

ارزیابی فعالیت آنتی رادیکالی عصاره پنیرک (*Malva sylvestris* L.) و کاربرد آن در سامانه روغن

محمد طاهانژاد^۱، محسن برزگر^{۲*}، محمدعلی سحری^۳، حسنعلی نقدی بادی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۴- دانشیار، گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج

*آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی

صندوق پستی: ۳۳۶ - ۱۴۱۱۵، تلفن: ۴۸۲۹۰ (۰۲۱)، نمابر: ۴۸۲۹۲۲۰۰ (۰۲۱)

پست الکترونیک: mbb@modares.ac.ir, mohsenbb@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۶

تاریخ تصویب: ۹۰/۲/۱۶

چکیده

مقدمه: با توجه به تأثیر نامطلوب بسیاری از افزودنی‌های شیمیایی در فرآورده‌های غذایی، امکان جایگزینی این مواد با ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی مورد توجه محققین است.

هدف: ارزیابی فعالیت آنتی رادیکالی عصاره گل پنیرک با آزمون‌های $ABTS^{+}$ ، $DPPH^{\circ}$ و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی آن در روغن سویا می‌باشد.

روش بررسی: میزان فنول کل عصاره به روش فولین - سیوکالتو استفاده شد. فعالیت آنتی رادیکالی عصاره مذکور با استفاده از روش‌های $DPPH^{\circ}$ ، رادیکال کاتیون $ABTS$ و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بررسی شد و با آنتی اکسیدان سنتزی BHA مقایسه شد. فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره در روغن سویا با اندازه‌گیری اعداد پراکسید، تیوباریتوریک اسید و دی‌ان مزدوج (آزمون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) تعیین و با BHA و BHT ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm مقایسه شد.

نتایج: عصاره پنیرک دارای ۴/۵ درصد ترکیبات فنولی بر پایه وزن خشک بود. در آزمون $DPPH^{\circ}$ ، مقدار EC_{50} عصاره پنیرک 0.37 ± 0.01 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به دست آمد. در آزمون $ABTS^{+}$ ، بیشترین فعالیت آنتی رادیکالی مربوط به غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر پنیرک (بازدارندگی ۷۰ درصد، معادل اسید آسکوربیک با غلظت ۰/۱۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بود. در آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره بود. در آزمون آون، عصاره پنیرک در سطوح غلظتی ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ ppm معادل با آنتی اکسیدان شیمیایی BHA در سطح غلظتی ۱۰۰ ppm عمل کرد.

نتیجه‌گیری: این عصاره خاصیت آنتی اکسیدانی خوبی دارد و پس از انجام آزمایش‌های تکمیلی می‌تواند به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در برخی از فرآورده‌های غذایی حاوی روغن به کار رود.

گل واژگان: پنیرک (*Malva sylvestris*)، فعالیت آنتی رادیکالی، $DPPH^{\circ}$ ، بی‌رنگ شدن بتاکاروتن، آزمون آون



مقدمه

رادیکال‌های آزاد قادرند آسیب به مولکول‌های سامانه‌های بیولوژیک بدن وارد نمایند و باعث بروز بسیاری از بیماری‌ها در موجودات زنده و به ویژه انسان‌ها شوند [۱]. بخش عمده‌ای از این ترکیبات مضر در اثر اکسیداسیون مواد غذایی به خصوص چربی‌ها تولید می‌شوند که این مسأله نه تنها سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازد، بلکه کاهش کیفیت تغذیه‌ای و ایجاد طعم و بوی نامطبوع را نیز در این غذاها به همراه خواهد داشت [۲].

اثر زیان‌بخش رادیکال‌های آزاد را می‌توان توسط آنتی‌اکسیدان‌ها کاهش داد چون این مواد، باعث به دام انداختن و مهار تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند و از این طریق باعث پیشگیری از بیماری‌های احتمالی ناشی از وجود و فعالیت آنها خواهند شد. اگرچه امروزه از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی متعددی از جمله بوتیلات هیدروکسی تولوئن (Butylated hydroxytoluene)، بوتیلات هیدروکسی آنیزول (Butylated hydroxyanisole) و برخی مواد سنتزی دیگر در صنعت استفاده می‌شود اما به دلیل اثرات نامطلوب تغذیه‌ای و سرطان‌زا بودن این ترکیبات و نیز تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از ترکیبات طبیعی، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد توجه محققین قرار گرفته است [۳، ۴]. در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه ارزیابی خواص آنتی‌رادیکالی و آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی صورت گرفته است. مواد مؤثره گیاهان دارویی نظیر ترکیبات فنولیک علاوه بر افزایش کیفیت مواد غذایی، از جمله دلایل رنگ، طعم و مزه بسیاری از این گیاهان هستند [۵].

پنیرک گیاهی یک ساله، دوساله یا به ندرت چند ساله از خانواده پنیرکیان (Malvaceae) می‌باشد. منشأ این گیاه آسیای میانه است و تقریباً در تمام دنیا از جمله ایران رویش دارد. گل‌های این گیاه حاوی آنتوسیانین‌ها و موسیلاژ می‌باشد و تمام قسمت‌های این گیاه به خصوص گل آن، اثر نرم‌کنندگی بر مجاری تنفسی دارد که این اثر می‌تواند ناشی از میزان موسیلاژ بالای آن باشد [۶]. قابل ذکر است که مطالعه‌های اخیر

