مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس برگ مورد (*Myrtus communis*) و آنتی‌اکسیدان های سنتزی بر خواص فیزیکوشیمیایی چیپس سیب زمینی و روغن حاصل از آن طی زمان ماندگاری

لیلا صداقت بروجنی[1*] ، محمد حجت الاسلامی[2]، جواد کرامت[3]، عبدالله قاسمی پیربلوطی[4]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

[2] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

[3] دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

[4] گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت:1392/4/31 تاریخ پذیرش: 1392/11/20

چکیده

اکسیداسیون چربی ها منجر به کاهش خصوصیات ارگانولپتیکی و ارزش تغذیه ای روغن های خوراکی می گردد، برای جلوگیری از اکسیداسیون مواد غذایی خصوصا روغن ها،آنتی اکسیدان افزوده می‌شود. در این پژوهش به بررسی اجزای تشکیل دهنده وفعالیت آنتی-اکسیدانی اسانس گیاه دارویی مورد پرداخته شده است. اسانس برگ های گیاه مورد به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلوینجر استخراج شد و ترکیبات شیمیایی آن توسط دستگاه GC/MSتجزیه شد. اسانس به روغن سرخ کردن چیپس های سیب‌زمینی در غلظت 3000 ppm اضافه گردید و اثر آنتی‌اکسیدانی آن بر چیپس‌های تولید شده با اندازه‌گیری عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اسیدیته روغن استخراجی از چیپس موردارزیابی قرارگرفت. BHA و TBHQ به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های متداول در غلظت 200 ppm اضافه شدند و روند کاهشاکسیداسیون در 60 روز ارزیابی شد. هم‌چنین نمونه های چیپس حاصل از نظر خواص فیزیکی(سختی و رنگ)ارزیابی شدند.دربررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس مورد در روغن چیپس سیب‌زمینی، مشخص شد که اسانس مورد باعث کاهش عدد پراکسید، اسیدیته وتیوباربیتوریک اسید نسبت به شاهد شده است ولی در طول ماندگاری روند افزایش پراکسید و اسیدیته در نمونه حاوی اسانس مورد بیشتر از شاهد بود به طوریکه در ارتباط با عدد پراکسید پس از پشت سرگذاری دوره های افزایشی، روندی نزولی گرفته است. نمونه های چیپس سیب‌زمینی حاوی آنتی‌اکسیدان ها بدون اختلاف معنی داری نسبت به شاهد باعث کاهش سفتی بافت شده اند. نمونه حاوی آنتی اکسیدان ها رنگ روشنتری نسبت به شاهد داشتند. با توجه به نتایج این تحقیق اسانس مورد دارای فعالیت آنتی اکسیدانی است و در موادغذایی که بدون اعمال حرارت فراوری می شوند و به صورت سرد مصرف می شوند میتواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: اسانس مورد، آنتی‌اکسیدان، اکسیداسیون چربی، چیپس سیب‌زمینی

