

بررسی مقاومت حرارتی عصاره آنتی اکسیدانی پوست خارجی انار در روغن آفتاب گردان

صدیقه یزدان پناه^{۱*}، پرهام ارجمند^۲، هاشم پورآذرنگ^۳ و مهدیه محمدی جعفری^۴

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۶/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۱/۱۵)

چکیده

در این پژوهش ابتدا ترکیبات آنتی اکسیدانی پوست انار توسط دو حلال اتانل و متانل به روش پركولاسیون استخراج شده و سپس فعالیت آنتی اکسیدانی آنها به روش فسفومولیدنیوم تعیین گردید. مشخص شد که عصاره متانلی فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به عصاره اتانلی دارد. در مرحله بعد مقاومت حرارتی عصاره متانلی به روش رنسیمت در دماهای ۱۲۰.۹° C و ۱۵۰° C در مقایسه با α -توکوفرول و BHT ارزیابی گردید. در پایان مشخص شد که طول دوره القای نمونه حاوی ۱۰۰۰ppm عصاره متانلی پوست انار در هر سه دما به طور معنی داری بالاتر از سایر نمونه هاست. نتایج حاصل از آزمون پانل روی فراورده چپس سیب زمینی نشان داد که استفاده از عصاره پوست انار در غلظت بالا هیچ گونه تأثیر منفی نسبت به نمونه شاهد روی خواص ارگانولپتیک محصول نداشته است.

واژه های کلیدی: پوست انار، آنتی اکسیدان های طبیعی، مقاومت حرارتی، روغن های خوراکی، روغن آفتاب گردان

مقدمه

مانند توکوفرول ها و مشتقات اسید آسکوربیک، فیبرها، پلی فنول ها، فلاونوئیدها، ایزوفلاونون ها تحت عنوان افزودنی های طبیعی ایمن به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته اند. هم چنین، شواهدی در دست است که رژیم های غنی از آنتی اکسیدان های گیاهی، سلامت انسان را از دیدگاه سرطان زایی و بیماری کرونری قلب کمتر به خطر می اندازد (۱۳).

برای اندازه گیری ترکیبات آنتی اکسیدانی در مواد غذایی از روش های اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی مانند روش فسفومولیدنیوم استفاده می شود که بر پایه احیای مولیدنیوم

در حال حاضر، آنتی اکسیدان های سنتزی هیدروکسی آنیزول بوتیلنت (BHA)، هیدروکسی تولوئن بوتیلنت (BHT)، پروپیل گالات (PG) و ترت - بوتیل هیدروکینون (TBHQ) دارای بیشترین گستردگی کاربرد هستند، ولی علی رغم کارایی و پایداری بالا و نیز ارزانی نسبی، مصرف آنها به دلیل خاصیت سرطان زایی و تمایل روز افزون مردم جهت پرهیز از مصرف یا به حداقل رساندن کاربرد افزودنی های سنتزی در مواد غذایی رو به کاهش گذارده است. از این رو، آنتی اکسیدان های طبیعی

۱. مربی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون

۲. مربی تکنولوژی و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

۳. استاد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yazdanpanah@yahoo.com

(VI) به مولیبدنیوم (V) به وسیله ترکیبات آنتی اکسیدانی و شکل گیری کمپلکس سبز رنگ مولیبدنیوم (V) با یک جذب حداکثر در ۶۹۵ nm در شرایط اسیدی می باشد.