نشان داده که آنتوسیانین‌ها دارای دامنه گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیک از جمله فعالیت آنتی‌اکسیدانی و قابلیت حذف رادیکال آزاد (Free radical scavenging) می‌باشند [۷]. در تحقیقی، تأثیر آنتوسیانین‌های پنیرک بر لیپید و رادیکال‌های آزاد پلاسمایی در موش‌های صحرایی نوع آلبانیو (Albanio rats) مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد استفاده از این آنتوسیانین‌ها سبب کاهش کلسترول، میزان رادیکال‌های آزاد و ظرفیت پراکسیداسیون لیپیدها شده است. همچنین این مطالعه نشان داد که هنگامی که مقدار آنتوسیانین‌ها ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر باشد، میزان حذف رادیکال‌های آزاد حدود ۱۸/۸۲ درصد خواهد بود. بنابراین، آنتوسیانین‌ها و در نتیجه گیاهان حاوی این ترکیبات نظیر پنیرک، یک نوع حذف‌کننده رادیکال آزاد و آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌باشند و می‌توانند از تشکیل لخته‌های خون در رگ جلوگیری کرده و در نتیجه سبب کاهش بروز بیماری‌های قلبی عروقی شوند [۸]. همچنین فنول‌ها و ترکیبات فنولی به طور گسترده‌ای در محصولات غذایی/گیاهی یافت می‌شوند و تحقیقات نشان داده‌اند که این ترکیبات فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل ملاحظه‌ای دارند. به طور کلی یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی، ترکیبات فنولی موجود در ترکیبات گیاهی می‌باشند [۵]. Unver و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنول کل عصاره متانولی تعدادی از گیاهان را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که رابطه مستقیمی بین میزان فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره این گیاهان وجود دارد به طوری که در این بین، گیاه *Mentha piperita* میزان فنول کل بالا (۴۹۳ میلی‌گرم معادل گالیک اسید در هر گرم (mg GAE/g)) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا (EC_{50} برابر با ۰/۲۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و گیاه *Capparis ovate* میزان فنول کل پایین (۱۸۵ mg GAE/g) و نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی پایینی (EC_{50} برابر با ۴/۰۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) نشان دادند [۹]. همچنین بامداد و همکاران (۲۰۰۶) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زیره سیاه را با دو روش $DPPH^{\circ}$ و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بررسی کرده و



نشان دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی این عصاره مربوط به ترکیبات فنولی آن است [۱۰].

به هر حال گیاه دارویی پنیرک در طب سنتی و صنعت داروهای گیاهی از جایگاه مهمی برخوردار می باشد و نظر به اینکه امروزه توجه زیادی به خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره های گیاهان دارویی می شود در این مطالعه، اهداف زیر دنبال می شود:

۱- ارزیابی فعالیت آنتی رادیکالی عصاره پنیرک به روش های مختلف که مکمل یکدیگر هستند (از جمله آزمون رادیکال DPPH [۱۱]، آزمون رادیکال کاتیون ABTS [۱۲] و آزمون بی رنگ شدن بتاکاروتن [۱۳]).

۲- امکان سنجی کاربرد عصاره پنیرک در روغن سویا به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی با ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی آن با اندازه گیری اعداد پراکسید (PV)، تیوباربتوریک اسید (TBA) و دیان مزدوج (CD) در روغن سویا (آزمون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد) و مقایسه آن با آنتی اکسیدان های سنتزی BHA و BHT.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و شیمیایی

در این مطالعه، گل های گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.) که در محل پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کشت شده و در دمای اتاق و در سایه خشک شده بود (آسیاب شد و در آب مقطر خیسانده شد. بعد از ۷۲ ساعت، عصاره صاف شد و توسط دستگاه تبخیرکننده چرخان در درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد تحت شرایط خلأ تغلیظ شد. مواد شیمیایی و حلال های مورد استفاده در این تحقیق با بالاترین خلوص از شرکت مرک (آلمان)، رادیکال DPPH، بتاکاروتن، لینولئیک اسید، از شرکت سیگما (آمریکا) و رادیکال کاتیون ABTS از شرکت فلوکا (آلمان) خریداری شدند.



اندازه گیری میزان کل فنول (Total Phenolic Content) عصاره پنیرک

با توجه به اینکه فنول ها و ترکیبات فنولی به طور گسترده ای در محصولات غذایی/گیاهی یافت می شوند و دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قابل ملاحظه ای نیز می باشند [۵] در این تحقیق مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه گیری میزان فنول کل عصاره پنیرک به روش رنگ سنجی فولین سیوکالتو، ۲۰ میکرولیتر از نمونه در یک لوله آزمایش ریخته و به آن ۱/۵۸ میلی لیتر آب و سپس ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو، اضافه و به مدت ۵ دقیقه تکان داده شد. پس از آن ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم اشباع به آن افزوده و به مدت ۲ ساعت در دمای محیط در تاریکی گذاشته شد، در نهایت جذب نمونه ها به کمک طیف نورسنج در ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. منحنی استاندارد برای این آزمون به وسیله اسیدگالیک رسم شد و میزان فنول کل عصاره به صورت معادل اسیدگالیک گزارش شد [۱۴].

سنجش قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH

استفاده از این رادیکال جهت بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس های گیاهی و به طور کلی آنتی اکسیدان های طبیعی به یکی از پرکاربردترین روش های سنجش قدرت آنتی اکسیدانی تبدیل شده است. علت این امر سادگی و حساسیت بالای این روش است. این آزمون بر مبنای این تئوری بنا شده که ماده ی دهنده هیدروژن، در واقع یک آنتی اکسیدان است [۱۵]. این رادیکال بالاترین میزان جذب خود را در طول موج ۵۱۷ - ۵۱۵ نانومتر نشان می دهد. رادیکال DPPH در اثر جذب هیدروژن از یک آنتی اکسیدان به DPPH پایدار (غیررادیکالی) تبدیل می شود که در اثر این تبدیل، رنگ آن به مرور از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می شود و در نتیجه میزان جذب در طول موج ۵۱۷ - ۵۱۵

