/۱۳	۵۵/۹۳ ± ۳/۱۶	۴۱/۸۰ ± ۲/۲۷
کلم	۳۴-۳۸	۳۲/۰۷ ± ۱/۱۱	۳۲/۱۰ ± ۲/۷۳	۲۷/۰۷ ± ۲/۰۷
هویج	۴-۶	۳/۹۷ ± ۰/۱۸	۶/۴۳ ± ۱/۳۱	۳/۶۳ ± ۰/۵۸

نتایج و بحث

نوری انجام شد. نتایج حاصل همخوانی نسبتاً خوبی با یکدیگر دارند.

روش ولتامتری بوسیله یک ولتامتری چرخه‌ای با استفاده از کربن شیشه‌ای به‌عنوان الکترود کار، Ag/AgCl به‌عنوان مرجع و پلاتین به‌عنوان الکترود کمکی انجام شد. شکل ۲ ولتاموگرام حاصل را برای نمونه‌های استاندارد نشان می‌دهد. اندازه‌گیری‌ها در یک میزان ۲۰۰- تا ۱۰۰۰ mv نسبت به الکترود مرجع با سرعت روبش ۵۰ mv/s پیک‌های آندی رایج برای اکسایش الکتروشیمیایی آسکوربیک اسید به دی‌هیدرو آسکوربیک اسید در ۴۸۰ mv گزارش شده در شکل ۲ را ارائه می‌دهد. اما پیک‌های کاتدی در آن رنج مشاهده نشده است.

چندین آزمایش انجام شد تا شرایط بهینه برای بهترین میزان دقت و صحت کمیت حاصل برای تعیین مقدار ویتامین ث مشخص شود. بر اساس نتایج اندازه‌گیری بدست آمده از نمونه‌های مختلف و بر اساس روش استاندارد بکار رفته، می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های پیشنهاد شده برای تعیین آسکوربیک اسید مناسب می‌باشند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که این روش‌ها قابل اجرا، کم خرج و آسان می‌باشند. اندازه‌گیری آسکوربیک اسید در ۱۷ نوع میوه داخلی و وارداتی بوسیله تیتراسیون، ولتامتری و طیفسنجی



شکل ۲- ولتاموگرام نمونه‌های استاندارد اسکوربیک اسید

یک روش قابل اطمینان در کنترل کیفیت آزمایشگاه‌های غذایی با توجه به امکانات آن آزمایشگاه استفاده شود. این تحقیق نشان می‌دهد که میوه‌های وارداتی لزوماً از نظر ارزش ویتامین ث بر میوه‌های داخلی ارجحیت ندارند.

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲ تحلیل آماری واریانس نتایج برای هر سه روش انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد میزان دقت روش‌ها به ترتیب، تیتراسیون، ولتامتری و طیف‌سنجی نوری افزایش می‌یابد. البته علی‌رغم این موضوع اختلاف معنی‌دار بین دقت روش‌ها وجود نداشت. دقت روش‌ها کمی با یکدیگر متفاوت است ولی نتایج حاصل از روش‌ها متأثر از ماتریس زمینه، یعنی نوع میوه نمی‌باشد. نتایج حاصل از هر سه روش با گزارش‌های قبلی قابل مقایسه و رضایت بخش بود. نتایج این تحقیق علاوه بر اینکه یک مطالعه میدانی تلقی می‌گردد، می‌تواند در انتخاب الگوی تغذیه‌ای مناسب و روش

اگر مقادیر ویتامین ث این میوه‌ها با هم مقایسه شود مشاهده خواهد شد که این مقادیر با همدیگر متفاوت هستند. این موضوع که ویتامین ث در میوه‌های زیادی وجود دارد از این تحقیق قابل استنباط است. این گزارش به‌عنوان اطلاعات پایه برای تعیین سطح ویتامین ث در میوه‌های مورد بررسی می‌تواند بکار رود، این اطلاعات می‌تواند راهنمای خوبی برای مصرف‌کننده به منظور یک انتخاب درست یک میوه با سطح بالای ویتامین ث باشد. نتایج اندازه‌گیری در یک فاصله زمانی سه فصلی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نتایج را نشان می‌دهد. از این‌رو، در جدول یک، میانگین سه مرحله اندازه‌گیری برای هر میوه و نتایج حاصل از مطالعات قبلی ارائه شده است.