سرخ کردن در حرارت های بالا به طور معمول در فراوری، آماده سازی و تولید برخی محصولات غذایی استفاده می شود. رطوبت موجود در غذاها و اکسیژن علت بروز برخی تغییرات شیمیایی در محصول و در حرارت بالا هستند. این واکنش ها باعث ایجاد تغییرات حسی و کاهش کیفیت تغذیه ای مواد غذایی می شوند. آنتی اکسیدان های سنتزی مانند BHA یا BHT در اثر حرارت و اکسیژن دچار کاهش فعالیت می شوند (۱۵) به طوری که ۸۰ درصد فعالیت BHT در طی سرخ کردن با حرارت بالا کاهش می یابد (۱۸). خصوصیات آنتی اکسیدانی گیاهان علفی، ادویه ها، میوه ها و سبزی ها وابسته به نوع و خصوصیات حلالی است که برای استخراج آنها استفاده می شود به گونه ای که متناسب با نوع و میزان پلی فنول های استخراجی قدرت و خصوصیت آنتی اکسیدانی عصاره متفاوت است (۶). به عنوان مثال استفاده از عصاره اتانلی گیاه مرزه (*Satureia hortensis* L.) باعث بهبود شرایط اکسیداسیون و پایداری روغن آفتاب گردان در دمای 180°C شده است که به دلیل حضور دو ترکیب تیمول و کارواکرول در عصاره بوده است (۲۰ و ۲۱). مقاومت حرارتی آنتی اکسیدان ها بر میزان کارایی و کاربرد آنها در محیط تأثیرگذار است. روند واکنش های اکسایشی چربی ها به دوره القای آنتی اکسیدان موجود در سیستم بستگی دارد که تا چه مدت بتواند ۹۰ درصد کارایی خود را حفظ کند. با افزایش دما دوره القا به صورت لگاریتمی کاهش پیدا می کند. مقاومت در مقابل تجزیه حرارتی یا تبخیر با بخار آب در مورد آنتی اکسیدان ها به خصوصیات حمله آنها مربوط می باشد. آنتی اکسیدان ها در درجه حرارت های بالا دچار تجزیه و تبخیر می شوند که حضور آب به خروج آنها از محیط می افزاید. دو آنتی اکسیدان BHA و BHT در حین سرخ کردن روغن ها مؤثر عمل نمی کنند در حالی که TBHQ تحت همان شرایط نسبتاً مؤثر است. میزان تبخیر BHT، BHA و TBHQ پس از سرخ کردن به ترتیب ۲۸، ۱۱

و ۶ درصد می باشد. بررسی ها نشان داده است پروپیل گالات (PG) نسبت به سه آنتی اکسیدان فوق دارای فراریت کمتری می باشد (۲). کامل ترین مطالعه در تجزیه حرارتی و مقاومت حرارتی پلی فنول ها را هاماما و همکاران انجام داده اند. این محققین مقاومت حرارتی چهار آنتی اکسیدان سنتزی را به ترتیب به PG، BHT، BHA، TBHQ، نسبت داده اند. توکوفرول ها به دلیل داشتن وزن مولکولی بالا و ساختمان خاص خود در دماهای بالا فرار نیستند و جهت استفاده در روغن های سرخ کردنی مناسب می باشند و مشابه با TBHQ عمل می کنند (۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۱۸ و ۱۹).

پوست انار محتوی مواد پلی فنول مانند الاجیک اسید، الاجی تانن ها و گالیک اسید و آنتوسیانین هاست که برای آماده سازی رنگ ها، وسایل آرایشی و فرمولاسیون های درمانی استفاده می شود. مشخص شده است که آنتی اکسیدان های موجود در عصاره آب انار دارای اثرات ضد آرتریست قلبی در انسان می باشند. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از ترکیبات تشکیل دهنده پوست انار مانند کوئرسیتین، لوتئولین و کامپفرول در برابر دامنه وسیعی از پرواکسیدان ها در سیستم های لیپیدی دارای اثرات آنتی اکسیدانی هستند (۲، ۳، ۶، ۱۰، ۱۴، ۱۵). در این پژوهش، بررسی امکان استخراج، ظرفیت آنتی اکسیدانی و احیا کنندگی عصاره پوست خارجی انار و ارزیابی تأثیر آن بر افزایش مقاومت حرارتی و شرایط اکسیداسیون روغن آفتاب گردان به عنوان یک سیستم مدل غذایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

پس از جمع آوری پوست های انار وارسته لیلی شهرستان سبزوار به دلیل فراوانی و در دسترس بودن لایه زرد رنگ داخلی به طور کامل جداسازی شد. پوسته خارجی در دمای اتاق (25°C) دور از نور خورشید تا رطوبت ۲ درصد به مدت یک هفته خشک شد و عمل عصاره گیری بروش پرکولاسیون به وسیله دو حلال اتانل و متانل انجام شد (۱ و ۲).

