

## بررسی مقاومت حرارتی عصاره آنتی‌اکسیدانی پوست خارجی انار در روغن آفتاب‌گردان

صدیقه یزدان پناه<sup>۱\*</sup>، پرهام ارجمند<sup>۲</sup>، هاشم پوراآذرنگ<sup>۳</sup> و مهدیه محمدی جعفری<sup>۴</sup>

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

### چکیده

در این پژوهش ابتدا ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پوست انار توسط دو حلال اتانل و متانل به روش پرکولاسیون استخراج شده و سپس فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها به روش فسفومولیدنیوم تعیین گردید. مشخص شد که عصاره متانلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی 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  $\alpha$ -توکوفرول و BHT ارزیابی گردید. در پایان مشخص شد که طول دوره القای نمونه حاوی ۱۰۰۰ppm عصاره متانلی پوست انار در هر سه دما به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر نمونه‌هاست. نتایج حاصل از آزمون پانل روی فراورده چپس سیب زمینی نشان داد که استفاده از عصاره پوست انار در غلظت بالا هیچ‌گونه تأثیر منفی نسبت به نمونه شاهد روی خواص ارگانولپتیک محصول نداشته است.

واژه‌های کلیدی: پوست انار، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، مقاومت حرارتی، روغن‌های خوراکی، روغن آفتاب‌گردان

### مقدمه

مانند توکوفرول‌ها و مشتقات اسید آسکوربیک، فیبرها، پلی فنول‌ها، فلاونوئیدها، ایزوفلاونون‌ها تحت عنوان افزودنی‌های طبیعی ایمن به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هم‌چنین، شواهدی در دست است که رژیم‌های غنی از آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، سلامت انسان را از دیدگاه سرطان‌زایی و بیماری کرونری قلب کمتر به خطر می‌اندازد (۱۳).

برای اندازه‌گیری ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در مواد غذایی از روش‌های اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی مانند روش فسفومولیدنیوم استفاده می‌شود که بر پایهٔ احیای مولیبدنیوم

در حال حاضر، آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی هیدروکسی آنیزول بوتیلید (BHA)، هیدروکسی تولوئن بوتیلید (BHT)، پروپیل گالات (PG) و ترت - بوتیل هیدروکینون (TBHQ) دارای بیشترین گستردگی کاربرد هستند، ولی علی‌رغم کارایی و پایداری بالا و نیز ارزانی نسبی، مصرف آنها به‌دلیل خاصیت سرطان‌زایی و تمایل روز افزون مردم جهت پرهیز از مصرف یا به حداقل رساندن کاربرد افزودنی‌های سنتزی در مواد غذایی رو به کاهش گذارده است. از این رو، آنتی‌اکسیدان‌های 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

و ۱/۶ درصد می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است پروپیل گالات (PG) نسبت به سه آنتی‌اکسیدان فوق دارای فراریت کمتری می‌باشد (۲). کامل‌ترین مطالعه در تجزیه حرارتی و مقاومت حرارتی پلی‌فنول‌ها را هاماما و همکاران انجام داده‌اند. این محققین مقاومت حرارتی چهار آنتی‌اکسیدان سنتزی را به ترتیب به PG، TBHQ، BHT، BHA، نسبت داده‌اند. توکوفرول‌ها به دلیل داشتن وزن مولکولی بالا و ساختمان خاص خود در دماهای بالا فرار نیستند و جهت استفاده در روغن‌های سرخ کردنی مناسب می‌باشند و مشابه با TBHQ عمل می‌کنند (۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۱۸ و ۱۹). پوست انار محتوی مواد پلی‌فنول مانند ال‌جیک اسید، ال‌جی تانن‌ها و گالیک اسید و آنتوسیانین‌هاست که برای آماده‌سازی رنگ‌ها، وسایل آرایشی و فرمولاسیون‌های درمانی استفاده می‌شود. مشخص شده است که آنتی‌اکسیدان‌های موجود در عصاره آب انار دارای اثرات ضد آرتریست قلبی در انسان می‌باشند. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از ترکیبات تشکیل دهنده پوست انار مانند کوئرستین، لوتئولین و کامپفرول در برابر دامنه وسیعی از پرواکسیدان‌ها در سیستم‌های لیپیدی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی هستند (۲، ۳، ۶، ۱۰، ۱۴، ۱۵). در این پژوهش، بررسی امکان استخراج، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و احیا کنندگی عصاره پوست خارجی انار و ارزیابی تأثیر آن بر افزایش مقاومت حرارتی و شرایط اکسیداسیون روغن آفتاب‌گردان به‌عنوان یک سیستم مدل غذایی مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

پس از جمع‌آوری پوست‌های انار وارسته لیلی شهرستان سبزوار به دلیل فراوانی و در دسترس بودن لایه زرد رنگ داخلی به‌طور کامل جداسازی شد. پوسته خارجی در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) دور از نور خورشید تا رطوبت ۲ درصد به مدت یک هفته خشک شد و عمل عصاره‌گیری بروش پرکولاسیون به‌وسیله دو حلال اتانل و متانل انجام شد (۱ و ۲).