ابتدا یک محلول ۷ مولار ABTS در آب مقطر تهیه شد و سپس این محلول توسط پرسولفات پتاسیم، اکسید شده و محلول به دست آمده به مدت ۱۶ - ۱۲ ساعت در تاریکی قرار گرفت. بعد از گذشت این زمان، محلول رادیکال کاتیون به دست آمده به وسیله اتانول خالص، ۵۰ بار رقیق و سپس از آن استفاده شد. به این ترتیب که در هر یک از لوله‌های آزمایش آماده شده، ۱ میلی‌لیتر از این محلول ریخته شد و آنگاه ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه آنتی‌اکسیدان به آنها اضافه شد و بعد از گذشت ۱۵ دقیقه جذب آنها در طول موج ۷۳۴ نانومتر خوانده شد. همچنین به یکی از لوله‌های آزمایش نیز به جای نمونه، اتانول اضافه شده (به عنوان کنترل) و جذب آن در لحظه اول و نیز بعد از گذشت ۱۵ دقیقه قرائت شد. سپس درصد بازدارندگی نمونه موردنظر از طریق فرمول زیر محاسبه و در نهایت به صورت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل آسکوربیک اسید گزارش شد [۱۷]:

$$\% I = ((A_{b(15)} - A_{s(15)}) / A_{b(15)}) \times 100$$

در این رابطه، $A_{b(15)}$ = میزان جذب شاهد بعد از ۱۵ دقیقه؛
 $A_s(15)$ = میزان جذب نمونه بعد از ۱۵ دقیقه؛ $\%I$ = درصد بازدارندگی می‌باشد.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش بی‌رنگ شدن بتاکاروتن

بتاکاروتن در ساختار خود دارای یازده جفت پیوند دوگانه می‌باشد بنابراین در برابر رادیکال‌های تشکیل شده در اثر اکسیداسیون چربی‌ها بسیار حساس می‌باشد و از آنجا که قابلیت واکنش با این رادیکال‌ها و جذب آنها را دارا می‌باشد، به عنوان یک حذف‌کننده رادیکال یا به عبارتی آنتی‌اکسیدان، مورد توجه قرار گرفته است [۱۸]. بر طبق این آزمون ابتدا لینولتیک اسید در حضور گونه‌های فعال اکسیژن به رادیکال پراکسیل تبدیل شده و در ادامه این رادیکال‌ها با بتاکاروتن واکنش داده و آن را به رادیکال تبدیل می‌کنند. این تغییر ساختار در بتاکاروتن سبب کاهش رنگ آن شده و در نتیجه در محلول آزمون، کاهش رنگ مشاهده خواهد شد. حال اگر یک

نانومتر کاهش می‌یابد. بنابراین سنجش قدرت آنتی‌اکسیدانی به راحتی از طریق دستگاه طیف نورسنج با محاسبه میزان کاهش جذب در طول موج ۵۱۷ - ۵۱۵ نانومتر قابل سنجش و برآورد است. همچنین برای گزارش قدرت آنتی‌اکسیدانی به دست آمده طبق این روش، می‌توان از شاخصی تحت عنوان EC_{50} استفاده کرد. این شاخص بیانگر غلظت مورد نیاز از آنتی‌اکسیدان موردنظر جهت کاهش ۵۰ درصدی غلظت رادیکال‌های DPPH اولیه می‌باشد. در این بررسی فعالیت آنتی‌رادیکالی اسانس و عصاره مورد مطالعه، با استفاده از رادیکال‌های پایدار DPPH مطابق با روش برند- ویلیامز و همکاران انجام گرفت [۱۶]. میزان فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال با استفاده از فرمول زیر تعیین شد:

$$\% RSA = [1 - ((A_c - A_s) / A_c) \times 100]$$

در این رابطه، A_s = میزان جذب نمونه؛ A_c = میزان جذب شاهد؛ RSA = فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال آزاد است.

آزمون رادیکال کاتیون ABTS

رادیکال کاتیون ABTS از رادیکال DDPH فعال‌تر است و واکنش آن با یک آنتی‌اکسیدان تنها نزدیک به ۱ دقیقه به طول می‌انجامد. به همین منظور در سنجش فعالیت آنتی‌رادیکالی از آن به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. در این آزمون ابتدا رادیکال کاتیون پایدار ABTS با اکسیداسیون ABTS به وسیله پتاسیم پرسولفات، تولید می‌شود. این رادیکال کاتیون دارای رنگ سبز - آبی با بیشینه جذب در طول موج ۷۳۴ نانومتر می‌باشد و از طریق تعیین میزان کاهش جذب در طول موج ۷۳۴ نانومتر می‌توان به کاهش میزان این رادیکال کاتیون‌ها به عنوان شاخصی از فعالیت آنتی‌رادیکالی ترکیبات موردنظر پی برد. فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال در این آزمون را می‌توان بر اساس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل با ترولوکس (Trolox) یا بر اساس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل با آسکوربیک اسید (L-ascorbic) (TAEC) (equivalent antioxidant capacity) یا بر اساس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل با آسکوربیک اسید (AEAC) (acid equivalent antioxidant capacity) گزارش کرد. در این بررسی برای تهیه رادیکال پایدار ABTS،



یک در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm به روغن سویای بدون آنتی اکسیدان اضافه شد. آنگاه نمونه‌ها به همراه شاهد (روغن سویا خام)، به مدت ۲۰ روز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و در نهایت، عدد پراکسید (AOCS (PV) [۴]، تیوباربتوریک اسید (TBA) [۴] و مقدار دی‌ان‌های مزدوج (CD) تولید شده در آنها اندازه‌گیری شد.

تعیین مقدار دی‌ان‌های مزدوج

ابتدا ۰/۰۱ - ۰/۰۳ گرم از هر کدام از نمونه‌های روغنی تهیه شده درون بالن‌های حجمی ۲۵ میلی‌لیتری توزین شد و سپس توسط ایزواکتان به حجم رسانده شد، بعد از آن جهت حل شدن بهتر روغن در حلال (ایزواکتان)، بالن حجمی به شدت هم‌زده شد. سپس هر نمونه در سلول کوارتزی ریخته و در دستگاه طیف نور سنج قرار داده شد و جذب آن در طول موج ۲۳۳ نانومتر خوانده شد و در نهایت میزان دی‌ان‌های مزدوج موجود در نمونه از طریق فرمول زیر به دست آمد:

$$E_{1\text{cm}}^{1\%} = \frac{A_{\lambda}}{(C_{\lambda} \times l)}$$

در این رابطه: E = میزان میکرومول، دی‌ان‌های مزدوج موجود در نمونه در هر گرم از نمونه؛ A_{λ} = میزان جذب نمونه در ۲۳۳ نانومتر؛ C_L = میزان گرم نمونه روغنی موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول تهیه شده (نمونه روغنی در ایزواکتان)؛ l = طول سلول کوارتزی بر حسب سانتی‌متر.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت. همچنین طرح آماری کاملاً تصادفی مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) انجام شد. تمامی نتایج به صورت میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف معیار بیان شده است.

