مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره گیاه متکا (*Ferula persica* L.) به صورت خالص و نانوریزپوشانی شده در افزایش پایداری روغن سویا

پویا تقی نیا[۱]، محمدحسین حداد خداپرست[۲*]، محمد احمدی[۳]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت الله آملی ،دانشگاه آزاد اسلامی ، آمل ،ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۹)

چکیده

در این مطالعه عصاره گیاه متکا با کمک فراصوت و ماسراسیون استخراج شد و میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی آنها اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی-اکسیدانی عصاره‌های حاصله با استفاده از روش مهار رادیکال آزاد DPPH ارزیابی شد. ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در روش استخراج با فراصوت بالاتر بود و با افزایش غلظت عصاره‌ها فعالیت آنتی اکسیدانی افزایش یافت. فعالیت آنتی اکسیدانی غلظت های ۲۰۰۰ ppm و ۲۵۰۰ ppm عصاره استخراج شده با روش اولتراسوند با ۱۰۰ TBHQ ppm اختلاف معنی‌دار آماری ($p<0.05$) نداشت. غلظت ۲۰۰۰ ppm برای ریز پوشانی و تزریق به روغن انتخاب شد. صمغ مرو و صمغ سقز با نسبت های ۱:۰، ۱:۱ و ۰:۱ (مرو:سقز) به عنوان مواد دیواره‌ای استفاده شدند. انداه نانوکپسول‌ها از ۸۳/۶ تا ۱۸۰/۵ نانومتر متغیر بود. عدد پراکسید، عدد اسید تیوباربیتوریک و شاخص رنگ نمونه‌های روغن سویا که به مدت ۴۰ روز در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بود اندازه گیری شد. هر سه فاکتور مورد بررسی در تمام نمونه‌ها افزایش یافت و نمونه‌های روغن حاوی نانوکپسول های مرو:رزین عصاره متکا کمترین میزان اکسایش را داشتند. اثرات آنتی اکسیدانی این نانوکپسول‌ها مربوط به ترکیبات فنولی عصاره متکا است و این نانوکپسول‌ها می‌توانند با موفقیت با آنتی اکسیدان سنتزی جایگزین شود.

کلید واژگان: نانوریزپوشانی، صمغ، متکا، عصاره، روغن سویا

* مسئول مکاتبات: khodaparast@um.ac.ir

۱- مقدمه

روغن‌های گیاهی مانند روغن سویا سرشار از اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسید لینولئیک و آلفا لینولنیک هستند که مصرف آن ها خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را کاهش می‌دهد و برای بهبود سلامتی انسان مورد نیاز است. متاسفانه روغن سویا به دلیل دارا بودن مقادیر بالای پیوندهای دو گانه در ساختار خود در معرض فساد اکسایش قرار دارد [۱]. پراکسیدها محصول اولیه اکسیداسیون خودبخودی چربی‌ها هستند که در مراحل بعد به ترکیبات ثانویه مانند آلدئیدهای فرار، کتون ها، الکل ها و اسیدهای آلی تجزیه می شوند. در نتیجه بو، طعم و عطر ماده غذایی نامطبوع شده و ترکیبات سمی در غذا افزایش می یابد [۲]. انواع مختلف آنتی‌اکسیدان-های طبیعی و مصنوعی در بازار موجود هستند و می‌توانند به منظور بهبود پایداری روغن‌ها و چربی‌های خوراکی استفاده شوند. آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند BHA[1] و TBHQ[2] به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی بالا، قیمت پایین و دسترسی آسان به میزان فراوان در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی استفاده می-شوند [۳]. امروزه عصاره های گیاهی تهیه شده از گیاهان به عنوان نگهدارنده‌های غذایی استفاده می‌شوند. مطالعات مختلف نشان داده ند که عصاره‌های گیاهی دارای اثرات کاهنده اکسایش مشابه TBHQ، BHA و سایر آنتی اکسیدان‌های سنتزی هستند لذا می‌توانند جایگزین مناسبی باشند [۲]. گیاه متکا یا سکبینج با نام علمی (*Ferula persica* L) متعلق به جنس Ferula از خانواده چتریان می باشد که در طب سنتی به میزان فراوانی مورد استفاده قرار میگیرد [٤]. مطالعات نشان داده است که گونه‌های مختلف جنس فرولا نشان دهنده وجود ترکیباتی از قبیل سسکوئی ترپن‌ها، کومارین سسکوئی ترپن، گلیکوزیدها، فلاونوئیدها و ترکیبات ترپنوئیدی با ظرفیت آنتی اکسیدانی می‌باشند [٥]. متاسفانه ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گیاهان پایداری کمی در شرایط محیطی مانند قرار گرفتن در معرض نور، اکسیژن، حرارت و فعالیت آنزیمی دارند. به همین دلیل سیستم‌های ریزپوشانی به منظور محافظت از کاربردهای بیوشیمیایی این ترکیبات مورد استفاده قرار می‌گیرد [٦]. ریزپوشانی تکنیکی است که در آن ذرات یا قطرات بوسیله یک پوشش به عنوان دیواره احاطه می‌شوند، لذا مقاومت ماده ریزپوشانی شده در برابر اکسایش، تبخیر، فعل و انفعالات شیمیایی طی فرآیند، دمای بالا و نگهداری طولانی افزایش می یابد و به رهاسازی کنترل شده ترکیبات احاطه شده کمک می-کند [۷ و ۸]. بیوپلیمرهای مختلف از قبیل ژلاتین، صمغ عربی، ایزوله پروتئینی سویا، کنسانتره پروتئینی آب پنیر، مالتودکسترین و ... به عنوان مواد دیواره پوشش مورد استفاده قرار می‌گیرند [۹]. درخت بنه Pistacia atlantica یکی از گیاهان بومی در کشورهای ایران، عراق و ترکیه است. اولئورزین حاصل از این درخت سقز نام دارد که در صنایع تولید آدامس مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. مریم گلی وحشی Salvia macrosiphon دارای دانه‌های کوچک و گرد است که به سرعت آب را جذب و موسیلاژ تشکیل می-دهد [۱۱]. در این پژوهش از صمغ درخت بنه و صمغ مرو به عنوان مواد پوششی استفاده شد. سپس به بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره متکا به دو شکل خالص و نانوریزپوشانی در روغن سویا پرداخته می‌شود و قدرت آنتی اکسیدانی هر دو آنتی اکسیدان را با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ مقایسه می-شود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- استخراج عصاره و اندازه گیری ترکیبات فنولی