مصرف مناسب این نوع میوه‌های با ویتامین ث بالا می‌تواند به منظور درمان و یا کاهش عوارض بیماری‌ها و همچنین برای حفظ و ارتقاء سلامتی بر اساس نوع میوه‌های داخلی غنی از ویتامین ث مد نظر قرار گیرد. روش‌های بکار رفته در این تحقیق می‌تواند به‌عنوان

آزمایشی مناسب برای آزمایشگاه‌های کنترل کیفی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق بر اساس نتایج حاصل از طرح پژوهشی گرانت مولف با همین عنوان در دانشگاه پیام‌نور استان قم تعریف شده و انجام گردیده است.

جدول ۲- نتایج آماری واریانس و انحراف استاندارد اندازه‌گیری‌ها (n=۳)

انحراف استاندارد روش		واریانس روش				نوع میوه
تیتراسیون	طیف‌سنجی نوری	ولتامتری	تیتراسیون	طیف‌سنجی نوری	ولتامتری	
۵/۱۲	۰/۲۳	۳/۸۴	۲۶/۲۰	۱۰/۴۴	۱۷/۷۶	کلم بروکلی
۱/۱۲	۰/۳۶	۰/۵۰	۱/۲۶	۰/۱۳	۰/۲۵	موز
۰/۸۷	۲/۲۵	۲/۹۱	۰/۷۶	۵/۰۶	۸/۴۹	آناناس
۲/۸۱	۱/۸۹	۲/۴۵	۷/۸۹	۳/۵۷	۶/۰۲	پرتقال واردانی
۱/۸۶	۲/۱۸	۲/۱۵	۳/۴۴	۴/۷۶	۴/۶۴	گریپ فروت
۴/۰۹	۲/۵۱	۲/۶۱	۱۶/۷۰	۶/۲۸	۶/۷۹	پرتقال بم
۲/۴۲	۳/۵۲	۲/۴۵	۵/۸۶	۱۲/۳۶	۶/۰۲	پرتقال شمال
۲/۳۴	۲/۷۹	۲/۱۰	۴/۴۵	۷/۸۰	۴/۴۰	لیمو شیرین
۳/۲۷	۱/۲۸	۲/۰۸	۱۰/۶۶	۱/۶۳	۴/۳۳	لیمو ترش
۳/۰۵	۲/۵۵	۲/۶۶	۹/۳۱	۶/۵۱	۷/۰۹	نارنگی
۳/۵۴	۲/۵۱	۴/۳۶	۱۲/۵۲	۶/۳۱	۱۹/۰۲	کیوی
۱/۳۱	۲/۳۶	۰/۶۲	۱/۷۰	۵/۵۶	۰/۳۹	هلو
۰/۷۶	۰/۱۰	۰/۳۱	۰/۵۸	۰/۰۱	۰/۰۹	گلابی
۳/۰۴	۲/۷۸	۱/۳۱	۹/۲۶	۷/۷۰	۱/۷۰	فلفل سبز
۴/۲۹	۴/۲۲	۳/۱۸	۱۸/۳۹	۱۷/۸۰	۱۰/۱۱	توت فرنگی
۱/۵۰	۳/۷۳	۰/۷۴	۲/۲۴	۱۳/۹۳	۰/۵۴	کلم
۰/۲۵	۱/۸۲	۰/۸۵	۰/۰۶	۳/۳۲	۰/۷۲	هویج
۱۳۲/۳۲	۱۱۳/۲۰	۹۵/۴۰	مجموع واریانس روش‌ها			
۵/۷۳	۳/۵۴	۳/۹۳	انحراف میانگین واریانس روش‌ها			
۷/۳۵	۴/۷۹	۵/۳۱	انحراف استاندارد واریانس روش‌ها			