آنتی‌رادیكال در محلول موجود باشد، برای واکنش با رادیكال‌های پراکسیل، با بتاکاروتن به رقابت خواهد پرداخت و در نتیجه بتاکاروتن، کمتر تخریب می‌شود. بنابراین، تأثیرات آنتی‌اکسیدانی، از طریق بررسی میزان جلوگیری از کاهش رنگ محلول آزمون با استفاده از دستگاه طیف نورسنج در طول موج ۴۷۰ نانومتر قابل سنجش است چرا که بیشترین جذب بتاکاروتن در این طول موج می‌باشد. امروزه استفاده از این آزمون در سنجش قدرت آنتی‌اکسیدانی به ویژه در مورد ترکیبات فنولی مختلف بسیار کاربرد دارد [۲۰]. در این بررسی، آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن به روش Zhang و همکاران (۲۰۰۶)، با کمی تغییر انجام گرفت [۱۳]. ۵ میلی‌گرم بتاکاروتن در ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم حل شد و ۶۰۰ میکرولیتر از محلول تهیه شده به فلاسک ته‌گردی که حاوی ۴۰ میلی‌گرم لینولئیک اسید و ۴۰۰ میلی‌گرم توئین ۴۰ بود، اضافه شد. سپس کلروفرم محلول توسط دستگاه تقطیرکننده چرخان خارج شده و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اشباع از اکسیژن به فلاسک افزوده شد. پس از آن فلاسک برای تشکیل امولسیون به شدت هم زده شده و ۵ میلی‌لیتر از امولسیون تهیه شده به لوله‌های آزمایش که حاوی ۲۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره و استاندارد BHA بود، اضافه شد و بلافاصله در زمان صفر جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت درب لوله‌های آزمایش بسته شد و پس از قرار گرفتن این نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط، جذب آنها در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\%I = [1 - (A_{s(24)} - A_{s(0)}) / (A_{c(24)} - A_{c(0)})] \times 100$$

در این رابطه: $A_{s(24)}$ = میزان جذب نمونه بعد از ۲۴ ساعت؛ $A_{s(0)}$ = میزان جذب نمونه در زمان شروع؛ $A_{c(24)}$ = میزان جذب شاهد بعد از ۲۴ ساعت؛ $A_{c(0)}$ = میزان جذب شاهد در زمان شروع و $\%I$ = درصد بازدارندگی می‌باشد.

بررسی کاربرد عصاره پنیرک به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در روغن

عصاره پنیرک در پنج سطح ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ ppm و آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی BHA و BHT، هر



نتایج

میزان فنول کل عصاره پنیرک

با توجه به این واقعیت که عامل اصلی وجود خاصیت آنتی رادیکالی در گیاهان دارویی، وجود ترکیبات فنولی در آنها است [5] میزان فنول کل عصاره گیاه پنیرک اندازه گیری شد. نتایج نشان داد عصاره پنیرک حاوی 4/5 درصد ترکیبات فنولیک معادل گالیک اسید (GAE) بر پایه وزن خشک بوده است.

قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH

شکل شماره 1 قدرت عصاره پنیرک را در مهار رادیکال های آزاد DPPH نشان می دهد. همان طور که از شکل مشخص است با افزایش غلظت عصاره، اثر آنتی رادیکالی آن افزایش می یابد. همچنین شاخص EC_{50} عصاره پنیرک 0.37 ± 0.01 میلی گرم بر میلی لیتر به دست آمد. لازم به ذکر است که شاخص EC_{50} نسبت معکوسی با فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس ها یا عصاره ها دارد [21].

بررسی خاصیت آنتی رادیکالی با آزمون ABTS

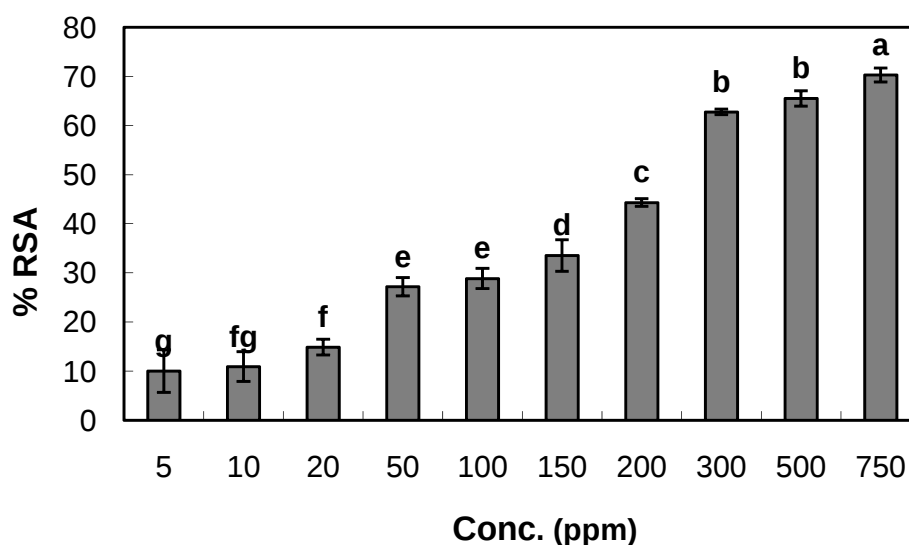
در این آزمون، رادیکال کاتیون های ABTS با آنتی اکسیدان ها یا دیگر گونه های رادیکالی که دهنده ی هیدروژن می باشند، واکنش داده و به شکل کاهش یافته درمی آید در نتیجه از طریق تعیین میزان این کاهش جذب در طول موج ۷۳۴ نانومتر، می توان به درصد بازدارندگی آنتی اکسیدان مورد نظر پی برد. همان طور که از جدول ۱ مشخص است، از غلظت ۱ تا ۵ میلی گرم بر میلی لیتر، یک رابطه مستقیم بین غلظت عصاره پنیرک و قدرت آن در مهار رادیکال های ABTS وجود داشته و با افزایش غلظت عصاره در این محدوده غلظت، قدرت آنتی رادیکالی آن افزایش یافته است. همان طور که در جدول مشاهده می شود از این نظر،

تفاوت معنی داری بین غلظت ها در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در غلظت های بالاتر تأثیر مثبتی مشاهده نشد.