کل فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست انار در عصاره‌ها به روش Aguilar, Pineda, Prieto اندازه‌گیری شد. در این روش

(VI) به مولیبدنیوم (V) به‌وسیله ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و شکل‌گیری کمپلکس سبز رنگ مولیبدنیوم (V) با یک جذب حداکثر در ۶۹۵ nm در شرایط اسیدی می‌باشد.

سرخ کردن در حرارت‌های بالا به‌طور معمول در فراوری، آماده‌سازی و تولید برخی محصولات غذایی استفاده می‌شود. رطوبت موجود در غذاها و اکسیژن علت بروز برخی تغییرات شیمیایی در محصول و در حرارت بالا هستند. این واکنش‌ها باعث ایجاد تغییرات حسی و کاهش کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی می‌شوند. آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مانند BHA یا BHT در اثر حرارت و اکسیژن دچار کاهش فعالیت می‌شوند (۱۵) به‌طوری که ۸۰ درصد فعالیت BHT در طی سرخ کردن با حرارت بالا کاهش می‌یابد (۱۸). خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گیاهان علفی، ادویه‌ها، میوه‌ها و سبزی‌ها وابسته به نوع و خصوصیات حلالی است که برای استخراج آنها استفاده می‌شود به‌گونه‌ای که متناسب با نوع و میزان پلی‌فنول‌های استخراجی قدرت و خصوصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متفاوت است (۶). به‌عنوان مثال استفاده از عصاره اتانلی گیاه مرزه (*Satureia hortensis* L.) باعث بهبود شرایط اکسیداسیون و پایداری روغن آفتاب‌گردان در دمای  $180^{\circ}\text{C}$  شده است که به دلیل حضور دو ترکیب تیمول و کارواکرول در عصاره بوده است (۲۰ و ۲۱). مقاومت حرارتی آنتی‌اکسیدان‌ها بر میزان کارایی و کاربرد آنها در محیط تأثیرگذار است. روند واکنش‌های اکسایشی چربی‌ها به دوره القای آنتی‌اکسیدان 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 می‌کند. مقاومت در مقابل تجزیه حرارتی یا تبخیر با بخار آب در مورد آنتی‌اکسیدان‌ها به خصوصیات حلی آنها مربوط می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها در درجه حرارت‌های بالا دچار تجزیه و تبخیر می‌شوند که حضور آب به خروج آنها از محیط می‌افزاید. دو آنتی‌اکسیدان BHA و BHT در حین سرخ کردن روغن‌ها مؤثر عمل نمی‌کنند در حالی که TBHQ تحت همان شرایط نسبتاً مؤثر است. میزان تبخیر BHT، BHA و TBHQ پس از سرخ کردن به ترتیب ۲۸، ۱۱

متانلی و روغن بدون آنتی‌اکسیدان به‌عنوان نمونه شاهد که در درجه حرارت معمول پخت  $150^{\circ}\text{C}$  تهیه شده بودند در اختیار یک گروه ارزیاب ۱۴ نفره قرار گرفت و با در نظر گرفتن امتیازات ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ به‌ترتیب 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 به‌طور 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 میلی‌اکی والان اسید آسکوربیک نسبت عصاره اتانلی داشت که این تفاوت در سطح اطمینان ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد. عصاره متانلی به‌دلیل بالاتر بودن قطبیت حلال توانسته است غلظت بالاتری از ترکیبات پلی‌فنلی را از پوست انار خارج کند. بنابراین میزان کمپلکس‌های بیشتری از فسفومولیدنیوم (VI) را به (V) احیا می‌کند و باعث افزایش شدت رنگ و میزان جذب در  $695\text{ nm}$  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 پلی‌فنلی به‌وسیله روش سوکسله در ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب ۵۲، ۴۶/۲، ۱۶/۵ و ۴/۸ درصد بوده است، به همین دلیل بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط با عصاره متانلی می‌باشد (۹).