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در پژوهش از شرکت مرک آلمان خریداری شد. گیاه متکا در فصل بهار از رویشگاه طبیعی این گیاه در منطقه شهمیرزاد استان سمنان جمع آوری شد و بعد از تشخیص توسط کارشناس مرکز تحقیقات علمی و کاربردی جهاد کشاورزی استان سمنان به آزمایشگاه منتقل شد. گیاه پس از تمیز کردن در آون تحت خلاء (مدل VO200 شرکت ممرت آلمان) در دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. ده گرم نمونه خرد شده متکا در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری با ۱۰۰ میلی‌لیتر از اتانول:آب (۵۰ درصد) در دمای (٤٥ درجه سانتی‌گراد) و زمان (۲۰ دقیقه) در حمام فراصوت (مدل S30H شرکت الما آلمان) در ۲۰ KHz عصاره‌گیری شد. برای استخراج به روش ماسراسیون مخلوط به مدت ٤٨ ساعت در شیکر (مدل Ls-100 شرکت لابراتون ایران) با سرعت ١٦٠٠ دور در دقیقه ترکیب شد تا عصاره

1. Butylated hydroxyanisole
2. Tert-Butylhydroquinone

استخراج شود. سپس محلول‌ها با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف و حلال توسط تبخیر گردان تحت خلاء (مدل Air-Cooler شرکت تام۲ تایمز ایران) تبخیر شد. عصاره حاصله تا زمان انجام آزمایش در شیشه تیره و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۲]. اندازه‌گیری ترکیبات فنولی با استفاده ازروش دونالد و همکاران [۱۳] انجام شد و برای اندازه‌گیری ترکیبات فلاونوئیدی از روش چانگ و همکاران [۱٤] استفاده شد. منحنی کالیبراسیون اسید گالیک رسم شد و با قرار دادن مقدار جذب غلظت‌های مختلف عصاره در معادله خطی مقدار فنل تام و کوئرستین در عصاره محاسبه و بر اساس میلی گرم گالیک اسید و میلی گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم عصاره بیان شد [۱۳ و ۱٤].

۲-۲- اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره

به منظور اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره از روش مهار رادیکال آزاد DPPH استفاده شد. ۰/۳ میلی لیتر از عصاره متکا با غلظت های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ ppm با ۲/۷ میلی لیتر محلول متانولی (۶×۱۰^{-۵}) حجمی/حجمی DPPH مخلوط و به مدت ۶۰ دقیقه در مکان تاریک و در دمای اتاق نگهداری شد و جذب در ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. نمونه شاهد حاوی تمام ترکیبات و شرایط ذکر شده بدون افزودن عصاره بود. آنتی اکسیدانی سنتزی TBHQ به میزان ۱۰۰ ppm به عنوان کنترل مثبت استفاده شد [۱۲]..

$$\text{درصد مهار رادیکال آزاد DPPH} = (\text{جذب نمونه} - \text{جذب DPPH})/\text{جذب DPPH}$$

۲-۳- استخراج صمغ

دانه مرو پس از خریداری، جهت حذف مواد خارجی نظیر خار و خاشاک، سنگ، دانه‌های شکسته و کاه به شیوه دستی تمیز شد. صمغ دانه مرو به روش بستان و همکاران [۱۵] استخراج شد. شرایط بهینه استخراج برای صمغ دانه مرو (نسبت آب به دانه ۵۱:۱، دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و pH=۵/۵) بود. صمغ سقز به طریقه سنتی از درخت بنه استخراج شد.