آزمون بی رنگ شدن بتاکاروتن

از آنجا که آنتی اکسیدان ها، رادیکال های حاصل از اکسیداسیون اسید لینولئیک را مهار می کنند، از برهم کنش بین این رادیکال ها و بتاکاروتن جلوگیری کرده و در نتیجه از کاهش رنگ بتاکاروتن در اثر این واکنش، می کاهند. بنابراین بین قدرت آنتی اکسیدانی مواد شرکت کننده در این آزمون و میزان جلوگیری از کاهش رنگ بتاکاروتن، رابطه مستقیمی وجود دارد. در مطالعه حاضر، هشت تیمار از عصاره پنیرک در گستره ی غلظتی ۰/۰۵ تا ۱۰ میلی گرم بر میلی لیتر تهیه شد و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی آنها با دو سطح غلظتی ۰/۱ و ۰/۲ میلی گرم بر میلی لیتر از آنتی اکسیدان سنتزی BHA مقایسه شد. با توجه به شکل ۲ می توان دریافت که در این محدوده ی غلظتی، ارتباط مستقیمی میان غلظت عصاره پنیرک با میزان فعالیت آنتی اکسیدانی آن وجود داشته و با افزایش غلظت، فعالیت آنتی اکسیدانی نیز افزایش یافته است. همان طور که از شکل نیز مشخص است در این آزمون فعالیت حذف کنندگی رادیکال توسط BHA در هر دو سطح غلظتی ۰/۱ و ۰/۲ میلی گرم بر میلی لیتر (به ترتیب ۷۴/۰ و ۷۸/۰ درصد)، در مقایسه با نمونه های تهیه شده از عصاره مورد آزمون، بیشتر بود و بعد از آن غلظت ۱۰ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره پنیرک (۵۲/۶ درصد) بود. البته میان فعالیت آنتی اکسیدانی این تیمار و تیمار ۵ میلی گرم بر میلی لیتر در سطح ۰/۱ درصد اختلاف معنی داری وجود نداشت و کمترین میزان فعالیت را هم سطوح غلظتی ۰/۰۵ و ۰/۱ میلی گرم بر میلی لیتر از عصاره پنیرک به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۲/۹ درصد مشاهده شد. این سطوح غلظتی از عصاره نیز در سطح ۰/۱ درصد، اختلاف معنی داری با هم نداشتند.



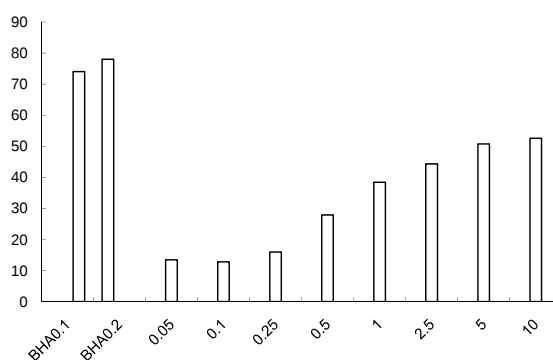


شکل شماره ۱- رابطه‌ی میان فعالیت حذف رادیکال آزاد DPPH با غلظت عصاره پنیرک. نتایج میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف معیار است. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است. (فعالیت حذف کنندگی رادیکال = RSA)

جدول شماره ۱- درصد بازدارندگی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل آسکوربیک اسید غلظت‌های مختلف عصاره پنیرک

غلظت (mg/ml)	درصد بازدارندگی	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل آسکوربیک اسید (mg/ml)
۱	$25/32 \pm 1/34$	$0/04 \pm 0/00^e$
۲	$37/98 \pm 2/93$	$0/06 \pm 0/01^d$
۳	$51/31 \pm 1/66$	$0/10 \pm 0/00^c$
۴	$58/51 \pm 1/54$	$0/11 \pm 0/00^b$
۵	$70/03 \pm 1/25$	$0/14 \pm 0/00^a$

* داده‌ها میانگین سه تکرار $\pm$ انحراف معیار است. حروف مشابه در یک ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد است.



شکل شماره ۲- مقایسه‌ی فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره پنیرک با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA با آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.



همچنین تمام سطوح غلظتی عصاره مورد استفاده در این آزمون دارای اثر آنتی اکسیدانی بیشتری از هر دو آنتی اکسیدان سنتزی BHA و BHT (در هر دو سطح غلظتی) بودند.

یکی دیگر از روش هایی که جهت بررسی مراحل اولیه اکسیداسیون می توان از آن استفاده کرد، تعیین میزان دی ان های مزدوج تولید شده است که افزایش در میزان تولید این محصولات شاخصی از پیشرفت مراحل اولیه اکسیداسیون می باشد. همچنین از آنجا که این آزمون نیز همانند آزمون تعیین عدد پراکسید، عمدتاً محصولات تولیدی در مراحل اولیه اکسیداسیون را مورد ارزیابی قرار می دهد لذا وجود این دو آزمون در کنار هم می تواند یک نقش مکمل داشته باشد. شکل ۳- ج مقایسه ی میانگین میزان دی ان های مزدوج تولیدی حاصل از تیمارهای مختلف را در روز بیستم نشان می دهد.

