ارزیابی فعالیت ضداکسایشی اسانس اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) در سامانه روغن خام سویا

محمد طاهانژاد[۱]، محسن برزگر[۲]*، محمدعلی سحری[۳]، حسنعلی نقدی‌بادی[٤]

۱- دانش‌آموخته 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
٤- دانشیار پژوهش، گروه پژوهشی کشت و توسعه، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج
*آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی
صندوق‌پستی: ۳۳٦ - ۱٤۱۱۵، تلفن: ٤۸۲۹۲۳۲۳ (۰۲۱)، نمابر: ٤۸۲۹۲۲۰۰ (۰۲۱)
پست الکترونیک: mbb@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۸ **تاریخ تصویب:** ۹۰/٤/۱۵

چکیده

مقدمه: امروزه بررسی امکان جایگزینی بسیاری از افزودنی‌های شیمیایی همچون ضداکسایندەهای سنتزی با ترکیبات مؤثرەی گیاهان دارویی مورد توجه محققین قرار گرفته است.

هدف: تعیین اجزای اصلی اسانس اسطوخودوس، ارزیابی فعالیت ضداکسایشی و قدرت ضدرادیکالی این اسانس با آزمون‌های DPPH°، $ABTS^{\circ+}$ و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و نهایتاً، تعیین اثر ضداکسایشی آن در روغن خام سویا از اهداف این تحقیق است.

روش بررسی: اجزای اسانس با GC/MS شناسایی شدند. فعالیت ضدرادیکالی اسانس مذکور با استفاده از روش‌های مختلف بررسی و در ادامه فعالیت ضداکسایشی اسانس در روغن خام سویا به روش آزمون آون مطالعه شد.

نتایج: ٦ ترکیب عمده اسانس، لینالول (۲۷/۸۹ درصد)، کامفور (۱۰/۸۲ درصد)، ۱ و ۸ سینئول (۹/۰۵ درصد)، لینالول‌استات (۸/۸٦ درصد)، بورنئول (۷/۲۹ درصد) و آلفا ترپینئول (۵/۰٤ درصد) بود. EC_{50} اسانس اسطوخودوس ۱/۵۸ ± ۳۵/۵٤ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر محاسبه شد. در آزمون $ABTS^{\circ+}$، بیشترین فعالیت ضداکسایشی مربوط به غلظت ٤۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اسانس بود. در آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن، بیشترین فعالیت ضداکسایشی اسانس اسطوخودوس مربوط به غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر آن بود که ٥٤/٤ درصد بازدارندگی از خود نشان داد. در آزمون آون، اسانس توانایی جلوگیری از تولید محصولات اولیه و ثانویه‌ی اکسیداسیون، در روغن سویای خام را در سطح غلظتی ۰/۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر که تقریباً معادل با ضداکسایندەی شیمیایی BHA در سطح غلظتی ۰/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر است، داشت.

نتیجه‌گیری: اسانس اسطوخودوس دارای فعالیت ضدرادیکالی می‌باشد و با انجام آزمایش‌های تکمیلی می‌توان از آن به عنوان ضداکسایندە طبیعی در مواد غذایی، به ویژه حاوی روغن‌های خوراکی، استفاده نمود.

گل‌واژگان: اسطوخودوس، فعالیت ضدرادیکالی، فعالیت ضداکسایشی، بی‌رنگ شدن بتاکاروتن، روغن سویا

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

مقدمه

رادیکال‌های آزاد، اتم‌ها یا مولکول‌های با الکترون جفت‌نشده هستند که قادرند به مولکول‌های سامانه‌های زیستی بدن آسیب وارد کرده [۱] و باعث بروز بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان، پیری زودرس و تصلب شرائین شوند [۳،۲]. این ترکیبات مضر در اثر ارتباط سلول‌های بدن انسان و سایر موجودات زنده با عوامل اکسیدکننده موجود در هوا، آب و غذا و نیز بر اثر فعالیت‌های متابولیکی صورت گرفته در درون سلول به وجود می‌آیند. به ویژه بخش مهمی از این ترکیبات در اثر اکسیداسیون مواد غذایی به خصوص چربی‌ها، تولید می‌شوند که این امر 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 [٤].

اثر زیان‌بخش رادیکال‌های آزاد را می‌توان توسط مواد آنتی‌اکسیدان 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 رادیکال‌های آزاد خواهند شد [٥]. هرچند امروزه در صنعت استفاده از ضداکسایندهای سنتزی متعددی از جمله بوتیلات هیدروکسی تولوئن (Butylated hydroxyl toluene)، بوتیلات هیدروکسی آنیزول (Butylated hydroxyl anisole) و ترت بوتیل هیدروکینون (Tert-butyl hydroquinone) متداول است اما به‌دلیل اثرات نامطلوب تغذیه‌ای و سرطان‌زا بودن این ترکیبات و نیز تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از ترکیبات طبیعی، استفاده از ضداکسایندهای طبیعی مورد توجه محققین قرار گرفته است [٦،٧،٨]. اگر چه از دیرباز به منظور پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، استفاده از گیاهان دارویی به‌طور سنتی در جوامع مختلف معمول بوده است ولی در سال‌های اخیر مطالعه‌های گسترده‌ای در جهت بررسی خواص ضداکسایشی این گیاهان صورت گرفته است [۹]. امروزه به عنوان یکی از بهترین منابع ضداکسایشی طبیعی از ترکیبات فنولی موجود در گیاهان نام می‌برند. این ترکیبات به طور گسترده در گیاهان وجود داشته و علاوه بر افزایش کیفیت غذایی، از عوامل ایجاد رنگ، طعم و مزه در بسیاری از گیاهان می‌باشند [۱۱،۱۰]. به‌طورکلی امروزه توجه زیادی به خاصیت ضداکسایشی اسانس‌ها و نیز عصاره‌های گیاهی معطوف شده است که همین راستا در تحقیق حاضر به ارزیابی خاصیت ضداکسایشی مواد مؤثره اسانس گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) می‌پردازد.