۲-٤-تهیه کپسول

صمغ دانه مرو، صمغ سقز و ترکیب صمغ دانه مرو:صمغ سقز، (۱:۱) به عنوان مواد پوششی دیواره در آب دیونیزه به مدت ۱۵ دقیقه با همزن مغناطیسی و در دمای اتاق بهم زده شدند تا ماده جامد کل آن ها ۳۰٪ شود. ۱ قسمت از عصاره گیاه متکا با ۵ قسمت محلول صمغ به نسبت ۵:۱ اضافه و در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه هموژن شدند. سرعت همزن ۱۲۰۰۰rpm بود و برای خشک کردن نانوکپسول ها از خشک کن انجمادی استفاده شد [۱٦].

۲-۵- اندازه نانوکپسول

قطر کپسول ها با استفاده از دستگاه زتاسایزر و روش انکسار نور لیزر اندازه‌گیری شدند. متوسط اندازه ذرات بر اساس میانگین قطر حجمی توسط معادله زیر محاسبه و کلیه نمونه ها در سه تکرار اندازه گیری شدند. در این معادله n_i:تعداد ذرات، d_i:قطر میانگین ذرات و D: میانگین قطر حجمی (میانگین حجم معادل) است [۱۷].

$$D[4,3] = \frac{\Sigma nidi^4}{\Sigma nidi^3}$$

۲-٦-اندازه گیری عدد پراکسید

برای اندازه گیری عدد پراکسید از روش AOCS به شماره (Cd 8-53) استفاده شد. به این ترتیب محلول اشباع یدید پتاسیم و محلول چسب نشاسته ۱٪ تهیه شد. ۵ گرم روغن در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن شد و سپس ۳۰ میلی‌لیتر محلول اسید استیک و کلروفرم (با نسبت ۳ به ۲) به آن اضافه شد و کاملا باهم مخلوط گردیدند. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید - پتاسیم اشباع به آن اضافه شد و ۱ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. بعد از خروج از تاریکی، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید؛ سپس با تیترازول تیوسولفات ۰/۱ نرمال تیتر شد تا رنگ زرد زایل شد. در هنگام تیتر کردن مخلوط به شدت هم زده شد تا ید از لایه کلروفرم جدا شود. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف شناساگر نشاسته اضافه شد و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه یافت. همراه با نمونه، تیتراسیون شاهد (مخلوط اسیداستیک و کلروفرم بدون روغن) نیز انجام شد. در نهایت عدد پراکسید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد و بر حسب میلی اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم روغن بیان شد. در این فرمول S= حجم تیوسولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر، M= مولاریته سدیم تیوسولفات و g= وزن روغن بر حسب گرم بود [۱۸].

$$PV = S \times M \times 1000/g$$

۲-۷- اندازه گیری عدد اسید تیوباربیتوریک

عدد اسید تیوباربیتوریک مطابق با روش AOCS انجام شد. بدین منظور ۲۰۰ میلی گرم روغن در یک بالن حجمی ۲۵ میلی لیتری توزین شد. ۱ میلی لیتر محلول ۱-بوتانول به نمونه ها اضافه شد و نمونه ها بخوبی در آن حل شدند. سپس به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. ۵ میلی لیتر از محلول نمونه به همراه ۵ میلی لیتر از واکنشگر TBA در لوله مخصوص ریخته شد و با شیکر بخوبی بهم زده شدند. سپس لوله‌ها به مدت ۲ ساعت در بن ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و جذب نمونه ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر بوسیله اسپکتروفتومتر قرائت شد و از طریق فرمول های مربوطه بدست آمد. در این فرمول e= جذب نوری اندازه گیری شده، d= ضخامت سل نوری بر حسب سانتیمتر،a= وزن نمونه بر حسب گرم می باشد [۱۸].

$$TBA = e/d \times a$$

۲-۸- اندازه گیری تغییرات رنگ روغن

به منظور اندازه گیری تغییرات رنگی نمونه‌ها از اسپکتروفتومتر استفاده شد. روغن در سل دستگاه ریخته شد و سه مرتبه قرائت از نمونه در طول موج ٤٢٠ نانومتر صورت گرفت و میانگین قرائت‌ها ثبت شد. آب مقطر به عنوان شاهد استاندارد استفاده شد [۱۹].