کل فعالیت آنتی اکسیدانی پوست انار در عصاره ها به روش Aguilar, Pineda, Prieto اندازه گیری شد. در این روش

۱ ml نمونه از محلول‌های (۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰) $\mu\text{g/ml}$ با ۱ ml از معرف شامل (۶ M) اسید سولفوریک، ۲۸ mM سدیم فسفات و ۴ mM آمونیوم مولیبدات مخلوط شد.

برای نمونه شاهد، ۱ ml از متانل با ۱ ml معرف مخلوط شد، لوله‌ها سرگذاری شده و در بن ماری 95°C برای ۹۰ دقیقه گذاشته شد. سپس نمونه‌ها تا رسیدن به دمای محیط سرد شد و جذب محلول آبی هر نمونه در ۶۹۵ nm در دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده می‌شود. برای نمونه‌هایی از ترکیبات ناشناخته، فعالیت آبی مخلوط آنتی‌اکسیدانی به وسیله معادلاتی برحسب (meq) آسکوربیک اسید یا معادلات α -توکوفرول (m mol/g of extract) توضیح داده شد (۱۷).

قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانلی پوست انار در مقایسه با نمونه شاهد (روغن آفتاب‌گردان تصفیه و رنگ‌بری شده) و دو نمونه استاندارد (BHT و α -توکوفرول) به وسیله دستگاه رنسیمت در سه درجه حرارت 90°C ، 120°C ، 150°C مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان ۱۰۰ ppm و ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی، ۲۰۰ ppm BHT، α -توکوفرول به طور جداگانه در ۶ g روغن آفتاب‌گردان تصفیه و رنگ‌بری شده حل گردید. عبور جریان مداومی از هوای محیط با سرعت ۲۰ لیتر بر ساعت از درون نمونه روغن در حال حرارت دیدن سبب انتقال ترکیبات فرار ناشی از اکسایش آن به سل اندازه‌گیری هدایت الکتریکی می‌شود. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی تا زمانی ادامه یافت که میزان آن به شدت افزایش پیدا کرد. مدت زمانی که طی آن میزان این کمیت در آب مقطر سل اندازه‌گیری هدایت الکتریکی از لحظه شروع به نقطه صعود ناگهانی رسید تحت عنوان دوره القای نمونه روغن مورد محاسبه قرار گرفت (۲).

بررسی آماری نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن وبا استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

جهت بررسی تأثیر عصاره‌های آنتی‌اکسیدانی پوست انار بر خصوصیات حسی مواد غذایی، نمونه‌هایی از چیپس سیب‌زمینی که در روغن آفتاب‌گردان حاوی عصاره‌های ۱۰۰ ppm و ۱۰۰۰

متانلی و روغن بدون آنتی‌اکسیدان به عنوان نمونه شاهد که در درجه حرارت معمول پخت 150°C تهیه شده بودند در اختیار یک گروه ارزیاب ۱۴ نفره قرار گرفت و با در نظر گرفتن امتیازات ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ به ترتیب برای حالات خیلی خوب، خوب، نه خوب نه بد، بد و خیلی بد ارزیابی گردید.

به این منظور امتیازات داده شده به هر یک از چهار تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شد. مقایسه میانگین صفات حسی در مورد طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی فرآورده چیپس سیب زمینی از طریق آزمون L.S.D به طور جداگانه انجام شد. ارزیابی خصوصیات حسی بر مبنای مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای صورت گرفت. لازم به توضیح است که کلیه شرایط به هنگام تهیه نمونه‌های چیپس نظیر مدت زمان پخت، مقدار روغن، ضخامت ورقه‌های سیب زمینی و ... کاملاً یکسان بوده است (۱).

نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

در مقایسه بین دو عصاره اتانلی و متانلی پوست انار، عصاره متانلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را بر حسب میلی اکی والان اسید آسکوربیک نسبت عصاره اتانلی داشت که این تفاوت در سطح اطمینان ۰/۰۱ معنی دار می‌باشد. عصاره متانلی به دلیل بالاتر بودن قطبیت حلال توانسته است غلظت بالاتری از ترکیبات پلی فنلی را از پوست انار خارج کند. بنابراین میزان کمپلکس‌های بیشتری از فسفومولیبدنیوم (VI) را به (V) احیا می‌کند و باعث افزایش شدت رنگ و میزان جذب در ۶۹۵ nm شده است (شکل ۱). سینک، مورثی و جایپراکاشا (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) عنوان کردند که استفاده از حلال متانل، اتانل، استن و آب در استخراج ترکیبات پلی فنلی به وسیله روش سوکسله در ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب ۵۲، ۴۶/۲، ۱۶/۵ و ۴/۸ درصد بوده است، به همین دلیل بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط با عصاره متانلی می‌باشد (۹).



شکل ۱. مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی بین حلال متانلی و اتانلی برحسب میلی اکی والان

سایر نمونه‌ها در سطح اطمینان ۰/۰۱ کاملاً معنی‌دار است. نکته حائز اهمیت این است که در دمای 120°C نیز زمان القای نمونه حاوی 100 ppm عصاره متانلی در مقایسه با نمونه شاهد در سطح اطمینان ۰/۰۱ درصد کاملاً معنی‌دار است، در حالی که بین توکوفرول و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P \leq 0/01$).

در دمای 150°C طول دوره القا در هر دو نمونه حاوی عصاره متانلی پوست انار تقریباً یکسان بوده اما در هر حال با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارد. در این دما طول دوره القا در نمونه حاوی BHT و توکوفرول تقریباً یکسان بوده و تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد ندارد. بنابراین مشخص می‌شود که عصاره متانلی پوست انار در مقایسه با توکوفرول و BHT تأثیر بیشتری در افزایش طول دوره القای روغن آفتاب‌گردان در دمای 150°C داشته است. از طرفی با توجه به این که اختلاف در طول دوره القای دو تیمار حاوی 100 و 1000 ppm عصاره متانلی پوست انار از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در دمای 150°C غلظت عصاره متانلی تأثیری بر پایداری حرارتی روغن نداشته است. کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی در دماهای بالا احتمالاً مربوط به خصوصیات حملی ترکیبات آنتی اکسیدانی می‌باشد به‌طوری‌که در دماهای بالا بر فراریت آنها افزوده شده و از فعالیت و کارایی آنها کاسته می‌شود (۲).

مهدزین فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های ریشه، برگ و میوه Mengkudu را به روش تیوسیانات فریک و ... مورد آزمایش قرار داد و نتیجه‌گیری کرد که عصاره متانلی بالاترین راندمان را دارا می‌باشد (۱۵).

بررسی اثر دما و غلظت تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی بر طول دوره القای در آزمون رنسیمت

زمان القای نمونه‌های روغن آفتاب‌گردان که با آنتی اکسیدان‌های 200 ppm BHT، توکوفرول 200 ppm و عصاره متانلی پوست خارجی انار در غلظت‌های 100 و 1000 ppm تیمار شده، در جدول ۱ نشان داده شده است. در دمای 90°C ، نمونه روغن حاوی 1000 ppm عصاره متانلی پوست انار دارای بالاترین زمان القا بوده است. اختلاف در زمان القاء این نمونه با سایر تیمارها در سطح اطمینان ۰/۰۱ معنی‌دار است. میان تیمار آنتی اکسیدانی 200 ppm BHT و عصاره متانلی پوست انار با غلظت 100 ppm اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. اما زمان القای نمونه حاوی 100 ppm عصاره متانلی به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه حاوی توکوفرول 200 ppm می‌باشد ($P \leq 0/01$).