اسطوخودوس گیاهی از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که حداقل دارای یک درصد اسانس (حجم / وزن) می‌باشد. این گیاه در بیشتر نقاط دنیا به حالت خودرو می‌روید و امروزه در برخی از کشورها نیز به طور گسترده کشت می‌شود. اسانس این گیاه که از تقطیر گل و سرشاخه‌های گل‌دار آن به‌دست می‌آید، مایعی است بی‌رنگ یا زرد کم‌رنگ یا زرد مایل به سبز و دارای بوی معطر مشخص با طعمی نسبتاً تلخ و تند است. در طب سنتی، این گیاه به‌صورت خوراکی در درمان سردرد، میگرن، دردهای معده ناشی از ناراحتی‌های عصبی و حالات هیجانی و به صورت موضعی در درمان دردهای رماتیسمی کاربرد داشته و در فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی به‌عنوان معطرکننده استفاده می‌شود [۱۲،۱۳]. اثر ضداکسایشی اسانس این گیاه در برخی منابع علمی گزارش شده است [۱۵،۱٤]. خصوصیات درمانی و آرومایی اسطوخودوس را عمدتاً به منوترپن‌های آن نسبت می‌دهند. منوترپن‌ها دسته‌ای از ترکیبات آلی فرار هستند که بخش عمده اسانس اسطوخودوس را تشکیل داده و ویژگی‌های آرومایی آن را ایجاد می‌کنند [١٦]. معمولاً در بین ترکیب‌های اسانس اسطوخودوس حدود ٥٠ - ٤٠ درصد منوترپن‌های مختلف قابل شناسایی است که از میان آنها لینالول، لینالول‌استات، ۱ و ۸ سین‌اُل، بتا اُسیمن، ترپینن-٤- اُل و کامفور، میزان بالاتری دارند [۱۷،۱۸]. نسبت موجود میان اجزای منوترپنی تشکیل‌دهنده این اسانس، کیفیت آن را تعیین می‌کند. به طور مثال اسانس‌های با کیفیت بالا در عطرسازی،

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

عموماً دارای درصد بالایی از لینالول و لینالول‌استات هستند، در حالی که افزایش درصد کامفور، اثر منفی بر خصوصیات آرومایی این اسانس دارد. بهترین اسانس‌ها از اسطوخودوس با نسبت لینالول به کامفور بالا استخراج می‌شود [۱۹].

در این تحقیق نیز در نظر است فعالیت ضدرادیکالی و کاربرد آن در صنایع غذایی به عنوان ضداکسایندهی طبیعی (در روغن خام سویا) مورد ارزیابی قرار گیرد. به منظور بررسی فعالیت ضدرادیکالی این اسانس در دمای اتاق، روش‌های مختلفی وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به آزمون تیوسیانات آمونیوم [۲۰]، آزمون فسفومولیبدنوم [۲۱]، آزمون رادیکال DPPH [۲۲]، آزمون رادیکال کاتیون ABTS [۲۳] و آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن [۲٤] اشاره کرد. از آنجا که نتایج حاصل از این روش‌ها معمولاً مکمل یکدیگر می‌باشند، در این تحقیق نیز از سه روش آزمون رادیکال DPPH، آزمون رادیکال کاتیون ABTS و آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن استفاده شده است و جهت بررسی کاربرد آن در سامانه روغن خام سویا نیز از آزمون آون کمک گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

اسانس گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) از شرکت گیاه اسانس گرگان تهیه شد و ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی آن با دستگاه GC/MS موجود در پژوهشکده گیاهان دارویی ایران تعیین شد.

مواد شیمیایی

اتانول، کلروفرم، ایزواکتان، واکنش‌گر فولین- سیوکالتو، تتراکلرید کربن، سدیم تیوسولفات، پتاسیم یدید، نشاسته، استیک اسید بی‌آب، نشاسته، تیوباربیتوریک اسید (TBA) از شرکت مرک آلمان، رادیکال DPPH، بتاکاروتن، لینولئیک اسید، بوتیلات هیدروکسی‌تولوئن (BHT) و بوتیلات هیدروکسی‌آنیزول (BHA) از شرکت سیگمای آمریکا و رادیکال ABTS از شرکت فلوکا آلمان تهیه شدند.

تجزیه اسانس اسطوخودوس توسط GC/MS

دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شده از نوع HP 6890 (آمریکا) مجهز به ستونی با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه‌ی دمایی نیز بدین ترتیب بود: دمای ابتدایی آون ٤۰ درجه سانتی‌گراد، توقف در این دما ۵ دقیقه، افزایش دما تا ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد با شیب دمایی $3^{\circ}C\ min^{-1}$، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد با شیب دمایی $15\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ و توقف در این دما به مدت ۳ دقیقه. دمای محل تزریق و آشکارساز، ۲۹۰°C درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیوم با سرعت جریان ml/min ۰/۸ به عنوان گاز حامل و از شیوه‌ی شکافته با نسبت ۱:۱۰ استفاده شد. دستگاه گاز کروماتوگراف با مشخصات بالا با ستونی به ابعاد (۳۰ متر در ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر) و از نوع HP-5، به طیف‌سنج جرمی HP مدل N ۵۹۷۳ متصل شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون، مانند کروماتوگرافی گازی بود. ولتاژ یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی، ۷۰ الکترون ولت بود. درصد ترکیبات با استفاده از مساحت پیک حاصل از آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (Flame ionization detector) محاسبه شد. شناسایی پیک‌ها به کمک شاخص بازداری و مقایسه‌ی آنها با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده [۲۵] و نیز با استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه رایانه‌ی GC/MS انجام شد.

سنجش قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH

در این بررسی فعالیت ضدرادیکالی اسانس مورد مطالعه، با استفاده از رادیکال‌های پایدار DPPH مطابق با روش برند - ویلیامز و همکاران انجام گرفت [۲٦]. به این ترتیب که ۰/۵ میلی‌لیتر از اسانس مورد آزمون را در غلظت‌های مختلف به ۲

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

میلی‌لیتر از محلول متانولی $^{-5}$۱۰× ٦ مولار رادیکال آزاد DPPH افزوده، ٦۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری کرده و سپس جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. همچنین از یک نمونه حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر متانول به همراه ۲ میلی‌لیتر محلول°DPPH، به عنوان نمونه کنترل استفاده شد و حلال متانول برای صفر کردن دستگاه طیف نورسنج مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در سه تکرار انجام شد و میزان فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال (Radical scavenging activity) با استفاده از فرمول زیر تعیین شد:

$$\% RSA = [1 - ((A_{control} - A_{sample}) / A_{control}) \times 100]$$

در این رابطه:

A_{sample} = میزان جذب نمونه؛ $A_{control}$ = میزان جذب شاهد؛ RSA = فعالیت گیرندگی رادیکال است.

آزمون رادیکال کاتیون ABTS

در این بررسی برای تهیه رادیکال پایدار ABTS، ابتدا یک محلول ۷ مولار ABTS در آب مقطر تهیه شد و سپس این محلول توسط پتاسیم پرسولفات، اکسید شده و محلول به دست آمده به مدت ١٦ – ١٢ ساعت در تاریکی قرار گرفت [۲۷]. 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 ضداکسایندە به آنها اضافه شد و بعد از گذشت ۱۵ دقیقه جذب آنها در طول موج ٧٣٤ 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 خوانده شد. سپس درصد بازدارندگی نمونه موردنظر از طریق فرمول زیر محاسبه و در نهایت به صورت ظرفیت ضداکسایشی معادل آسکوربیک اسید گزارش شد [۲۸].