۲-۹-تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از مقایسه میانگین آنوای دو طرفه در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی و با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد که با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ و رسم نمودارها با نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ انجام شد. به منظور کاهش خطا کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره

ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی مهمترین متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند که توانایی مهار رادیکال‌های آزاد و اعمال فعالیت آنتی اکسیدانی را دارا می باشند. میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئید در روش استخراج با اولتراسوند بالاتر از روش ماسراسیون بود و اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد (جدول ۱). تخریب مکانیکی دیواره سلولی که در نتیجه پدیده کاویتاسیون اعمال فراصوت به سلول‌های گیاهی اتفاق می افتد، منجر به نفوذ بیشتر حلال در بافت‌های گیاهی میشود که به خروج هرچه بیشتر ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی عصاره در بافت‌های گیاه کمک میکند [۲۰].

Table 1 Total phenol and flavonoid of extracts

Method	Flavpnoid (mg QE/100 g E)	Total phenol(mg GA/100g E)
Maceration	1403.77^{b}	2599.22^{b}
Ultrasound	1798.5^{a}	3240.26^{a}

Different letters in column indicated significant statistical difference ($P<0.05$).

ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از DPPH یکی از روش های سریع و ساده به منظور تخمین فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره است [۲۱]. تمامی غلظت‌های مورد استفاده برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ ppm) عصاره گیاه متکا به دلیل دارا بودن گروه های o-دی هیدروکسی توانایی مهار رادیکال‌های آزاد را دارا بودند [۲۲] و با افزایش غلظت عصاره میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره افزایش یافت (شکل ۱). ایرانشاهی و همکاران [۵] نشان دادند عصاره متانولی گیاهان خانواده متکا حاوی ترکیبات ثانویه سسکوئی ترپن‌ها، کومارین‌ها و ترکیبات گلیکوزیدی است که دارای فعالیت آنتی اکسیدانی هستند. در مطالعه ای دیگر ابراهیم زاده و همکاران [۲۳] اعلام نمودند که جنس های مختلف خانواده ferula به دلیل دارا بودن ترکیبات فلاونوئیدی و فنولی دارای فعالیت آنتی اکسیدانی است. ترکیبات فنولی بزرگترین گروه آنتی اکسیدان‌ها هستند. میزان ترکیبات فنولی عصاره رابطه مستقیمی با فعالیت آنتی اکسیدانی آن دارد [۲٤]. این نتایج و با نتایج دلفانیان و همکاران [۲۳] و اسماعیل زاده کناری و همکاران [۱۲] مطابقت دارد. آنها اعلام نمودند که با افزایش غلظت عصاره به دلیل افزایش کمی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی عصاره، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی DPPH افزایش می‌یابد. مالکی و همکاران [۲٦] میزان مهار رادیکال آزاد DPPH غلظت ۱۰۰۰ ppm عصاره

کرفس که با روش اولتراسوند استخراج شده بود را بالاتر از TBHQ بدست آوردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

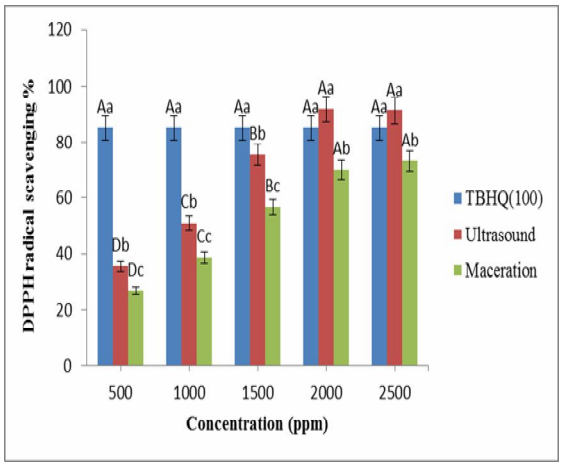

Fig 1 DPPH radical scavenging

با توجه به مقایسه فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره گیاه متکا با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ، غلظت ۲۰۰۰ ppm از عصاره متکا به دلیل عدم اختلاف معنی دار آماری با TBHQ برای انجام عمل ریزپوشانی و تزریق به روغن انتخاب شد.

۳-۲-خصوصیات کپسول

اثربخشی ترکیبات آنتی اکسیدان طبیعی وابسته به پایداری آن ها طی فرآیند می باشد. ترکیبات فنولی موجود در عصاره‌ها نسبت به اکسیژن، حرارت، نور و واکنش‌هایی که طی فرآیند اتفاق می افتد حساس هستند. ریزپوشانی تکنیک مناسبی برای محافظت و افزایش دسترسی عصاره متکا طی فرآیند و نگهداری می‌باشد. [۲۷]. یکی از فاکتورهای کلیدی موثر بر خصوصیات نانوکپسول اندازه است. نانوکپسول تهیه شده از صمغ سقز بزرگترین اندازه و نانوکپسول‌های تهیه شده از صمغ مرو کوچکترین اندازه را داشتند و هر سه نانوکپسول از نظر اندازه در محدوده نانومتری قرار داشتند (جدول ۱). جنس مواد سازنده کپسول، پیوندهای مولکولی و ساختار پلیمر بکار رفته در اندازه مواد ریزپوشانی شده موثر هستند [۲۸].