۱ ml نمونه از محلول‌های ( $25, 50, 75, 100$ )  $(\mu\text{g/ml})$  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  $95^{\circ}\text{C}$  برای ۹۰ دقیقه گذاشته شد. سپس نمونه‌ها تا رسیدن به دمای محیط سرد شد و جذب محلول آبی هر نمونه در  $695\text{ nm}$  در دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده می‌شود. برای نمونه‌هایی از ترکیبات ناشناخته، فعالیت آبی مخلوط آنتی‌اکسیدانی به‌وسیله معادلاتی برحسب (meq) آسکوربیک اسید یا معادلات  $\alpha$ -توکوفرول ( $\text{m mol/g of extract}$ ) 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  $\alpha$ -توکوفرول) به‌وسیله دستگاه رنسیمت در سه درجه حرارت  $90, 120, 150^{\circ}\text{C}$  مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان  $1000$  و  $10000$  ppm عصاره متانلی،  $200$  ppm BHT،  $200$  ppm  $\alpha$ -توکوفرول به‌طور 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 به‌شدت 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  $100$  و  $1000$  ppm



شکل ۱. مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین حلال متانولی و اتانولی برحسب میلی‌اکی والان

سایر نمونه‌ها در سطح اطمینان ۰/۰۱ کاملاً معنی‌دار است. نکته حائز اهمیت این است که در دمای  $120^{\circ}\text{C}$  نیز زمان القای نمونه حاوی  $100\text{ppm}$  عصاره متانولی 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  $150^{\circ}\text{C}$  طول دوره القا در هر دو نمونه حاوی عصاره متانولی 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 متانولی پوست انار در مقایسه با توکوفرول و BHT تأثیر بیشتری در افزایش طول دوره القای روغن آفتاب‌گردان در دمای  $150^{\circ}\text{C}$  داشته است. از طرفی با توجه به این که اختلاف در طول دوره القای دو تیمار حاوی  $100$  و  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی پوست انار از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در دمای  $150^{\circ}\text{C}$  غلظت عصاره متانولی تأثیری بر پایداری حرارتی روغن نداشته است. کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دماهای بالا احتمالاً مربوط به خصوصیات حملی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد به طوری که در دماهای بالا بر فراریت آنها افزوده شده و از فعالیت و کارایی آنها کاسته می‌شود (۲).

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

#### بررسی اثر دما و غلظت تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی بر طول دوره القای در آزمون رنسیمت

زمان القای نمونه‌های روغن آفتاب‌گردان که با آنتی‌اکسیدان‌های  $200\text{ppm}$  BHT، توکوفرول  $200\text{ppm}$  و عصاره متانولی پوست خارجی انار در غلظت‌های  $100$  و  $1000\text{ppm}$  تیمار شده، در جدول ۱ نشان داده شده است. در دمای  $90^{\circ}\text{C}$ ، نمونه روغن حاوی  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی 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 آنتی‌اکسیدانی  $200\text{ppm}$  BHT و عصاره متانولی پوست انار با غلظت  $100\text{ppm}$  اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. اما زمان القای نمونه حاوی  $100\text{ppm}$  عصاره متانولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه حاوی توکوفرول  $200\text{ppm}$  می‌باشد ( $P \leq 0/01$ ).

در دمای  $120^{\circ}\text{C}$  تیمار آنتی‌اکسیدانی حاوی  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی و نمونه حاوی  $200\text{ppm}$  BHT، دارای بالاترین زمان القاء بوده‌اند. تفاوت در طول دوره القای دو نمونه فوق با

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

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

شده و کمپلکس‌هایی را ایجاد می‌کند که خود می‌توانند به‌عنوان پراکسیدان عمل کرده و اکسیداسیون را افزایش دهند (۱۷). این مطلب در شکل زیر نشان داده شده است :

فروش در بررسی مقایسه‌ای مقاومت حرارتی آنتی‌اکسیدانی برگ نوروژک با BHT و  $\alpha$ -توکوفرول بیان کرده است که بیشترین قدرت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب به BHT، آنتی‌اکسیدان نوروژک و  $\alpha$ -توکوفرول در دمای ۹۰ °C تعلق دارد اما ترتیب نزولی خصوصیات حملی آنها با افزایش درجه حرارت عبارت از :  $\alpha$ -توکوفرول، آنتی‌اکسیدان عمده برگ نوروژک و BHT می‌باشد (۲).