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

$A_{b(15)}$ = میزان جذب شاهد بعد از ۱۵ دقیقه؛ $A_{s(15)}$ = میزان جذب نمونه بعد از ۱۵ دقیقه؛ I٪ = درصد بازدارندگی

تعیین فعالیت ضداکسایشی با آزمون بی‌رنگ شدن بتا کاروتن

در این بررسی، آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن، به روش Zhang و همکاران (۲۰۰٦)، با کمی تغییر انجام گرفت [٢٤] به این ترتیب که ۵ میلی‌گرم بتاکاروتن در ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم حل شد و ٦۰۰ میکرولیتر از محلول تهیه شده به بالن ته‌گردی که حاوی ٤۰ میلی‌گرم لینولئیک اسید و ٤۰۰ میلی‌گرم توئین ٤۰ بود اضافه شد. سپس کلروفرم محلول توسط دستگاه تقطیرکننده چرخان خارج شده و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اشباع از اکسیژن به بالن افزوده شد. پس از آن بالن برای تشکیل امولسیون به شدت هم زده شد و ۵ میلی‌لیتر از امولسیون تهیه شده به لوله‌های آزمایش که حاوی ۲۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف اسانس و استاندارد BHA بود، اضافه شد و بلافاصله در زمان صفر جذب نمونه‌ها در طول موج ٤۷۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت درب لوله‌های آزمایش بسته شد و پس از قرار گرفتن این نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای محیط، جذب آنها در طول موج ٤۷۰ نانومتر خوانده شد و فعالیت ضداکسایشی 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 ٢٤ ساعت؛ $A_{s(0)}$ = میزان جذب نمونه در زمان شروع؛ $A_{c(24)}$ = میزان جذب شاهد بعد از ٢٤ ساعت؛ $A_{c(0)}$ = میزان جذب شاهد در زمان شروع و I٪ = درصد بازدارندگی می‌باشد.

بررسی فعالیت ضداکسایشی اسانس مورد آزمون در روغن خام سویا

اسانس اسطوخودوس در پنج تیمار (در سطح‌های ۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ ppm) و ضداکسایندە‌های شیمیایی BHA و BHT، هر یک در دو تیمار (در سطح‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm) به روغن سویای بدون ضداکسایندە در شیشه‌های

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

مخصوص اضافه شد و درب شیشه‌ها بسته شد. سپس نمونه‌ها به همراه شاهد (روغن سویا خام)، به مدت ۲۰ روز در دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و در روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵و ۲۰ عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و مقدار دی‌ان‌های مزدوج تولید شده در آنها اندازه‌گیری شد.

روش تعیین عدد پراکسید روغن

پنج گرم روغن در ارلنی ۳۰۰ میلی‌لیتری وزن شده و ۳۰ میلی‌لیتر محلول استیک اسید – کلروفرم به آن اضافه شد و به هم زده شد تا روغن کاملاً حل شود. نیم میلی‌لیتر محلول پتاسیم یدید اشباع اضافه شده و پس از یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و با سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال تا از بین رفتن رنگ زرد تیتر شد. سپس نیم میلی‌لیتر شناساگر نشاسته اضافه شد و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه یافت. همراه با نمونه، تیتراسیون شاهد (در مورد نمونه شاهد تمام محلول ها به جز روغن به ارلن اضافه شد) نیز ضروری است [۲۹].

روش تعیین عدد اسید تیوباربیتوریک

یک گرم روغن در ۱۰ میلی‌لیتر تتراکلریدکربن حل شده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر محلول اسید تیوباربیتوریک اضافه شد، سپس به مدت ۵ دقیقه در سانتریفوژ با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد، سپس قسمت آبکی آن جدا شد و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت و پس از آن میزان جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد.

اندیس اسید تیوباربیتوریک براساس رابطه زیر محاسبه شد [۲۹]:

$$E_{1cm}^{1g} = \frac{e}{d.a}$$

e: جذب نوری اندازه‌گیری شده؛ d: ضخامت سل نوری؛ a: وزن نمونه بر حسب گرم.

تعیین مقدار دی‌ان‌های مزدوج

ابتدا ۰/۰۱ – ۰/۰۳ گرم از هرکدام از نمونه‌های روغنی تهیه شده درون بالن‌های حجمی ۲۵ میلی‌لیتری توزین شد و سپس توسط ایزواکتان به حجم رسانده شد بعد از آن جهت حل‌شدن بهتر روغن در حلال (ایزواکتان)، بالن حجمی به شدت هم‌زده شد. سپس هر نمونه در سلول کوارتزی ریخته و در دستگاه طیف نورسنج قرارداده شد و جذب آن در طول موج ۲۳۳ نانومتر خوانده شد و درنهایت میزان دی‌ان‌های مزودج موجود در نمونه از طریق فرمول زیر به دست آمد:

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

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 مورداستفاده قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) انجام شد. تمامی نتایج به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده است.

نتایج

بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس اسطوخودوس

با شناسایی پیک‌های به دست آمده توسط دستگاه کروماتوگرافی به کمک شاخص بازداری و مقایسه‌ی آنها با مقادیری که در منابع مختلف منتشر شده [۲۵] و نیز با استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه رایانه‌ی GC/MS، ٤٧ ترکیب در مجموع ۹۹/۹۹ درصد در اسانس اسطوخودوس شناسایی شد که ترکیبات عمده آن با مقادیر بیش از ۱ درصد در جدول شماره ۱ آورده شده است. شش ترکیب اصلی این اسانس عبارت از لینالول (۲۷/۸۹ درصد)، کامفور (۱۰/۸۲ درصد)،

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

۱و۸ سینؤل (۹/۰۵ درصد)، لینالول‌استات (۸/۸٦ درصد)، بورنؤل (۷/۲۹ درصد) و آلفا ترپینؤل (۵/۰٤ درصد) می‌باشند.