Table 2 Capsule particle size

Particle Size (nm)	Capsule
180.5±4.27[a]	Resin
83.6±3.12[c]	Marv
155.72±3.81[b]	Marv:Resin

Different letters in column indicated significant statistical difference (P<0.05).

۳-۳- اندازه گیری عدد پراکسید

عدد پراکسید نشان‌دهنده درجه اکسایش سیستم لیپیدی بر حسب میزان هیدروپراکسیدهای تولیدی است و شاخص مناسبی برای بررسی کیفیت روغن در مراحل تولید، نگهداری و فروش محصولات است [۲۹]. عدد پراکسید در تمام نمونه-های مورد بررسی با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت. بالاترین میزان عدد پراکسید مربوط به نمونه TBHQ بود. نمونه‌های روغن حاوی عصاره‌های ریزپوشانی شده عدد پراکسید کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ داشتند (شکل ۲). این نتایج با نتایج جون و همکاران [۳۰] مطابقت دارد. آن‌ها اعلام نمودند میزان عدد پراکسید در نمونه‌های حاوی عصاره چای سبز کمتر از نمونه-های فاقد عصاره است. مهدالی و همکاران [۳۱] به بررسی مقادیر عددی پراکسید روغن آفتابگردان حاوی غلظت‌های مختلف عصاره کنجد و همچنین مقایسه آن با آنتی اکسیدان سنتزی پرداختند. مطابق نتایج آنها با افزایش زمان مقادیر عددی پراکسید افزایش یافت. همچنین در تمامی موارد تیمار شاهد از مابقی تیمارها بیشتر بود. ترکیبات فنولی موجود در عصاره‌ها با خاصیت اهدا الکترون به رادیکال‌های آزاد از گسترش واکنش-های زنجیره‌ای اکسایش جلوگیری می‌نمایند. رهایش آهسته ترکیبات فنولی از نانوکپسول‌ها که طی دوره نگهداری اتفاق می‌افتد منجر به اعمال فعالیت‌های آنتی اکسیدانی عصاره میشود. این نتایج با نتایج باقری و همکاران [۳۲] در جلوگیری از اکسایش ماهی کیلکا با عصاره رازیانه ریز پوشانی شده مطابقت دارد.

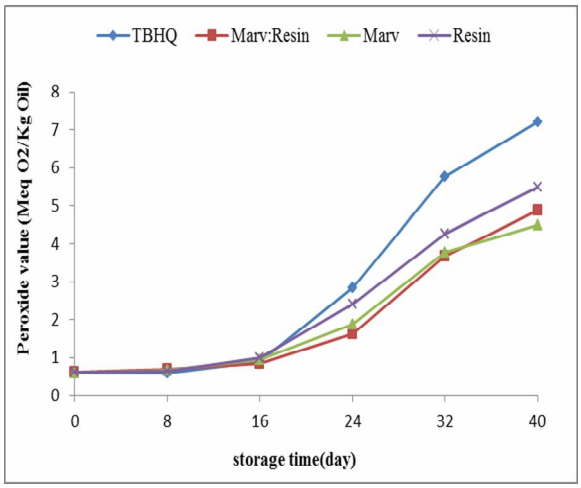

Fig 2 Change in peroxide value of samples during storage

۳-٤- اندازه گیری عدد اسید تیوباربیتوریک

عدد اسید تیوباربیتوریک مقدار مالون آلدئیدهای تولید شده را به عنوان بیشترین محصول ثانویه اکسایش اندازه‌گیری می‌نماید. روند تغییرات عدد اسید تیوباربیتوریک در تمام نمونه‌های مورد

بررسی افزایشی بود (شکل ۳) و اختلاف معنی دار آماری بین زمان‌های مختلف نگهداری مشاهده شد [۳۳]. بالاترین میزان اسید تیوباربیتوریک تولید شده مربوط به نمونه فاقد آنتی اکسیدان بود [۳٤]. دلیل این امر را میتوان به افزایش کارایی عصاره‌های نانوکپسوله شده نسبت داد که دارای فعالیت بالاتری از عصاره آزاد هستند [٦ و ۳۵].