منابع

- ۱- استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۹. اندازه‌گیری ویتامین‌ث در میوه‌ها و سبزی‌ها و فراورده‌های آنها. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۵۶۰۹.
- 2- Arya, S. P., Mahjan, M., & Jain, P. 2000. Non-spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. *Analytica Chimica Acta*, 417: 1-14.
- 3- Bajaj, K. L., & Kaur, G. 1981. Spectrophotometric determination of L-ascorbic acid in vegetables and fruits. *Analyst*, 106: 117-120.
- 4- Dasilva, V. L., Cerqueira, M. R. F., Lowinson, D., Matos, M. A. C., & Matos, R. C. 2012. Amperometric detection of ascorbic acid in honey using ascorbate oxidase immobilised on amberlite IRA-743. *Food Chemistry*, 133: 1050-1055.
- 5- Hassan, S. M., Elfattah, M. M. A., & Zaki, M. T. M. 1975. Spectrophotometric determination of vitamin C in citrus fruits using peri-naphthindan-2,3,4-trione. *Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie*, 277: 369-371.
- 6- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., & Proior, R. L. 1999. Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 4638-4644.
- 7- Klimczak, I., & Gliszczynska-swiglo, A. 2015. Comparison of UPLC and HPLC methods for determination of vitamin C. *Food Chemistry*, 175: 100-105.
- 8- Koupparis, M. A., Aangnostopoulou, P., & Malmstadt, H. V. 1985. Automated flow-injection pseudotitration of strong and weak acids, ascorbic acid and calcium, and catalytic pseudotitrations of aminopolycarboxylic acids by use of a microcomputer-controlled analyser. *Talanta*, 32: 411-417.
- 9- Lenghor, N., Jakmune, J., Vilen, M., Sara, R., Christain, G. D., & Grudpan, K. 2002. Sequential injection redox or acid-base titration for determination of ascorbic acid or acetic acid. *Talanta*, 58: 1139-1144.
- 10- Malinauskas, A., Garjonyt, R., Mazeikien, R., & Jureviciut, I. 2004. Electrochemical response of ascorbic acid at conducting and electrogenerated polymer modified electrodes for electroanalytical applications: a review. *Talanta*, 64: 121-129.
- 11- Mazurek, A., & Jamroz, J. 2015. Precision of dehydroascorbic acid quantitation with the use of the subtraction method – Validation of HPLC–DAD method for determination of total vitamin C in food. *Food Chemistry*, 173: 543-550.
- 12- Mindlin, R. L., & Butler, A. M. 1938. The determination of ascorbic acid in plasma; A Macromethod and Micromethod. *Journal of Biological Chemistry*, 122: 673-686.
- 13- Niu, M., Hou, G. G., Li, X., Wang, L., & Chen, Z. 2014. Inhibitory effects of ultrasound combined with ascorbic acid or glutathione on enzymatic darkening of whole-wheat raw noodles. *LWT - Food Science and Technology*, 59: 901-907.
- 14- Pachlea, L. A., Reynolds, D. L., & Kissinger, P. T. 1985. Analytical methods for determining ascorbic acid in biological samples, food products, and pharmaceuticals. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 68: 1-12.
- 15- Spainola, V., Llorent-Martinez, E. J., & Castilho, P. C. 2014. Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation. *Journal of Chromatography A*, 1369: 2-17.

-
- 16-Tamasi, G., Cambi, M., Gaggelli, N., Autino, A., Cresti, M., & Cini, R. 2015. The content of selected minerals and vitamin C for potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from the high Tiber Valley area, southeast Tuscany. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41: 157-164.

Compare the results of the three methods, optical spectroscopy, voltammetry and titration in the measurement of vitamin c in fruit samples distributed in Qom Market

Ali yeganeh Faal

Assistant Professor, Department of Chemistry, Payame Noor University, Qom, Iran
Corresponding author (yeganehfaal@pnu.ac.ir)

Abstract

Numerous Analytical methods applied to determine Vitamin C or ascorbic acid (AA), an important antioxidant, in foods and fruits of various matrixes have been reported in scientific books and papers. This study is based on an analysis of the I-E charts of ascorbic acid oxidation in samples of fruits in the city of Qom. The Peak height of the first wave of ascorbic acid oxidation is used to measure AA. Also, having used standard titration and optical spectroscopy, the amount of ascorbic acid was determined. To ensure optimal conditions and factors, the measurement was performed on 17 types of fruits. The results obtained by three methods: optical spectroscopy, voltammetry and titration for measuring the ascorbic acid of 17 types of fruit were compared. Statistical analysis of the results variance for all the three methods was done. The results showed that the accuracy of the methods increase from titration, voltammetry to optical spectroscopy. The amount of ascorbic acid in fruits is different. The results of all three methods were comparable with previous reports and were satisfactory. The results, in addition to being considered a field study, can be used to select the appropriate nutritional model and analytical methods for food quality control laboratories.

Keywords: Fruit, Spectrophotometry, Vitamin C, Voltametric