قدرت مهارکنندگی رادیکال DPPH

در این آزمون رادیکال‌های DPPH با ضداکسایندهها یا دیگر گونه‌های رادیکالی واکنش داده و به شکل کاهش یافته درمی‌آید و رنگ آن از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل شده و در نتیجه جذب در طول موج ۵۱۷ – ۵۱۵ کاهش می‌یابد. لذا هرچه میزان جذب، که بیانگر مقدار DPPH° باقیمانده است بیشتر باشد، بیانگر کمتر بودن فعالیت ضداکسایندهها در حذف رادیکال‌های آزاد است. شکل شماره ۱ قدرت اسانس اسطوخودوس را در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH نشان می‌دهد. همان‌طور که از نمودار مشخص است با افزایش غلظت اسانس، اثر ضدرادیکالی آن افزایش می‌یابد. فاکتور EC_{50} نسبت معکوسی با فعالیت ضداکسایشی اسانس‌ها دارد [۳۰]. در مطالعه حاضر شاخص EC_{50} برای اسانس اسطوخودوس ۱/۵۸ ± ۳۵/۵٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد.

بررسی خاصیت آنتی‌رادیکالی با آزمون ABTS

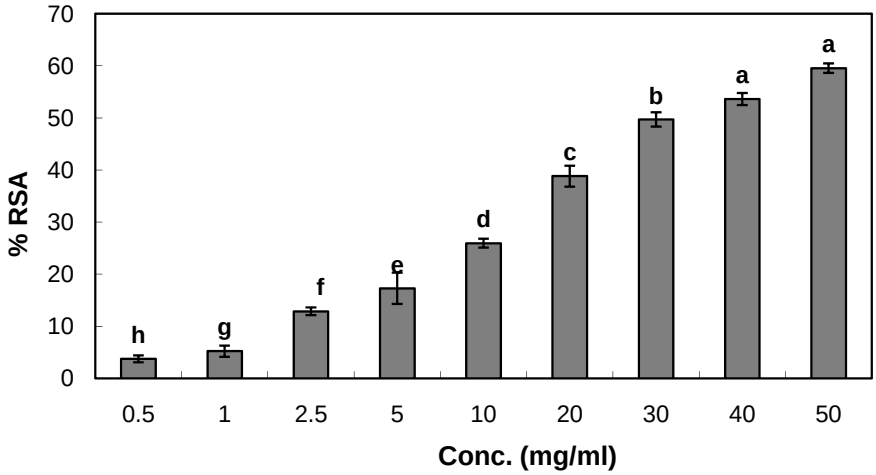
در این آزمون، رادیکال کاتیون‌های ABTS با ضداکسایندهها یا دیگر گونه‌های رادیکالی که دهنده‌ی هیدروژن می‌باشند، واکنش داده و به شکل کاهش یافته درمی‌آید در نتیجه از طریق تعیین میزان این کاهش جذب در طول موج ۷۳٤ نانومتر، می‌توان به درصد بازدارندگی آنتی‌اکسیدان موردنظر پی برد به این شکل که ابتدا درصد بازدارندگی نمونه موردنظر از طریق فرمول ذکر شده در قبل، به دست آمده و در نهایت به صورت ظرفیت ضداکسایشی معادل با آسکوربیک اسید گزارش گردید [۲۸]. با توجه به

جدول شماره ۱- ترکیبات عمده (بیش از ۱ درصد) تشکیل‌دهنده اسانس اسطوخودوس (تعیین شده با روش GC/MS)

شماره	نوع ترکیب	شاخص بازداری	درصد
۱	1,8-cineole	۱۰۲۹	۹/۰۵
۲	linalool oxide cis	۱۰۷۱	۳/۱۲
۳	linalool oxide trans	۱۰۸٦	۲/۱۱
٤	linalool	۱۱۰۵	۲۷/۸۹
۵	maltol	۱۱۰۸	۳/٤٦
٦	borneol	۱۱٦٦	۷/۲۹
۷	camphor	۱۱٤۳	۱۰/۸۲
۸	granyl acetate	۱۳۸۳	۲/٤۱
۹	α-terpineol	۱۱۹۱	۵/۰٤
۱۰	hexyl Butyrate	۱۱۹۲	۱/۸۳
۱۱	linalool acetate	۱۲۵۱	۸/۸٦
۱۲	lavandulyl acetate	۱۲۹۰	۱/۷۹
۱۳	α-bisabolo	۱٦۸۵	۱/۵٦
۱٤	α-terpinyl acetate	۱۳٦٤	۱/۲۰
۱۵	caryophyllene oxide	۱۵۸۲	۱/۳٦
جمع			۸۷/۷۹

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]



شکل شماره ۱- رابطه‌ی میان فعالیت حذف رادیکال آزاد DPPH با غلظت اسانس اسطوخودوس. نتایج میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است. (فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال = RSA)

نتایج ثبت شده در جدول شماره ۲، مشخص شد در محدوده‌ی غلظتی ۱۰ تا ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، رابطه‌ای مستقیم و خطی بین غلظت اسانس اسطوخودوس و قدرت آن در مهار رادیکال‌های ABTS وجود ندارد زیرا در ابتدا با افزایش غلظت اسانس تا ٤٠ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، قدرت ضدرادیکالی اسانس مذکور افزایش یافت ولی در ادامه با رسیدن غلظت آن به ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، کاهش شدید در قدرت ضدرادیکالی این اسانس مشاهده شد که این پدیده را می‌توان ناشی از خاصیت پراکسیدانی این اسانس دانست چرا که برخی از مواد حاوی ترکیب‌های فنولی در غلظت‌های بالا، خاصیت پراکسیدانی نشان می‌دهند [۳۱].

آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن

از آنجاکه ضداکسایندهها، رادیکال‌های حاصل از اکسیداسیون اسید لینولئیک را مهار می‌کنند، از برهم‌کنش بین این رادیکال‌ها و بتاکاروتن جلوگیری کرده و در نتیجه از کاهش رنگ بتاکاروتن در اثر این واکنش، می‌کاهند. بنابراین بین قدرت ضداکسایشی مواد شرکت کننده در این آزمون و میزان جلوگیری از کاهش رنگ بتاکاروتن، رابطه مستقیمی وجود دارد. در مطالعه حاضر از اسانس اسطوخودوس در محدوده غلظتی ۰/۰۵ تا ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (هشت تیمار) تهیه شده و میزان فعالیت ضداکسایشی آن با دو سطح غلظتی ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از ضداکساینده سنتزی BHA (به عنوان کنترل مثبت)، مقایسه شد. با توجه به شکل شماره ۲ می‌توان دریافت که در این محدوده غلظتی، ارتباط مستقیمی میان غلظت اسانس اسطوخودوس با میزان فعالیت ضداکسایشی آن وجود داشته و با افزایش غلظت، فعالیت ضداکسایشی نیز افزایش یافته است. همان‌طور که در شکل نیز مشخص است در این آزمون، فعالیت رادیکال‌زدایی BHA در هر دو سطح غلظتی ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر (به ترتیب ٧٤/٠ و ٧٨/٠ درصد)، در مقایسه با نمونه‌های تهیه شده از اسانس مورد آزمون، بیشتر بود و بعد از آن، بیشترین فعالیت ضداکسایشی مربوط به غلظت ۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اسانس اسطوخودوس (٥٦/٤ درصد) بود. البته کمترین میزان فعالیت را هم سطح غلظتی ۰/۰۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از اسانس (۱۱/۸ درصد) نشان داد.