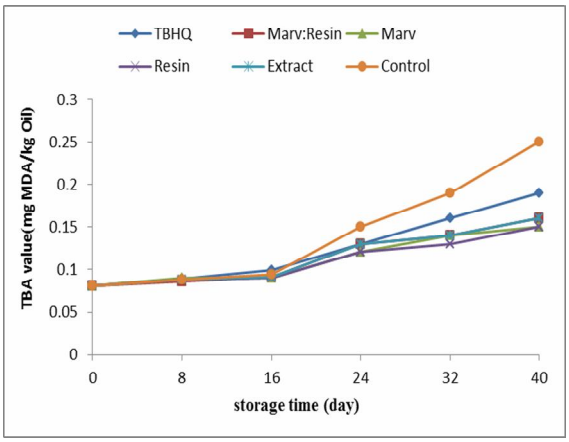

Fig 3 Change in thiobarbituric value of samples during storage

۳-۵- شاخص رنگی روغن

رنگ روغن‌ها یک شاخص مرتبط با کیفیت روغن‌ها می باشد و تغییرات رنگی مرتبط با شکل‌گیری هیدروپراکسیدها، کتون-ها، هیدروکسیدها و دی ان های مزدوج در روغن می‌باشد [۳٦]. با گذشت زمان نگهداری میزان جذب در ٤۲۰ نانومتر افزایش یافت که نشان دهنده تیره شدن رنگ روغن می‌باشد (شکل ٤). نمونه‌های روغن حاوی ترکیبات ریز پوشانی شده و TBHQ میزان جذب کمتری داشتند. تا روز ۲٤ نگهداری بالاترین شاخص رنگی مربوط به نمونه‌های حاوی عصاره آزاد بود و بعد از آن نمونه کنترل بالاترین شاخص رنگی را داشت. تقوایی و همکاران [۳۷] نشان دادند که با گذشت زمان نگهداری تغییرات رنگی و برگشت رنگ در روغن سویا اتفاق می‌افتد اما نمونه‌های حاوی ترکیبات فنولی، بصورت ریز پوشانی شده تغییرات رنگ بسیار کمی دارند که به دلیل اثرات آنتی اکسیدانی می‌باشد و با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. مقصودلو و همکاران [۳۳] نیز اعلام نمودند که با گذشت زمان فرآیند حرارتی شاخص رنگی در روغن کانولا افزایش می‌یابد.

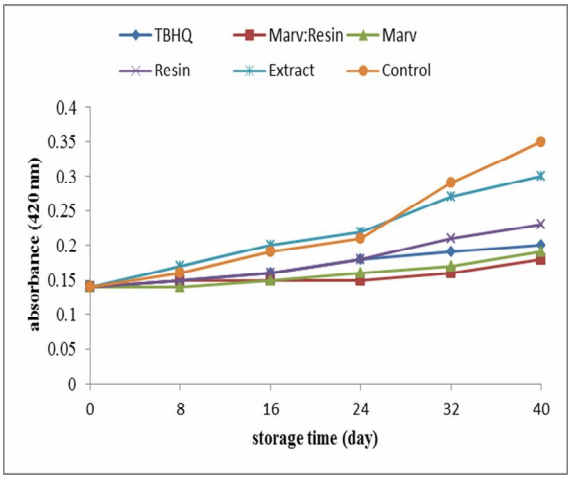

Fig 4 Change in color index of samples during storage

٤- نتیجه گیری

در این پژوهش اثرات آنتی اکسیدانی عصاره خالص متکا، عصاره ریزپوشانی شده متکا در کپسول‌های صمغ مرو، صمغ سقز و ترکیب ۱:۱ این دو صمغ و آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ بر پایداری اکسایشی روغن سویا بدون آنتی اکسیدن طی شرایط نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. اندازه ذرات نانوکپسول یک عامل مهم موثر در خصوصیات نانوکپسول است. بالاترین میزان عدد پراکسید و عدد اسید تیوباربیتوریک در نمونه‌های روغن بدون آنتی اکسیدان مشاهده شد و نمونه-های ریزپوشانی شده اکسایش کمتری داشتند که به دلیل حضور ترکیبات فنولی در عصاره متکا بود. شاخص‌های رنگی در نمونه‌های روغن حاوی عصاره ریزپوشانی شده کمتر بود و عصاره آزاد و نمونه روغن شاهد بالاترین شاخص‌های رنگی را داشتند. با توجه به اینکه گیاه متکا، صمغ مرو و سقز از ترکیبات بومی ایران به شمار میروند، میتوان از عصاره نانوریزپوشانی متکا در پوشش‌هایی از جنس صمغ مرو:صمغ سقز به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدان استفاده نمود.

۵- منابع

[1] Jung, M. N., Min, D. B. and Elma, F (2006). Effects of α-, γ-, and δ- Tocopherols on Oxidative Stability of Soybean Oil. Journal of Food Science, 55(5), 1464-1465.

[2] Sarkar, A., Golay, P. A., Acquistapace, S. and Craft, B. D. (2014). Increasing the oxidative stability of soybean oil through fortification with antioxidants. International Journal of Food Science and Technology, 1-8.