همان طور که در شکل ۳- ج مشخص است، اختلاف معنی دار میان غلظت های مختلف عصاره و دو آنتی اکسیدان شیمیایی BHA و BHT و نمونه ی شاهد وجود دارد. همان طور که مشاهده می شود، میان میزان دی ان های مزدوج تولیدی در حضور غلظت های مختلف عصاره و آنتی اکسیدان های سنتزی، اختلاف معنی داری وجود دارد و در اینجا نیز همانند آزمون عدد پراکسید، بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به غلظت ppm ۸۰۰ از عصاره پنیرک بود. با بررسی های صورت گرفته مشخص شد که ترتیب فعالیت آنتی اکسیدانی سطوح مختلف مورد سنجش از عصاره پنیرک در این آزمون با نتایج به دست آمده از آزمون عدد پراکسید کاملاً مطابقت دارند یعنی در این آزمون نیز به ترتیب غلظت های ۸۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰ و ppm ۲۰۰ از بیشترین تا کمترین خاصیت آنتی اکسیدانی را به خود اختصاص دادند به طوری که سطوح غلظتی ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ ppm از این عصاره، فعالیت آنتی اکسیدانی معادل با آنتی اکسیدان سنتزی BHA در هر دو سطح غلظتی مورد آزمون آن (در سطح ۰/۱ درصد اختلاف معنی دار دیده نشد) و قوی تر از آنتی اکسیدان سنتزی BHT در هر دو سطح غلظتی آن، نشان دادند.

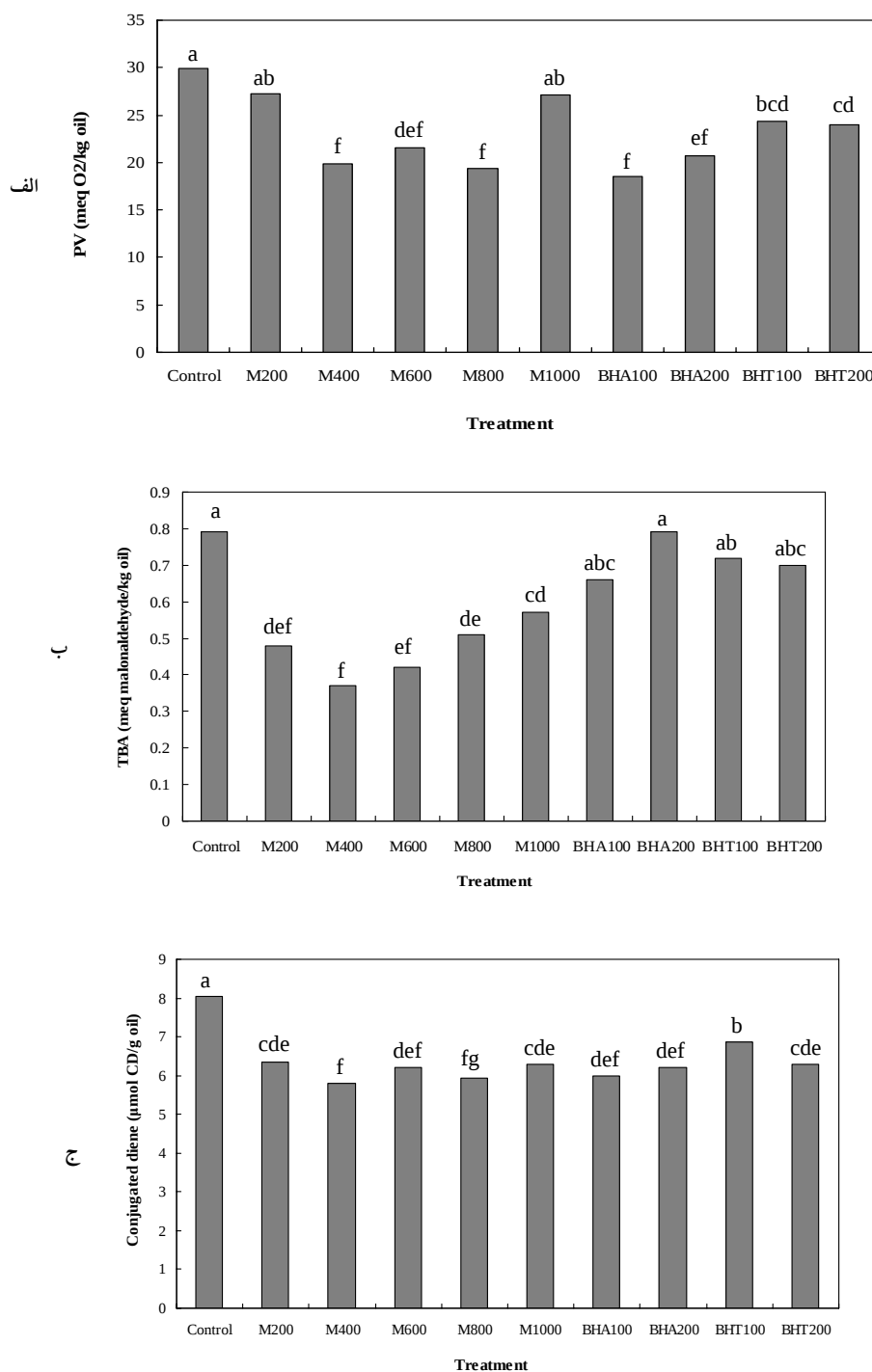
اثر آنتی اکسیدانی عصاره پنیرک در روغن سویا

با توجه به نتایج شکل شماره ۳- الف، اختلاف معنی دار میان غلظت های مختلف عصاره و دو آنتی اکسیدان شیمیایی BHA و BHT و نمونه ی شاهد مشاهده شده است. همان گونه که مشاهده می شود عدد پراکسید روغن وابسته به غلظت تیمارها است ولی یک رابطه خطی بین غلظت تیمارها و عدد پراکسید روغن مشهود نیست. به طوری که عصاره پنیرک بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را در غلظت های ۸۰۰ و ۴۰۰ ppm داشته و بعد از آنها بیشترین میزان فعالیت را غلظت ppm ۶۰۰ دارا است. همچنین عصاره پنیرک در این سطوح غلظتی توانسته معادل با آنتی اکسیدان سنتزی BHA در سطوح غلظتی ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm و بهتر از آنتی اکسیدان سنتزی BHT در هر دو سطح غلظتی آن عمل کند. همچنین این عصاره در سطوح غلظتی ۱۰۰۰ و ۲۰۰ ppm نیز توانست معادل با آنتی اکسیدان سنتزی BHT در هر دو سطح غلظتی آن عمل کند (در سطح ۰/۱ درصد اختلاف معنی دار دیده نشد).