فعالیت ضداکسایشی اسانس اسطوخودوس در روغن خام سویا

برای بررسی راحت‌تر فعالیت ضداکسایشی اسانس در روغن خام سویا، تنها نتایج روز بیستم با یکدیگر مقایسه شده

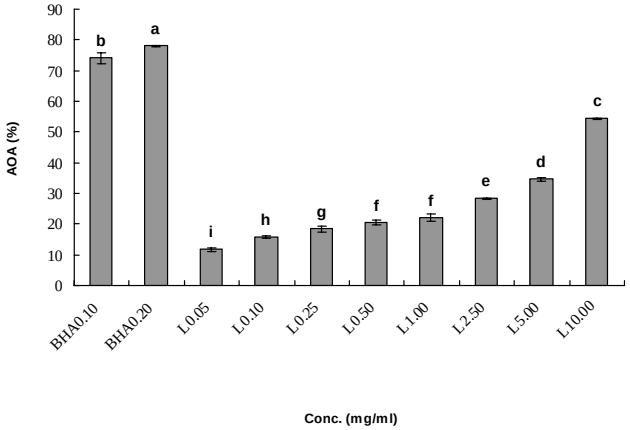
[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

است. در روز بیستم، با توجه به نتایج مندرج در جدول شماره ۳ و بررسی و کنترل تغییرات عدد پراکسید، اختلاف معنی‌دار میان هر یک از سطوح غلظتی اسانس و دو ضداکسایندهٔ شیمیایی BHA و BHT و نمونه‌ی شاهد، مشاهده شد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، عدد پراکسید روغن وابسته به غلظت تیمارها است ولی یک رابطه خطی بین غلظت تیمارها و عدد پراکسید روغن دیده نشد و می‌توان گفت که اسانس اسطوخودوس در تمام سطوح غلظتی مورد استفاده در این آزمون دارای خاصیت ضداکسایشی بوده و سطوح غلظتی ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰، ٤۰۰ و ppm ٦۰۰ آن به ترتیب دارای بیشترین اثرات ضداکسایشی بودند به‌طوری‌که قدرت ضداکسایشی این اسانس در سطح ppm ۲۰۰ معادل با ضداکسایندهٔ سنتزی BHA در هر دو سطح غلظتی آن بود همچنین غلظت ppm ۱۰۰۰ این اسانس نیز معادل با ضداکسایندهٔ سنتزی BHA در سطح غلظتی ppm ۲۰۰ و همچنین ضداکسایندهٔ سنتزی BHT در هر دو سطح غلظتی آن عمل کرد. سایر سطوح غلظتی این اسانس نیز همگی فعالیت ضداکسایشی معادل با ضداکسایندهٔ سنتزی BHT در هر دو سطح غلظتی از خود نشان دادند (در سطح ۰/۱ درصد اختلاف معنی‌دار دیده نشد).

جدول شماره ۲- درصد بازدارندگی و ظرفیت ضداکسایشی معادل آسکوربیک اسید غلظت‌های مختلف اسانس اسطوخودوس

غلظت (mg/ml)	درصد بازدارندگی	ظرفیت ضداکسایشی معادل آسکوربیک اسید (mg/ml)
۱۰	۳۳/٥٤ ± ۲/۲۳	۰/۰٥ ± ۰/۰۱ ^{d}
۲۰	٥۰/۳۲ ± ٤/٥۷	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ ^{c}
۳۰	٥۹/۹۸ ± ۰/۳٥	۰/۱۲ ± ۰/۰۰ ^{b}
٤۰	٦٦/۰٥ ± ۰/۷٦	۰/۱۳ ± ۰/۰۰ ^{a}
٥۰	۲٤/۲۸ ± ۲/۰۱	۰/۰۳ ± ۰/۰۰ ^{e}

*داده‌ها میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف مشابه در یک ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار است.



شکل شماره ۲- مقایسه‌ی فعالیت ضداکسایشی اسانس اسطوخودوس با ضداکسایندهٔ سنتزی BHA توسط آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن. نتایج میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است.

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین عددهای پراکسید (meq O_2/kg)، TBA (meq MDA/kg oil) و دی‌ان مزدوج (µmol CD/g oil) تیمارها در روز بیستم*

تیمارها	نتایج		
	عدد پراکسید	عدد TBA	دی ان مزدوج
Control	۲۹/۹۳ ± ۲/۰۸ a	۰/۷۹ ± ۰/۲۰ b	۸/۰٤ ± ۰/۳۸ a
L200	۲٤/۳۷ ±۳/٦۱ bcd	۰/۷۸ ± ۰/۰٦ b	٦/۰۸ ± ۰/۰۳ de
L400	۲۵/٦۷ ± ۰/٤۰ bc	۰/۸۰ ± ۰/۰۳ b	٦/۲۱ ± ۰/۱۳ de
L600	۲۷/٦۷ ± ۲/۵۰ ab	۰/۹۳ ± ۰/۰٦ a	٦/٦٦ ± ۰/۲۵ bc
L800	۱۹/۱۷ ± ۲/٦۳ f	۰/٦۰ ± ۰/۰۵ cd	٦/۱۷ ± ۰/۲٦ de
L1000	۲۳/٤۰ ±۱/٤۸ cde	۰/۷٤ ± ۰/۰۳ b	٦/٤۱ ± ۰/۳۱ cd
BHA100	۱۸/۵۷ ± ۱/۲۹ f	۰/٦٦ ± ۰/۰۱ bcd	۵/۹۹ ± ۰/۱٤ de
BHA200	۲۰/٦۷ ± ۱/۲۲ ef	۰/۷۹ ± ۰/۰٤ b	٦/۲۱ ± ۰/۲٦ de
BHT100	۲٤/۳۳ ±۱/٤۰ bcd	۰/۷۲ ± ۰/۰۱ bc	٦/۸٦ ± ۰/۱۹ b
BHT200	۲٤/۰۳ ±۰/٦۱ bcd	۰/۷۰ ± ۰/۰٤ bcd	٦/۳۰ ± ۰/۲۸ cde

* حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار تیمارها در سطح ۰/۱ درصد است. داده‌ها میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است.