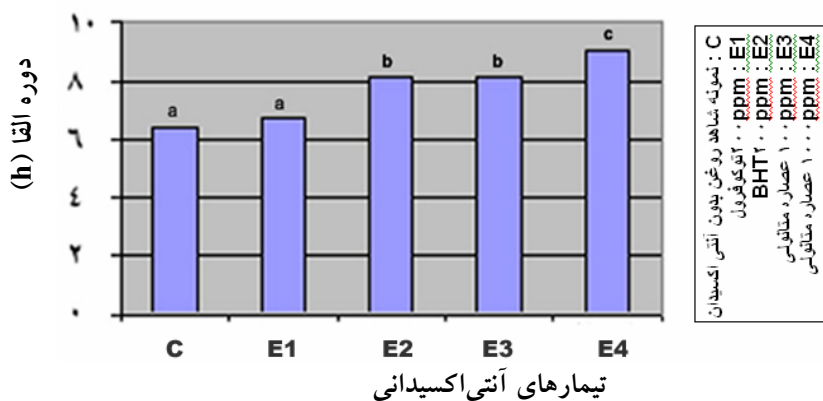
#### بررسی نتایج حاصل از آزمون پانل چیپس سیب زمینی

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 به‌طور خلاصه تفسیر شده است. اختلاف در امتیاز طعم در تیمارهای مختلف معنی‌دار نمی‌باشد. امتیاز بو در بین تیمارها و شاهد معنی‌دار نبود بیشترین امتیاز مربوط به نمونه محتوی عصاره متانلی ۱۰۰۰ ppm بوده است ولی در مقایسه میانگین در آزمون LSD این اختلاف‌ها معنی‌دار نبودند. در امتیاز رنگ با این‌که نمونه‌ها امتیازات بالایی از طرف پانلیست‌ها گرفته‌اند ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت.

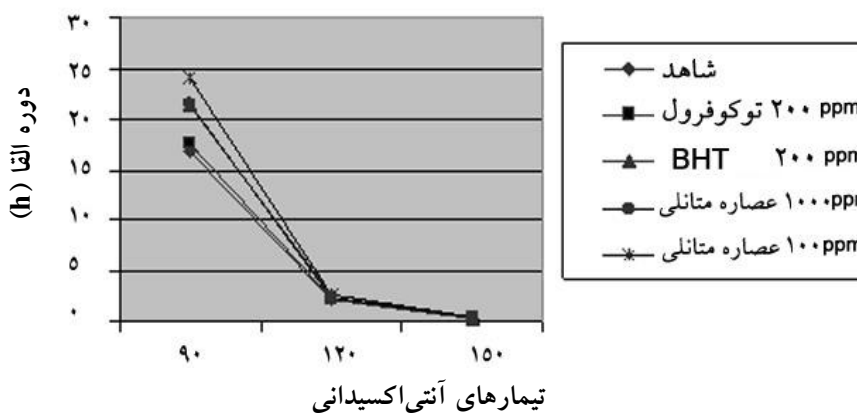
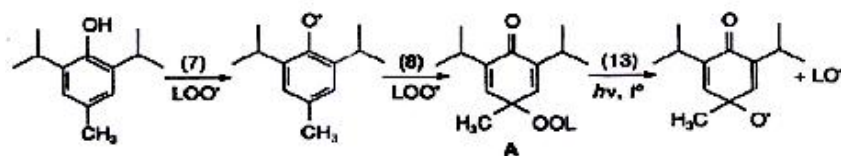
مقایسه میانگین طول دوره القا در تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی در سه دمای ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ °C در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مجموع، نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی پوست انار دارای بالاترین زمان القاء می‌باشد. طول دوره القاء در نمونه حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره متانلی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌هاست ( $P \leq 0/01$ ). پس از آن تیمار آنتی‌اکسیدانی حاوی ۱۰۰ ppm عصاره متانلی و نمونه حاوی ۲۰۰ ppm BHT قرار می‌گیرند که با هم تفاوت معنی‌داری ندارند. در این میان نمونه حاوی توکوفرول پایین‌ترین میانگین طول دوره القا را داشته است.

$\alpha$ -توکوفرول هنگامی که به روغن اضافه می‌شود به‌وسیله اسیدهای چرب موجود در روغن بلوکه می‌شود. مولکول‌های اکسیژن نیز موجب تجزیه ساختار  $\alpha$ -توکوفرول می‌شوند به این دلیل در مقایسه بین تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی پایین‌ترین طول دوره القا مربوط به نمونه حاوی  $\alpha$ -توکوفرول می‌باشد (۱).