در دمای 120°C تیمار آنتی اکسیدانی حاوی 1000 ppm عصاره متانلی و نمونه حاوی 200 ppm BHT، دارای بالاترین زمان القاء بوده‌اند. تفاوت در طول دوره القای دو نمونه فوق با

جدول ۱. اثر دما و غلظت تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی بر طول دوره القا در آزمون رنسیمت

دما (°C)	شاهد	BHT (۲۰۰ ppm)	توکوفرولها (۲۰۰ ppm)	عصاره متانلی (۱۰۰۰ ppm)	عصاره متانلی (۱۰۰ ppm)
۹۰	۱۶/۸۳ ^d	۲۳/۳۴ ^b	۱۷/۵۳۵ ^c	۲۳/۹۸۵ ^a	۲۳/۵۱ ^b
۱۲۰	۲/۱۶ ^c	۲/۷۱۶ ^a	۲/۲۹۵ ^{bc}	۲/۷۲۵ ^a	۲/۴۱۶ ^b
۱۵۰	۰/۳۱ ^c	۰/۳۲ ^c	۰/۳۵ ^{bc}	۰/۴۸ ^a	۰/۴۶۵ ^a

مقایسه میانگین طول دوره القا در تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی در سه دمای ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ °C در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در مجموع، نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی پوست انار دارای بالاترین زمان القاء می باشد. طول دوره القاء در نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی به طور معنی داری بیشتر از سایر نمونه هاست ($P \leq 0.01$). پس از آن تیمار آنتی اکسیدانی حاوی ۱۰۰ ppm عصاره متانلی و نمونه حاوی ۲۰۰ ppm BHT قرار می گیرند که با هم تفاوت معنی داری ندارند. در این میان نمونه حاوی توکوفرول پایین ترین میانگین طول دوره القا را داشته است.

α - توکوفرول هنگامی که به روغن اضافه می شود به وسیله اسیدهای چرب موجود در روغن بلوکه می شود. مولکول های اکسیژن نیز موجب تجزیه ساختار α - توکوفرول می شوند به این دلیل در مقایسه بین تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی پایین ترین طول دوره القا مربوط به نمونه حاوی α - توکوفرول می باشد (۱).

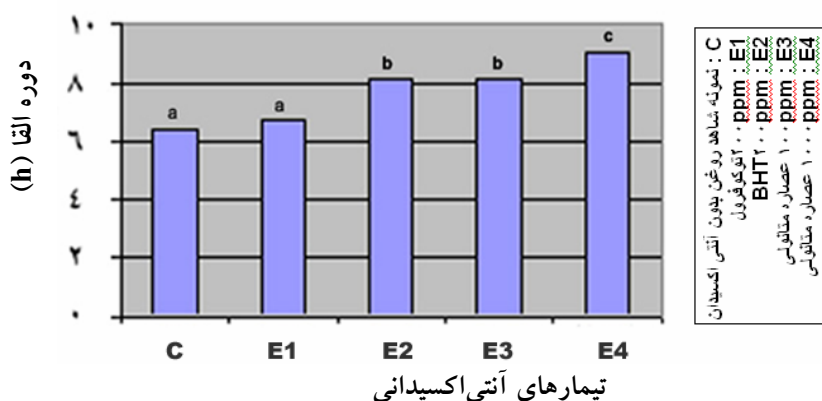
در شکل ۳ تأثیر دما بر طول دوره القا در تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش دما از ۹۰ به ۱۲۰ °C طول دوره القا در تمامی تیمارها به طور قابل توجهی کاهش یافته است. بنابراین چنین به نظر می رسد که با افزایش دما، کارایی آنتی اکسیدانی BHT در مقایسه با سایر آنتی اکسیدان ها بیشترین کاهش را داشته است. بررسی های انجام شده توسط دیگر محققین نشان داده است که با افزایش دما، BHT با رادیکال های آزاد ترکیب