عدد پراکسید به تنهایی مشخص کننده ی اکسیداسیون روغن نمی باشد زیرا این عدد شاخصی از وجود محصولات اولیه اکسیداسیون است و تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون را مشخص نمی کند. لذا وجود آزمونی نظیر تعیین عدد TBA (مقدار مالون آلدئید موجود در یک کیلوگرم روغن) که شاخصی از میزان توسعه اکسیداسیون و تولید محصولات ثانویه این واکنش می باشد، ضروری به نظر می رسد.

با توجه به نتایج شکل شماره ۳- ب، اختلاف معنی دار میان غلظت های مختلف عصاره و دو آنتی اکسیدان شیمیایی BHA و BHT و نمونه ی شاهد مشاهده شد. همان طور که ملاحظه می شود، عدد TBA روغن، همانند عدد پراکسید، وابسته به غلظت تیمارها است ولی همانند آنچه که در مورد عدد پراکسید مشاهده شد در اینجا نیز یک رابطه خطی میان افزایش غلظت عصاره مورد ارزیابی با میزان عدد TBA مشاهده نشد. نتایج به دست آمده از ارزیابی اثر آنتی اکسیدانی عصاره پنیرک بر حسب عدد TBA نشان می دهد که بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به غلظت ppm ۴۰۰ از این عصاره است.





شکل شماره ۳ - مقایسه میانگین (الف) عدد پراکسید، (ب) تیوباریتویک اسید و (ج) دی‌ان مزدوج تیمارها در روز بیستم. M200, M400, M600, M800, M1000; BHA100, BHA200; BHT100, BHT200; Control به ترتیب غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ ppm از عصاره - غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm از آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و BHT و نمونه شاهد می‌باشد. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

بحث

Unver و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان فنول به این نتیجه رسیدند که رابطه مستقیمی بین میزان فنول کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره این گیاهان وجود دارد به طوری که در این بین، گیاه *Mentha piperita* میزان فنول کل بالا (۴۹۳ میلی گرم معادل گالیک اسید در هر گرم mg GAE/g) و فعالیت آنتی اکسیدانی بالا (EC_{50} برابر با ۰/۲۳ میلی گرم بر میلی لیتر) و گیاه *Capparis ovate* میزان فنول کل پایین (mg GAE/g ۱۸۵) و نیز فعالیت آنتی اکسیدانی پایینی (EC_{50} برابر با ۴/۰۸ میلی گرم بر میلی لیتر) نشان دادند [۹]. همچنین بامداد و همکاران (۲۰۰۶) فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره زیره سیاه را با دو روش DPPH° و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بررسی کرده و نشان دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی این عصاره مربوط به ترکیبات فنولی آن است [۱۰].

فاضل و همکاران در سال ۲۰۰۷ فعالیت آنتی‌رادیکالی اسانس آویشن و مرزه را با روش DPPH° تعیین کرده و مقادیر EC_{50} اسانس‌های مورد مطالعه را به ترتیب ۵/۸ و ۸/۹ میلی گرم بر میلی لیتر گزارش کردند [۲۲]. در تحقیقی دیگر شهنساری و همکاران (۲۰۰۸) فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس آویشن شیرازی را بررسی و EC_{50} این اسانس را $0.04 \pm$ میلی گرم بر میلی لیتر محاسبه کردند [۴]. همچنین عیوقی و همکاران (۲۰۰۹) میزان EC_{50} اسانس شوید و BHT (به عنوان کنترل مثبت) به ترتیب $1.52 \pm$ و 0.01 ± 0.04 میلی گرم بر میلی لیتر گزارش کردند [۲۳]. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه و سایر پژوهش‌های ذکر شده و مقایسه EC_{50} عصاره پنیرک با اسانس‌های ذکر شده، مشخص است که عصاره پنیرک فعالیت آنتی‌رادیکالی خوبی دارد. به عبارت دیگر، این عصاره در مقایسه با سایر منابع آنتی اکسیدانی ذکر شده نیز از فعالیت آنتی‌رادیکالی نسبتاً خوبی برخوردار است.

همان‌طور که مشخص است با افزایش غلظت عصاره پنیرک، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی آن افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از افزایش درصد مواد مؤثره از جمله افزایش

میزان فنول کل آن باشد. زیرا ترکیبات فنولی دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قابل ملاحظه‌ای هستند [۷]. ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای مشابه، اعلام کرد که اسانس گیاه *Petroselinum crispum* در غلظت ۰/۵۱۲ درصد فعالیت آنتی اکسیدانی نزدیک با BHT در غلظت ۰/۱ درصد دارد [۱۳]. همچنین عیوقی و همکاران (۲۰۰۹) در طی مطالعه‌ای روی خواص آنتی اکسیدانی اسانس شوید، اعلام کردند این اسانس در غلظت ۷ میلی گرم بر میلی لیتر فعالیت آنتی اکسیدانی مشابه با BHT در غلظت ۰/۱ درصد دارد [۲۳].

شهیدی و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که می‌توان روغن کانولا را با عصاره‌ی آرد کانولا و روغن شلغم روغنی در برابر اکسیداسیون پایدار نمود و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره می‌تواند مربوط به حضور ترکیبات فنولیک باشد [۲۴]. سینگ و همکاران (۲۰۰۷)، اثر آنتی اکسیدانی اسانس برگ دارچین را در روغن خردل و با اندازه‌گیری عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید مورد بررسی نمودند و نشان دادند که اسانس در سطح غلظتی ۰/۰۲ درصد اثر قوی‌تری نسبت به BHT، BHA و پروپیل گالات دارد [۲۵]. در تحقیق دیگری شهنساری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس *Zataria multiflora* در سطح غلظتی ۰/۱ درصد معادل با آنتی اکسیدان شیمیایی BHA در غلظت ۰/۰۲ درصد است [۲۶]. اثر عصاره‌ی پوست سبز پسته در غلظت ۶۰۰ ppm در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های شیمیایی BHT و BHA در غلظت ۲۰۰ ppm، در به تأخیر انداختن اکسیداسیون در روغن سویا بررسی و مشخص شد که پوست سبز پسته به علت حضور ترکیبات فنولیک، می‌تواند به عنوان منبعی برای آنتی اکسیدان‌های طبیعی معرفی شود [۲۷]. در تحقیقی که توسط برا و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام گرفت، اثرات آنتی اکسیدانی گیاه *Carum copticum* در پایداری روغن بذر کتان در مقایسه با BHT و TBHQ، به اثبات رسید که به دلیل حضور ترکیب فنولی به نام تیمول بود [۲۸].