به طور کلی بررسی نتایج به دست آمده از آزمون پراکسید در روز بیستم نشان داد که بیشترین خاصیت ضداکسایشی در بین غلظت‌های مختلف اسانس مورد استفاده مربوط به غلظت ppm ۸۰۰ اسانس اسطوخودوس بوده به طوری که اسانس در این سطح غلظتی، معادل با ضداکساینده سنتزی BHA در هر دو سطح غلظتی آن و برتر از سطوح غلظتی مورد استفاده از ضداکساینده سنتزی BHT عمل کرده است. همچنین با توجه به آزمون انجام گرفته می‌توان دریافت که اثرات ضداکسایشی BHA در هر دو سطح غلظتی ۱۰۰ و ppm ۲۰۰، در جلوگیری از تشکیل پراکسید بیشتر از BHT در این دو سطح می‌باشد.

عدد پراکسید به تنهایی مشخص‌کننده‌ی اکسیداسیون روغن نمی‌باشد زیرا این عدد شاخصی از وجود محصولات اولیه اکسیداسیون است و تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون را مشخص نمی‌کند. لذا وجود آزمونی نظیر تعیین عدد TBA (مقدار مالون‌آلدهید موجود در یک کیلوگرم روغن) که شاخصی از میزان توسعه اکسیداسیون و تولید محصولات ثانویه این واکنش می‌باشد، ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در تحقیق حاضر این آزمون نیز انجام گرفت. در ستون دوم جدول شماره ۳ مقایسه‌ی میانگین عدد تیوباربیتوریک اسید (بر حسب میلی اکی‌والان مالون آلدئید در کیلوگرم روغن) حاصل از تیمارهای مختلف را در روز ۲۰ نشان می‌دهد. با توجه به نتایج مندرج در جدول شماره ۳، اختلاف معنی‌دار میان غلظت‌های مختلف اسانس با هم و نیز بین سطوح غلظتی اسانس و دو ضداکساینده شیمیایی BHA و BHT و نمونه‌ی شاهد مشاهده می‌شود. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، 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 اسانس مورد ارزیابی با میزان عدد TBA مشاهده نمی‌شود. در مورد نتایج عدد TBA به دست آمده از ارزیابی اثر ضداکسایشی اسانس اسطوخودوس نیز همچون آزمون عدد پراکسید، باز هم بیشترین فعالیت ضداکسایشی مربوط به غلظت ppm ۸۰۰ بود که فعالیت ضداکسایشی آن معادل با فعالیت ضداکسایشی ضداکساینده سنتزی BHA در سطح غلظتی ppm ۱۰۰ و همچنین معادل با ضداکساینده سنتزی BHT در هر دو سطح

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

غلظتی آن بود. ولی غلظت‌های ۲۰۰، ٤۰۰ و ppm ۱۰۰۰ این اسانس فاقد قدرت ضداکسایشی بودند و میزان عدد TBA آنها در سطح ۰/۱ درصد، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت. همچنین غلظت ppm ٦۰۰ اسانس اسطوخودوس در این آزمون از خود خاصیت پراکسیدانی نشان داد. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمون می‌توان گفت در بین همه تیمارها، تنها غلظت ppm ۸۰۰ آن دارای خاصیت ضداکسایشی بوده و همچنین تنها غلظت این اسانس که اثر پراکسیدانی از خود نشان داد، ppm ٦۰۰ بود و سایر سطوح غلظتی آن فاقد اثر ضداکسایشی یا پراکسیدانی بودند.

یکی دیگر از روش‌هایی که جهت بررسی مراحل اولیه اکسیداسیون می‌توان از آن استفاده کرد، تعیین میزان دی‌ان‌های مزدوج تولید شده است که افزایش در میزان تولید این محصولات شاخصی از پیشرفت مراحل اولیه اکسیداسیون می‌باشد. همچنین از آنجاکه این آزمون نیز همانند آزمون تعیین عدد پراکسید، عمدتاً محصولات تولیدی در مراحل اولیه اکسیداسیون را مورد ارزیابی قرار می‌دهد لذا وجود این دو آزمون در کنار هم می‌تواند یک نقش مکمل داشته باشد. لذا در تحقیق حاضر از این آزمون نیز استفاده شد. ستون سوم جدول ۳ مقایسه‌ی میانگین میزان دی‌ان‌های مزدوج تولیدی حاصل از تیمارهای مختلف را در روز ۲۰ نشان می‌دهد.

همان‌طورکه از جدول شماره ۳ مشخص است اختلاف معنادار میان غلظت‌های مختلف اسانس با هم و نیز بین سطوح غلظتی متفاوت اسانس و ضداکسایندهٔ شیمیایی BHA و BHT و نمونه‌ی شاهد مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، میان میزان دی‌انِ‌های مزدوج تولیدی در حضور غلظت‌های مختلف اسانس و ضداکسایندهای سنتزی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین در بین غلظت‌های مختلف اسانس اسطوخودوس، به ترتیب غلظت‌های ۲۰۰، ۸۰۰، ٤۰۰ و ۱۰۰۰ بیشترین میزان فعالیت ضداکسایشی را به خود اختصاص داده‌اند و بازهم در اینجا همچون دو آزمون گذشته کمترین فعالیت ضداکسایشی در بین سطوح مختلف غلظتی این اسانس، مربوط به غلظت ppm ٦۰۰ بود. نتایج به دست آمده نشان داد، سطوح غلظتی ۲۰۰، ٤۰۰، ۸۰۰ و ppm ۱۰۰۰ از این اسانس، از فعالیت ضداکسایشی معادل با غلظت ppm ۲۰۰ و قوی‌تر از غلظت ppm ۱۰۰ از ضداکسایندهٔ سنتزی BHT برخوردارند. همچنین غلظت ppm ٦۰۰ این اسانس نیز فعالیت ضداکسایشی معادل با BHT در سطح غلظتی ppm ۱۰۰ دارا می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، اسانس اسطوخودوس در سطح غلظتی ppm ۸۰۰ معادل ضداکسایندهٔ سنتزی BHT در سطح غلظتی ppm ۲۰۰ عمل می‌کند.