شده و کمپلکس هایی را ایجاد می کند که خود می تواند به عنوان پراکسیدان عمل کرده و اکسیداسیون را افزایش دهند (۱۷). این مطلب در شکل زیر نشان داده شده است:

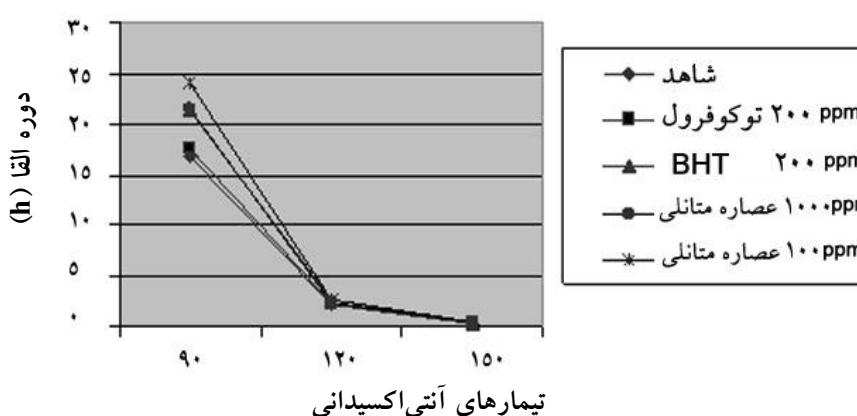
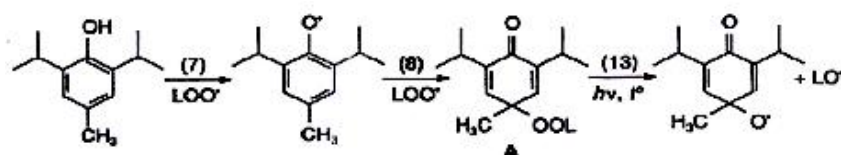
فروش در بررسی مقایسه ای مقاومت حرارتی آنتی اکسیدانی برگ نوروژک با BHT و α - توکوفرول بیان کرده است که بیشترین قدرت آنتی اکسیدانی به ترتیب به BHT، آنتی اکسیدان نوروژک و α - توکوفرول در دمای ۹۰ °C تعلق دارد اما ترتیب نزولی خصوصیات حملی آنها با افزایش درجه حرارت عبارت از: α - توکوفرول، آنتی اکسیدان عمده برگ نوروژک و BHT می باشد (۲).

بررسی نتایج حاصل از آزمون پانل چیپس سیب زمینی

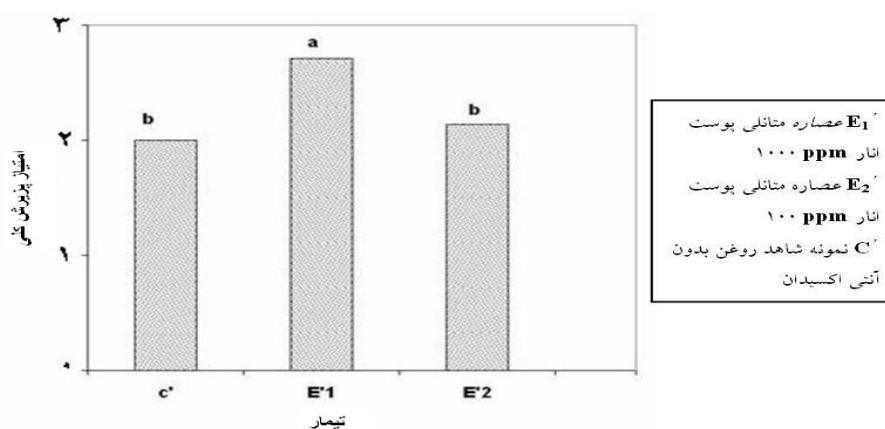
نتایج ارزیابی صفات طعم، رنگ، بو و پذیرش کلی چهار نوع نمونه چیپس سیب زمینی در درجه حرارت معمولی پخت تهیه شده با روغن بدون عصاره، روغن حاوی عصاره متانلی پوست انار در حد ۱۰۰۰ ppm، روغن حاوی همین عصاره در حد ۱۰۰ ppm توسط ۱۴ پانلیست در زیر به طور خلاصه تفسیر شده است. اختلاف در امتیاز طعم در تیمارهای مختلف معنی دار نمی باشد. امتیاز بو در بین تیمارها و شاهد معنی دار نبود بیشترین امتیاز مربوط به نمونه محتوی عصاره متانلی ۱۰۰۰ ppm بوده است ولی در مقایسه میانگین در آزمون LSD این اختلاف ها معنی دار نبودند. در امتیاز رنگ با این که نمونه ها امتیازات بالایی از طرف پانلیست ها گرفته اند ولی اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت.