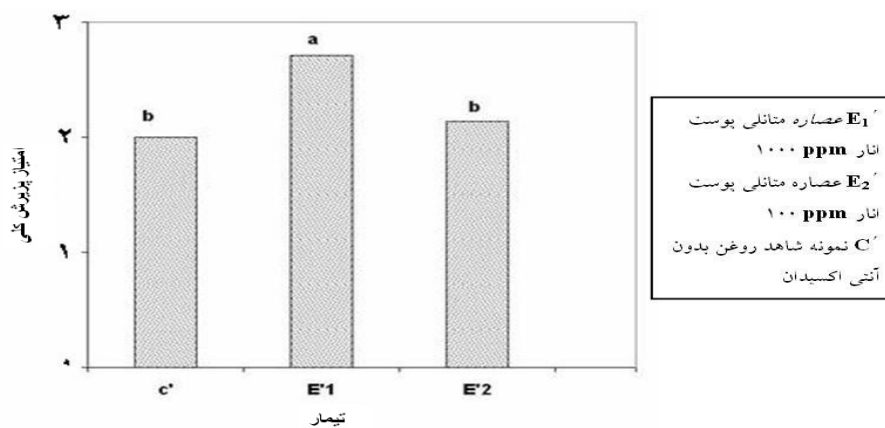
در شکل ۳ تأثیر دما بر طول دوره القا در تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش دما از ۹۰ به ۱۲۰ °C طول دوره القا در تمامی تیمارها به‌طور قابل توجهی کاهش یافته است. بنابراین چنین به‌نظر می‌رسد که با افزایش دما، کارایی آنتی‌اکسیدانی BHT در مقایسه با سایر آنتی‌اکسیدان‌ها بیشترین کاهش را داشته است. بررسی‌های انجام شده توسط دیگر محققین نشان داده است که با افزایش دما، BHT با رادیکال‌های آزاد ترکیب



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 نمونه‌های چپس

۹۰ به  $150^{\circ}\text{C}$  مرتباً از دوره القاء تیمارهای آنتی‌اکسیدانی کاسته می‌شود. نمونه حاوی  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی به دلیل حضور ترکیباتی مانند کامپفرول، لوتولین و کوئرستین و توانایی این ترکیبات در مهار رادیکال‌های آزاد (۱۱)، بیشترین میانگین زمانی دوره القاء را نسبت به سایر تیمارهای آنتی‌اکسیدانی دارد.  $\alpha$ -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  $120, 90$  و  $150^{\circ}\text{C}$  بیشترین کاهش زمانی دوره القاء از  $120$  به  $150^{\circ}\text{C}$  مربوط به تیمار آنتی‌اکسیدانی BHT با غلظت  $200\text{ppm}$  بوده است زیرا با افزایش دما، BHT با رادیکال‌های آزاد ترکیب شده و کمپلکس‌هایی ایجاد می‌کند که خود به‌عنوان پراکسیدان عمل کرده و باعث کاهش دوره القاء می‌شود. نتایج حاصل از آزمون پانل هم‌چنین نشان می‌دهد که حضور نمونه حاوی  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی پوست انار در مقایسه با نمونه حاوی  $1000\text{ppm}$  عصاره متانولی پوست انار نسبت به نمونه شاهد به‌صورت مطلوب‌تر ارزیابی شده است.

### سپاسگزاری

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

اختلاف در پذیرش کلی نمونه‌های چپس بین چهار تیمار معنی‌دار بود ( $P \leq 0/01$ ). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده این است که بین شاهد و نمونه محتوی عصاره متانولی  $1000\text{ppm}$  در سطح اطمینان  $0/01$  اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی بین شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود (شکل ۴).

ابریشم‌چی بیان کرده است که بالاترین غلظت عصاره متانولی برگ نوروژک ( $0/2$  درصد) با داشتن بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به نمونه شاهد در بررسی خواص ارگانولپتیک یکسان و حتی بهتر عمل کرده است (۱).

### نتیجه‌گیری

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

### منابع مورد استفاده

۱. ابریشم‌چی، پ. ۱۳۸۰. استخراج بهینه عصاره آنتی‌اکسیدانی برگ گیاه نوروژک و بررسی خصوصیات آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. فرهوش ر. ۱۳۸۲. استخراج، تخلیص و شناسایی فراکسیون عمده آنتی‌اکسیدانی برگ گیاه نوروژک 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. 5<sup>th</sup> 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.  $\gamma$ -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. Danicl, 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.