بحث

در سال ۲۰۰۰ Dimitra و همکاران اسانس اسطوخودوس را تجزیه کرده و ترکیبات آن را مورد شناسایی قرار دادند و اعلام کردند عمده‌ترین ترکیبات این اسانس به ترتیب مربوط به لینالول (٤٤/٥ درصد)، لینالیل استات (۳۲/۷ درصد) و ۱و۸ سین‌اُل (٤/۸ درصد) می‌باشد [۳۰]. Morgan و همکاران (۲۰۰٦) بیشترین ترکیبات موجود در اسانس اسطوخودوس را به ترتیب لینالیل‌استات و لینالول گزارش کردند [۳۱]. در بررسی دیگر، Shaw و همکاران (۲۰۰۷)، اجزای تشکیل‌دهنده اسانس اسطوخودوس را با GC و GC/MS مورد شناسایی قرار داده و اعلام کردند که لینالول و لینالیل استات به ترتیب دو ترکیب عمده‌ی موجود در اسانس این گیاه است [۳۲]. تفاوت موجود در نوع ترکیبات اصلی و درصد آنها در اسانس اسطوخودوس را می‌توان به تفاوت در شرایط اقلیمی و رشد گیاه، زمان برداشت، مدت زمان نگهداری و نحوه اسانس‌گیری از آن نسبت داد.

EC_{50} بیانگر مقدار میلی‌گرم اسانس است که قادر به حذف ۵۰ درصد از رادیکال DPPH موجود در محیط است. EC_{50} به طور معکوس با فعالیت آنتی‌رادیکالی ترکیب‌ها در ارتباط است، هر چه EC_{50} کمتر باشد فعالیت ضدرادیکالی بیشتر است. Abbas و همکاران (۲۰۰٦) EC_{50} عصاره متانولی ریحان و آسکوربیک اسید را به ترتیب ۰/۱۹۰ و ۰/۰۰٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند [۳۳]. در بررسی دیگر

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

فاضل و همکاران (۲۰۰۷) فعالیت ضدرادیکالی اسانس آویشن شیرازی و مرزه را با روش DPPH° تعیین کرده و مقادیر EC_{50} اسانس‌های مورد مطالعه را به ترتیب ۸/۹ و ۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آوردند [۳٤]. در تحقیقی دیگر شهسواری و همکاران (۲۰۰۸) فعالیت ضداکسایشی اسانس آویشن شیرازی را بررسی کرده وEC_{50} این اسانس را ۰/۰٤ ± ۲/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم محاسبه کردند [۸]. همچنین عیوقی و همکاران (۲۰۰۹) میزان EC_{50} را برای اسانس شوید و BHT (به عنوان کنترل مثبت) به ترتیب ۱/۵۲ ± ۲/۵۷ و ۰/۰۱ ± ۰/۰٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند [۳۵]. در مطالعه‌ای ژانگ (Zhang) و همکاران در سال ۲۰۰٦، مقدار EC_{50} اسانس جعفری را ۸۰/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین کردند که نشان‌دهنده‌ی فعالیت آنتی‌رادیکالی پایین آن است [۳٦]. با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه و سایر پژوهش‌های ذکر شده، مشخص است که که اسانس اسطوخودوس از فعالیت ضدرادیکالی نسبتاً خوبی در مقایسه با برخی از گزارش‌های موجود برخوردار است. در ضمن باید توجه داشت که در مورد اسانس حاضر خالص‌سازی انجام نشده است و علاوه بر اجزای مؤثر ترکیب‌های دیگری نیز حضور دارند که بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اثر می‌گذارند، لذا اگر جداسازی و خالص‌سازی صورت گیرد و تأثیر اجزای مؤثره‌ی خالص شده‌ی آن مطالعه شود، ممکن است به غلظت‌های بسیار کمتری از این اسانس نیاز باشد.

همان‌طور که در شکل شماره ۲ مشخص است با افزایش غلظت اسانس اسطوخودوس، میزان فعالیت ضداکسایشی آن افزایش نشان می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از تأثیر افزایش درصد مواد مؤثره و نیز افزایش میزان فنول کل آنها باشد. چرا که ثابت شده ترکیبات فنولی دارای فعالیت ضداکسایشی قابل ملاحظه‌ای هستند [۷]. ژانگ در مطالعه‌ای مشابه، اعلام کرد که اسانس گیاه *Petroselinum crispum* در غلظت ۰/۵۱۲ درصد فعالیت ضداکسایشی نزدیک با BHT در غلظت ۰/۱ درصد دارد [۲٤]. همچنین عیوقی و همکاران (۲۰۰۹) در طی مطالعه‌ای روی خواص ضداکسایشی اسانس شوید، اعلام کردند این اسانس در غلظت ۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم فعالیت ضداکسایشی مشابه با BHT در غلظت ۰/۱ درصد دارد [۳۵].

شهسواری (Shahsavari) و همکاران فعالیت ضداکسایشی اسانس *Zataria multiflora* را در روغن سویای خام، در شرایط دمایی تسریع شده (٦۰ درجه سانتی‌گراد)، به مدت ۳۲ روز، با کنترل دو عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید بررسی کردند. نتایج نشان داد که این اسانس در سطح غلظتی ۰/۱ درصد، دارای اثر ضداکسایشی معادل با ضداکساینده شیمیایی BHA در غلظت ۰/۰۲ درصد است و توانایی کاهش سرعت اکسیداسیون در روغن را دارد [۸]. فعالیت ضداکسایشی عصاره‌ی پوست انار (*Punica granatum*) توسط یاسوبی (Yasoubi) و همکاران در سال ۲۰۰۷، در روغن سویا، در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که عصاره‌ی استونی پوست انار در سطح غلظتی ۰/۰۵ درصد اثرات ضداکسایشی بالاتری در مقایسه با ضداکساینده‌های BHT و BHA سطح غلظتی ۰/۰۲ درصد دارد [٦]. در دیگر تحقیق انجام گرفته توسط فاضل (Fazel) و همکاران، اثرات ضداکسایشی دو روغن کنجد و بذر چای در دو سطح ۵، ۱۰ درصد، در روغن ماهی کیلکا، با استفاده از آزمون آون بررسی شد. تغییرات عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۳ روز، نشانگر فعالیت ضدرادیکالی این‌دو روغن بود [۳٤]. سینگ (Singh) و همکاران، اثرات آنتی‌اکسیدانی اسانس برگ دارچین را در روند اکسیداسیون روغن خردل و تشکیل پراکسید و تیوباربیتوریک اسید مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاکی از آن بود که اسانس در سطح غلظتی ۰/۰۲ درصد اثرات قوی‌تری نسبت به BHT، BHA و پروپیل‌گالات دارد [۳۷]. صمدلویی (Samadloiy) و همکاران در کاری مشابه اثرات ضداکسایشی ترکیبات فنولیک هسته‌ی انار بر روغن سویا را با کنترل تغییرات عدد پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در طول ۱۲ بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمار ppm ۳۵۰ از ترکیبات

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

فنولیک استخراج شده از هسته‌ی انار، بیشترین اثر ضداکسایشی را دارد [۷].