شکل ۲. مقایسه میانگین دوره القا در تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی در آزمون رنسیمت



شکل ۳. تأثیر دما بر طول دوره القا (IP) در تیمارهای مختلف آنتی اکسیدانی



شکل ۴. مقایسه میانگین پذیرش کلی در نمونه های چپس

اختلاف در پذیرش کلی نمونه‌های چپس بین چهار تیمار معنی دار بود ($P \leq 0/01$). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده این است که بین شاهد و نمونه محتوی عصاره متانلی ۱۰۰۰ ppm در سطح اطمینان ۰/۰۱ اختلاف معنی داری وجود دارد ولی بین شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی داری دیده نمی‌شود (شکل ۴).

ابریشم چی بیان کرده است که بالاترین غلظت عصاره متانلی برگ نوروزک (۰/۲ درصد) با داشتن بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی نسبت به نمونه شاهد در بررسی خواص ارگانولپتیک یکسان و حتی بهتر عمل کرده است (۱).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که حلال متانل با قطبیت بالاتر نسبت به حلال اتانول با استخراج بیشتر ترکیبات پلی فنولیک، تانیک اسید و... تحت فعالیت سینرژیستی که اجزای پلی فنلی نسبت به یکدیگر دارند در شرایط اسیدی توانسته کمپلکس‌های رنگی بیشتری از فسفومولیدینوم (VI) را به (V) احیا کند و فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری را بر حسب میلی اکسی والان اسید آسکوربیک از خود نشان دهد. از سوی دیگر مقاومت حرارتی آنتی اکسیدان‌ها کارایی و کاربرد آنها را در محیط‌های مختلف تعیین می‌کند. مقاومت در مقابل تجربه حرارتی یا تبخیر مربوط به خصوصیات حمله آنتی اکسیدان‌ها می‌شود با افزایش دما از

۹۰ به ۱۵۰ °C مرتباً از دوره القاء تیمارهای آنتی اکسیدانی کاسته می‌شود. نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانولی به دلیل حضور ترکیباتی مانند کامپفرول، لوتئولین و کوئرستین و توانایی این ترکیبات در مهار رادیکال‌های آزاد (۱۱)، بیشترین میانگین زمانی دوره القاء را نسبت به سایر تیمارهای آنتی اکسیدانی دارد. α - توکوفرول هنگامی که به روغن اضافه می‌شود توسط اسیدهای چرب آزاد، رادیکال‌های موجود در روغن و اکسیژن موجود بلوکه و تجزیه می‌گردد بنابراین پایین‌ترین میانگین زمانی دوره القاء را دارد. در مقایسه بین سه دمای ۱۲۰، ۹۰ و ۱۵۰ °C بیشترین کاهش زمانی دوره القاء از ۱۲۰ به ۱۵۰ °C مربوط به تیمار آنتی اکسیدانی BHT با غلظت ۲۰۰ ppm بوده است زیرا با افزایش دما، BHT با رادیکال‌های آزاد ترکیب شده و کمپلکس‌هایی ایجاد می‌کند که خود به عنوان پراکسیدان عمل کرده و باعث کاهش دوره القاء می‌شود. نتایج حاصل از آزمون پانل هم چنین نشان می‌دهد که حضور نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی پوست انار در مقایسه با نمونه حاوی ۱۰۰ ppm عصاره متانلی پوست انار نسبت به نمونه شاهد به صورت مطلوب‌تر ارزیابی شده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات و راهنمایی‌های ارزنده آقای دکتر حداد خداپرست در این پژوهش تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. ابریشم چی، پ. ۱۳۸۰. استخراج بهینه عصاره آنتی اکسیدانی برگ گیاه نوروزک و بررسی خصوصیات آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. فرهوش ر. ۱۳۸۲. استخراج، تخلیص و شناسایی فراکسیون عمده آنتی اکسیدانی برگ گیاه نوروزک و بررسی خصوصیات آن. پایان‌نامه دکترای مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
3. Antoun, N. and M. Tsimidou. 1997. Gourmet olive oils :stability and consumer acceptability studies. Food Res Int. 30:131-136.
4. Duh, P- D. D-B. Yeh and G-C. Yen. 1992. Extraction and identification of an antioxidative component from peanut hulls. J. Am. Oil Chem. Soc. 69: 814-818.
5. Elizabeth, M. 2002. Evaluation of Cabsicum as a source of natural antioxidant in preventing rancidity in sunflower oil. J. Food Technol. 7(2):68-72.
6. Gu, L. and X. Weng. 2001. Antioxidant activity and components of Salvia plebeia R.BV._ achinese herb. Food