[3] Yang, M. H., Lin, H. J. and Choong, Y. M. (2002). A rapid gas chromatographic method for direct determination of BHA, BHT and TBHQ in edible oils and fats. Food Research International, 35, 627–633.
[4] Pimenov, M. G. and Leonov, M.V. (2004). The Asian umbelliferae biodiversity database (ASIUM) with particular reference to southwest asian taxa. Turkish Journal of Botanical, 28, 139-145.
[5] Iranshahi, M., Mojarab M., Sadeghian H., and Hanafi-Bojd, M.Y. (2008). Bernd Schneider Polar secondary metabolites of Ferula persica roots. Phytochemistry, 69, 473–478.
[6] Fanga, Z., and Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols – a review. Trends in Food Science and Technology, 21, 510–523.
[7] Calvo, P., Castano, A. L., Lozano, M., and Gomez, D. G. (2012). Influence of the microencapsulation on the quality parameters and shelf-life of extra-virgin olive oil encapsulated in the presence of BHT and different capsule wall components. Food Research International, 45, 256-261.
[8] Mourtzinosa, I., Papadakisb, S. E., Igoumenidisc, P. and Karathanos, V. T. (2011). Encapsulation of Melissa Officinalis leaf's active compounds in b-cyclodextrin and modified starch. Procedia Food Science, 1, 1679-1685.
[9] Koupantsis, T., Pavlidou, E. and Paraskevopoulou, A. (2016). Glycerol and tannic acid as applied in the preparation of milk proteins CMC complex coavervates for flavor encapsulation. Food Hydrocolloids, 57, 62-71.
[10] Delazar, R., Reid, G. and Sarker, S. D. (2004). GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of Pistacia atlantica var. mutica," Chemistry of Natural Compounds, 40(1), 24–27.
[11] Razavi, S. M. A., Farhoosh, R. and Bostan, A. (2007). Functional properties of hydrocolloid extract of some Iranian seeds. Research project No.1475. Unpublished report. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
[12] Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh F., and Raftani Amiri Z. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. Food science and nutrition, 2(4), 426-435.
[13] Donald, S., Prenzler, P. D., Autolovich, M., and Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food chemistry Journal, 73, 73-84.
[14] Chang, C.C., Yang, M.H., and Wen, H.M. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal Food Drug Analysis, 10, 178-82.
[15] Bostan, A., Razavi, S. M. A., and Farhoosh, R. (2010). Optimization of hydrocolloid extraction from wild sage seed (Salvia macrosiphon) using response surface. International Journal of Food Properties, 13, 1380-1392.
[16] Carneiro, H. C., Tonon, R. V., Grosso, C. R., and Hubinger, M. D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. Journal of Food Engineering, 115, 443-451.
[17] Joye, I.J., Davidov-Pardo, G., and McClements, D.J. (2015) Encapsulation of resveratrol in biopolymer particles produced using liquid antisolvent precipitation. Part 2: Stability and functionality. Food Hydrocolloids, 49, 127-134.
[18] AOCS. (1990). Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemists' Society, edited by David Firestone, Methods. 15th ed. Washington, DC.
[19] Saguy, I.S., Shani, A., Weinberg, P. and Garti, N. (1996). Utilization of jojoba oil for deep-fat frying of foods.Lebensmittel-Wissenschaft und Technology, 29, 573-577.
[20] Hussain, A.I., Chatha, S.A.S., Noor, S., Arshad, M.U., Khan, Z.A., Rathore, H.A. and Sattar, M.Z.A. (2012). Effect of extraction techniques and solvent systems on the extraction of antioxidant components from peanut (*Arachishypogaea L.)* hulls. Food Analytical Methods, 5, 890-896.
[21] Prior, R. L., Wu, Z. and Schaich, A. (2015) Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 53, 4290–4302.
[22] Tsimogiannis, D., Bimpilas, A. and Oreopoulou V. (2017). DPPH Radical Scavenging and Mixture Effects of Plant o-