از آنجایی کـه اسـانس اسـطوخودوس دارای مقـادیر قابـل توجه ترکیبات فنولیک است و نیـز هـر سـه آزمـون، خاصـیت ضداکسایشی اسانس را تصدیق کرد، می‌توان نتیجه گرفـت کـه این اسانس به عنوان ضداکساینده طبیعـی، توانـایی واکـنش بـا رادیکال‌های حاصل از اکـسیداسیون لیپیـدها ($L^{\bullet}$، $LOO^{\bullet}$، $LO^{\bullet}$، $OH^{\bullet}$، $O_2^{\bullet}$ و غیره) را داشته و موجب قطع واکنش‌های زنجیری و افزایش زمان اکسیداسیون و کاهش سرعت اکسیداسیون خود به خودی می‌شود و می‌توان آن را پس از آزمایش‌های تکمیلـی به مواد غذایی اضافه کرد.

تشکر و قدردانی

در پایان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس و نیـز قطـب علمـی مهندسـی بازیافـت و کـاهش ضـایعات محصولات کشاورزی به دلیل مساعدت در انجـام ایـن تحقیـق تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

1. Thomas MJ. The role of free radicals antioxidants. *AJCN*. 2000; 16: 716 - 24.

2. 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.

3. Gil MI and Kaber AA. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem*. 2002; 50: 4976 - 82.

4. Bektas T and Munevver SH. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem*. 2006; 95: 200 - 4.

5. Kris-Ethertonm PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE and Hilpert KF. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am. J. Med. Sci*. 2002; 113: 71S - 88S.

6. 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.

7. Samadloiy HR, Azizi MH and Barzegar M. Physico-chemical quality of seeds of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran and antioxidative activity of their phenolic component. *J. Food Sci. Technol*. 2008; 45: 190 - 2.

8. Shahsavari N, Barzegar M, Sahari MA and Naghdibadi H. 2008. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*. *Plant Foods Hum. Nutr*. 2008; 63: 183 - 8.

9. Lee SE, Hwang HJ, Ha JS, Jeony HS and Kim JH. Screening of medical plant extracts for antioxidant activity. *Life Sci*. 2003; 73: 167 - 79.

10. Dormana HJD, Peltoketo A, Hiltunen R and Tikkanen MJ. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extacts from selected lamiaceae herbs. *Food Chem*. 2003; 83: 255 - 62.

11. Lee SJ. Umano K, Shibamoto T and Lee KG. Identification of volatitle components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chem*. 2005; 91: 131 - 7.

12. Wichtl M. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Translated by: Bisset NG, Boca Raton: CRC Press. 1994, pp: 292 - 4, 313 - 4.

13. Trease GE and Evans WC. *Pharmacognosy*. London: Saunders. 1996, pp: 167, 262, 476.

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

14. Gulcin I, Sat I, Beydemir s, Elmastas M and Kufrevioglu O. Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophylata* Thunb) buds and Lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chem*. 2004; 87: 393 - 400.

15. Bouayed J, Piri K, Rammal H, Dicko A, Desor F, Younos C and Soulimani R. Comparative evaluation of the antioxidant potential of some Iranian medical plants. *Food Chem*. 2007; 104: 364 - 8.

16. Adsersen A, Gauguin B, Gudiksen L and Jager AK. Screening of plants used in anish folk medicine to treat memory dysfunction for acetylcholinesterase inhibitory activity. *J. Ethnopharmacol*. 2005; 104: 418 - 22.

17. Flores G, Blanch GP, Ruiz del Castillo ML and Herraiz M. Enantiomeric composition studies in *Lavandula* species using supercritical fluids. *J. Chromatogr. A*. 2005; 28: 2333 - 8.

18. Kreis P and Mosandl A. Chiral compounds of essential oils. Part XI. Simultaneous stereoanalysis of lavandula oil constituents. *Flavour Frag. J*. 2005; 7: 187 - 93.

19. Adam KL. Lavender production, products, markets, and entertainment farms. Retrieved November 5, 2006; from http://attra.ncat.org/attra-pub/lavender.html.

20. Sharififar F, Moshafi MH and Mansouri SH. *In vitro* evalution of antibacterial and antioxidant of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food Control*. 2007; 18: 800 - 5.

21. Abdille MDH, Singh RP and Jayaprakasha GK. Antioxidant activity of the extracts from *dillenia indica* fruits. *Food Chem*. 2005; 90: 891 - 6.

22. Kulisic T, Radonic A and Katalinic V. Use of different methods for testing antioxidative of oregano essential oil. *Food Chem*. 2004; 85: 633 - 40.

23. Mathew S and Abraham E. In vitro antioxidant activity and scavengimg effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chem. Toxicol*. 2006; 44: 198 - 206.

24. 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.

25. Davies NW. Gas chromatographic retention Indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methylsilicone and Carbowax 20M phases. *J. Chromatogr. A*. 1990; 503: 1 - 24.

26. Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT*. 1995; 28: 25 - 30.

27. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evans CA. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med*. 1999; 26: 1231 - 7.

28. 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.

29. Egan H, Kirk RS and Sawyer R. *Pearson's Chemical Analysis of Foods*. 9th ed. Harlow: Longman Scientific and Technical, 1987, pp: 609 - 34.

30. Dimitra J, Basil N and Moschos G. GC-MS analysis of essential oils from some Greek romatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem*. 2000; 48: 2576 - 81.

31. Morgan TJ, Morden WE, Al - Muhareb E, Herod AA and Kandiyoti R. Essential oils investigated by size exclusion chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Energ. Fuel*. 2006; 20: 734 - 7.

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]

32. Shaw D, Annett JM, Doherty B and Leslie JC. Anxiolytic effects of lavender oil inhalation on open-field behaviour in rats. *Phytomed*. 2007; 14: 613 - 20.

33. Abbas F, Lajis NH, Israf DA, Khozirah S and Umi Kalsom Y. Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables. *Food Chem*. 2006; 95: 566 - 73.

34. 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. Medicinal Plants*. 2007; 6: 54 - 63.

35. Ayoughi F, Barzegar M, Sahari MA and Naghdi Badi H. Antioxidant effect of dill (*Anethum graveolens* Boiss.) oil in crude soybean oil and comparison with chemical antioxidants. *J. Medicinal Plants*. 2009; 30: 71 - 84.

36. Zhang H, Chen F, Wang X and Yao H. Evaluation of antioxidant activity of parsley (*Petroselinum crispum*) essential oil and identification of its antioxidant constituents. *Food Res. International* 2006; 39: 833 - 9.

37. 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 Chemical Toxicol*. 2007; 45: 1650 - 61.

[Downloaded from jmp.ir on 2024-03-29]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.41.21.7]