- Chem. 73(3):299-305.
7. Hamama, A. A. and W.W. Nawar. 1991. Thermal decomposition of some phenolic antioxidants. J. Agric. Food Chem. 39:1063-1069.
8. Hui, Y. H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 5th ed., Vol 1-V, Wiley- Interscience Pub., New York.
9. Jayaprakash, G.K., B. S. and Jena. 2002. Evaluation of antioxidant activities and antimutagenicity of Turmeric oil: A by product from curcumin production. Humun Resoure Development, Central. Food Technological Res. Instit. 828-835.
10. Kaya, A. Tekin, A. R. and Oner, M. D. 1993. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. Lebensm. Wiss. Technol. 26:464-468
11. Kim, N. D. and R. Mehta. 2002. Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. Breast Cancer Res. and Treanunc. 71:203-237.
12. Labuza, T. P. 1984. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. J. Chem. Ed. 61:348-358.
13. Loliger, J., P. Lambelet, R. Aeschbach and E. M. Prior. 1996. Natural antioxidants: from radical mechanisms to food stabilization. PP. 315-344. In: Min, D. B (Eds.), Food Lipids and Health. Marcel Dekker Inc., New York.
14. Mohamed, H. M. A. and I. I. Awatif. 1998. The use of sesame oil unsaponifiable matter as a natural antioxidant. Food Chem. 62:269-276.
15. Mohd Zin, Z. and A. Abdul-Hamid. 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkuda (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. Food Chem. 78:227-231.
16. Pongracz, G. 1984. γ -tocopherol als nat rliches antioxidans. Fette Seifen Anstrichmittel. 86:455-460.
17. Prieto, P. Pineda. M. and Aguilar. M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochem. 269:337-341.
18. Warner, C. R. Daniel, D. H. Lin, F. S. D. Joe, F. L. and T. Fazio. 1986. Fate of antioxidants and antioxidant-derived products in deep-fat frying and cooking baking. J. Agric. Food Chem. 34:1-5.
19. Warner, C. R. W. C. Brumley, D.H. Daniel, F. L. Joe and T. Fazio. 1986. Reactions of antioxidants in foods. Food Chem Toxicol. 24:1016-1019.
20. Yanishlieva, N. V. Marinova, E. M. Marekov, I. N. and Gordon, M. H. 1997. Effect of an ethanol extract from summer savory (*Satureja hortensis* L.) on the stability of sunflower oil at frying temperature. J. Sci Food Agric. 74:524-530.
21. Yanishlieva, N. V., E. M. Marinova, M. H. Gordon and V. G. Aneva. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid system. Food Chem. 64:59-66.