Diphenols and Essential Oil Constituents. European Journal of Lipid Science and Technology, in press.
[23] Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S.M., Nabavi, S. F., Dehpour, A. A. (2011). Antioxidant activity of hydroalcholic extract of Ferula gummosa Boiss roots. European Review Medicinal Pharmacology Science, 15(6), 658-64.
[24] Liu, S.C., Lin, J.T., Wang, C.K.m Chen, H.Y. and Yang, D.J. (2009). Antioxidant properties of various solvent extracts from lychee (*Litchi chinenesis* Sonn.) flowers. Food Chemistry, 114, 577–581.
[25] Delfanian, M., Esmaeilzadeh Kenari, R. and Sahari, M.A (2015). Influence of extraction techniques on antioxidant properties and bioactive compounds of loquat fruit (Eriobotrya japonica Lindl.) skin and pulp extracts. Food Science and Nutrition, 179-188.
[26] Maleki, M., Ariaii, P., and Fallah, H. (2016). Effects of celery extracts on the oxidative stability of canola oil under thermal condition. Journal of Food Processing and Preservation, 40, 531-540.
[27] Murali, S., Kar, A., Mohapatra, D. and Kalia, P. (2015). Encapsulation of black carrot juice using spray and freeze drying. Food Science Technology International, 21, 604-612.
[28] Pushpamalar, J., Veeramachineni, A. K., Owh, C., and Loh, X. J. (2016). Biodegradable polysaccharides for controlled drug delivery. Chemistry Plus Chem, 81, 504-514.
[29] Saad, B., Wai, W.T., Lim, B.P. and Saleh, M.I. (2006). Flow injection determination of peroxide value in edible oils using triiodide detector. Analytica Chimica Acta, 565(2), 261–270.
[30] Jun, X., Deji, Sh. And Rui, Zh. (2011). Comparison of in vitro antioxidant activities and bioactive components of green tea extracts by different extraction methods. International Journal of Pharmaceutics, 408, 97–101.
[31] Mohdaly, A. A, Smetanska, I., Fawzy Ramadan, M., Sarhan, M and A, Awad, M. (2011). Antioxidant potential of sesame (Sesamum indicum) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. Industrial Crops and Products, 34, 952- 959.
[32] Bagheri, R., Izadi Amoli, R., Tabari Shahndasht, N., and Shahosseini, S. R. (2016). Comparing the effect of encapsulated and unencapsulated fennel extracts on the shelf life of minced common kilka (Clupeonella cultriventris caspia) and Pseudomonas aeruginosa inoculated in the mince. Food Science and Nutrition, 4(2), 216-222.
[33] Maghsoudlou, E., Esmaeilzadeh Kenari, R. and Raftani amiri, Z. (2016). Evaluation of antioxidant activity of fig (ficus carica) pulp and skin extract and its application in enhancing oxidative stability of canola oil. Journal of Food Processing and Preservation, 1745-4549
[34] Rafiee, Z., Jafari, S.M., Alami, M. and Khomeiri, M. (2012). Antioxidant Effect of Microwave-assisted Extracts of Olive Leaves on Sunflower Oil. Journal of Agricultural Science and Technology, 14, 1497-1509.
[35] Gortzi, O., S. Lalas, J. Tsaknis, and I. Chinou. (2006). Reevaluation of antimicrobial and antioxidant activity of *Thymus* spp. extracts before and after encapsulation in liposomes. Journal of Food Protection, 69, 2998–3005.
[36] Yaghmur, A., Aserin, A., Mizrahi, Y., Nerd, A. and Gartu, N. (2001). Evaluation of argan oil for deep fat frying. Lebensmittel-Wissenschaft and Technology, 34, 124–130.
[37] Taghvaei, M., Jafari, S. M., Mahoonak, A.S., Nikoo, A.M., Rahmanian, N., Hajitabar, J. and Meshginfar, N. (2014). The effect of natural antioxidants extracted from plant and animal resources on the oxidative stability of soybean oil. LWT-Food Science and Technology, 56, 124-130.

Comparisons of Antioxidant Activity of Metka (*Ferula persica* L) Extract in Pure Form and Nanoencapsulated on Oxidative Stability of Soybean Oil

Taghinia, P. [1], Haddad khodaparast, M. H. [2*], Ahmady, M. [3]

1. Department of Food Science and Technology, sari Branch, Islamic Azad University, sari, iran
2. Department of Food Industry, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, amol, iran

(Received: 2017/05/17 Accepted: 2017/06/19)

In this study the extract of metka was obtained using ultrasonic-assisted and maceration method and then total phenolic content (TPC) and flavonoids of these extracts were measured. Antioxidant activity of extract was evaluated by using DPPH radical scavenging method. The total phenol and flavonoids in ultrasonic assisted extract were higher than maceration and by increasing in extract concentration, antioxidant activity of extract increased. The antioxidant activity of 2000 ppm and 2500 ppm of extract and 100 ppm of TBHQ was not significant statistical difference ($p<0.05$) and extract in 2000 ppm concentration used selected to adding in oil and encapsulation. Marv gum and resin gum in 0:1, 1:1 and 1:0 ratios used as wall materials. The particle sizes of nanocapsules were varied from 83.6 to 180.5 nm. Peroxide value, thiobarbituric value and color index of soybean oil which storage at 60 °C for 40 days were measured. All three evaluated factors in all samples increased and oil samples containing encapsulated metka extract with marv:resin wall had the least oxidation. The antioxidant effects of these nanocapsules related to phenolic compounds of metka extract and these nanocapsule can be successfully replace by synthetic antioxidant.

Keywords: Nanoencapsulation, Gum, Metka, Extract, Soybean oil

*Corresponding Author E-Mail Address: khodaparast@um.ac.ir