می‌توان آن را پس از آزمون‌های دیگر به مواد غذایی (به ویژه آنهایی که حاوی روغن هستند) اضافه کرد.

تشکر و قدردانی

در پایان از معاونت محترم پژوهشی و قطب علمی مهندسی بازیافت و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به دلیل مساعدت در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نماید.

از آنجایی که عصاره پنیرک حاوی ترکیبات فنولی، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و توکوفرول می‌باشد [۲۹، ۳۰] و نیز هر سه آزمون، خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس را تصدیق کرد، می‌توان نتیجه گرفت که این عصاره به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی، توانایی واکنش با رادیکال‌های حاصل از اکسیداسیون لیپیدها (O_2^* ، OH^* ، LO^* ، LOO^* ، L^*) را داشته و موجب قطع واکنش‌های زنجیری و افزایش زمان اکسیداسیون کند و کاهش سرعت اکسیداسیون خودبخودی می‌شود و

منابع

1. Flanagan J. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAP) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50: 3122 - 8.
2. Bektas T and Munevver SH. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem.* 2006; 95: 200 - 4.
3. Yasoubi P, Barzegar M, Sahari MA and Azizi MH. Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts. *J. Food Sci. Technol.* 2007; 9: 35 - 42.
4. Shahsavari N, Barzegar M, Sahari MA and Naghdibadi H. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2008; 63: 183 - 8.
5. Lee SJ, Umamo K, Shibamoto T and Lee KG. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chem.* 2005; 91: 131 - 7.
6. Wichtl M. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Translated by: Bisset NG, Boca Raton: CRC Press. 1994, pp: 292 - 4, 313 - 4.
7. Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinob S, Choi S, Kawakishi S and Osawa T. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-o- β -glucoside and cyanidin. *J. Agric. Food Chem.* 1994; 42: 2407 - 10.
8. Zhen-yu W. Impact of anthocyanin from *Malva sylvestris* on plasma lipids and free radical. *Can. J. Res.* 2005; 16: 228 - 32.
9. Unver A, Arslan D, Ozcan MM and Akbulut M. Phenolic content and antioxidant activity of some spices. *World Appl. Sci. J.* 2009; 6: 373 - 7.
10. Bamdad F, Kadivar M and Keramat J. Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of Iranian caraway in comparison with clove and BHT using model systems and vegetable oil. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 2006; 41: 20 - 7.
11. Kulisic T, Radonic A and Katalinic V. Use of different methods for testing antioxidative of oregano essential oil. *Food Chem.* 2004; 85: 633 - 40.
12. Mathew S and Abraham E. *In vitro* antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chem. Toxicol.* 2006; 44: 198 - 206.
13. Zhang H, Feng C and Wang Xi. Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its



- antioxidant constituents. *Food Chem.* 2006; 39: 833 - 9.
14. Singh RP, Murthy KNC, and Jayaprakasha GK. Studies on the antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts using *in vitro* models. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50: 81 - 6.
 15. Joon-Kwan M. and Takayuki S. Antioxidant assays for plant and food components. *J. Agric. Food Chem.* 2009; 57 (5): 1655 - 66.
 16. Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT.* 1995; 28: 25 - 30.
 17. Miliauskas G, Venskutonis PR and Beek TAV. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem.* 2004; 85: 231 - 7.
 18. Unten L, Koketsu M and Kim M. Antidiscoloring activity of green tea polyphenols on β -carotene. *J. Agric. Food Chem.* 1997; 45: 2009 - 19.
 19. Tsuchihashi H, Kigoshi M, Iwatsuki M and Niki E. Action of β -carotene as an antioxidant against lipid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 1995; 323: 137 - 47.
 20. Chaillou LL and Nazareno MA. New method to determine antioxidant activity of polyphenols. *J. Agric. Food Chem.* 2006; 54: 8397 - 402.
 21. Molyneux PH. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J. Food Sci. Technol.* 2004; 26: 211 - 9.
 22. Fazel M, Omidbeygi M, Barzegar M and Naghdi Badi H. Influence of heating on antiradical activity of essential oils of thyme, summer sarvory and clove by 2, 2- diphenyl- 1- picrylhydrazyl (DPPH•) method. *J. Med. Plants* 2007; 6: 54 - 63.
 23. Ayoughi F. Barzegar M, Sahari MA and Naghdibadi H. Antioxidant effect of dill (*Anethum graveolens* Boiss.) oil in crude soybean oil and comparison with chemical antioxidants. *J. Med. Plants.* 2009; 30: 71 - 84.
 24. Shahidi F and Wanasundara UN. Stabilization of canola oil with flavonoids. *Food Chem.* 1994; 50: 393 - 6.
 25. Singh G, Maurya S and Delampasona MP. A comparison of chemical antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem. Toxicol.* 2007; 45: 1650 - 61.
 26. Shahsavari N. Barzegar M, Sahari MA and Naghdibadi H. An investigation on the antioxidant activity of essential oil of *Zataria multiflora* Boiss. in soy bean oil. *J. Med. Plants* 2008; 28: 56 - 68.
 27. Goli AH, Barzegar M and Sahari MA. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chem.* 2005; 92: 521 - 5.
 28. Bera D and Lahiri AN. Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. *J. Food Eng.* 2006; 74: 542 - 5.
 29. Barros L, Carvalho AM and Ferreira ICFR. Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: A comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food Chem. Toxicol.* 2010; 48: 1466 - 72.
 30. Farina A, Doldo A, Cotichini V, Rajevic M, Quaglia MG, Mulinacci N and Vincieri FF. HPTLC and reflectance mode densitometry of anthocyanins in *Malva sylvestris* L.: a comparison with gradient-elution reversed-phase HPLC. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 1995; 14: 203 - 11.