* مسوول مکاتبات : leila.sedaghat65@yahoo.com

1- مقدمه

گیاه مورد یا مورت (*Myrtus communis L.*) متعلق به خانواده میرتاسه (*Myrtaceae*) است که شامل‌حدود 100جنس و 3000 گونه در حال رشد درآب و هوای معتدل، گرمسیری و مناطق-نیمه‌گرمسیری‌است(13). مورد درخت کوچک یا درختچه‌ای چندساله همیشه سبز و معطر با ارتفاع 1/8 تا 2/4 متر با شاخ و برگ‌های کوچک است. این گیاه بومی اروپای جنوبی، آفریقای شمالی و آسیای غرب است که در امریکای جنوبی، شمال غربی هیمالیا و استرالیا توزیع شده و در منطقه مدیترانه گسترده است. *Myrtus*، نام یونانی‌مورد و *communis* به معنی گیاه معمول که به صورت گروهی رشد می‌کند، می‌باشد. عملکرد دارویی مختلف برگ ها قابض، ضد عفونی کننده، کاهندگی قند خون، ملین، ضد درد، تقویت کننده مو و محرک است. برگ های مورد در درمان بیماری های مغزی به ویژه صرع، ناراحتی‌های معده، سوء هاضمه، بیماری های کبدی، روماتیسم، ناراحتی‌های پوستی، اختلالات ریوی، زخم‌دهان، سینوس های عمیق، پرولاپس رحم، خونریزی، التهاب، اسهال، کاهش مو، سوختگی، تبخال، تپش قلب، برونشیت مزمن، آبسه، رگ به رگ شدن مفید هستند.برگ و همچنین میوه گیاه مورد در مواد غذایی به عنوان چاشنی و نگهدارنده گوشت و سس ها و در صنایع لوازم آرایشی و بهداشتی استفاده می شود(20). مصرف مورد سبز میتواند مزایای غذایی داشته باشدچون حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است که می تواند ماده غذایی را در برابر اکسایش لیپیدی محافظت کند و رادیکال‌های آزاد را مهار کند(18). این گیاه حاوی فیبرها، قندها و آنتی‌اکسیدان‌ها و بسیاری ترکیبات فعال بیولوژیکی است.ترکیبات فنولیک، فلاونوئیدها وآنتوسیانین‌ها مواد موثره عمده ی مورد هستند(20).آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات شیمیایی هستند که با به تأخیر انداختن زمان شروع اکسایش لیپیدها پایداری اکسیداتیو آنها را افزایش و مدت ماندگاری آنها را طولانی تر می کنند.آنتی‌اکسیدان‌ها با مهار و یا ایجاد وقفه در فرایند تشکیل و انتشار رادیکال‌های آزاد ازاکسایش خود بخودی چربی ها ممانعت می کنند. توانایی آنها برای انجام این کار به دلیل ساختار فنولیک و یا ترکیب فنولیک در ساختار مولکولی آن‌ها می باشد(16). غذاهای فرآوری شده حاوی چربیها و روغنها مانند چیپس سیب زمینی بسیار حساس به اکسایش چربی هستند(15). امروزه درصنعت ازآنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مانندBHA، BHT و TBHQبرای به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی ها استفاده می شود اما به دلیل اثرات نامطلوب تغذیه ای و سرطان زا بودن این ترکیبات و نیز تمایل مصرف کنندگان به استفاده از ترکیبات طبیعی، استفاده از ضداکساینده های طبیعی مورد توجه محققین قرار گرفته است(12). یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدانهای طبیعی،ترکیبات فنلی موجوددرگیاهان است. اسانس‌های استخراج شده ازگیاهان درصنایع مختلف ازجمله صنایع‌غذایی،دارویی وآرایشی-بهداشتی استفاده میشود.امروزه فعالیت بیولوژیکی اسانس ها بیش ازگذشته موردتوجه است، به همین دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها توسط محققان زیادی موردبررسی قرارگرفته است(3).

با توجه به بررسی منابع مختلف، تاکنون مطالعات چندانی در خصوص اثرات آنتی‌اکسیدانی اسانس مورد درچیپس سیب زمینی انجام نشده است لذا تحقیق حاضر با هدف شناسایی ترکیبهای موجود دراسانس برگ مورد و بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی آن درچیپس سیب زمینی اجرا شد.

2- مواد و روش‌ها

سیب زمینی رقم اگریا از شرکت زرین طپش خاوران، روغن سرخ کردنی آفتابگردان فاقد آنتی‌اکسیدان از شرکت نهان گل و مواد شیمیایی مصرفی از شرکت مرک آلمان تهیه شد. برگ های گیاه مورد با نام علمی *Myrtus communis L.* از منطقه معدن واقع در استان چهارمحال و بختیاری جمع آوری شد و پس از تأیید آن توسط گیاه شناس متخصص با شماره هرباریومی 231 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری مورد استفاده قرار گرفت.

2-1- تهیه اسانس از گیاه مورد

برگ‌های تازه مورد جمع آوری شده در مرحله گلدهی ابتدا در سایه و در دمای اتاق به همراه تهویه مناسب به مدت 5 روز خشک گردید. سپس گیاه خشک شده به وسیله آسیاب برقی مدل Moulinex Type 320 به قطعات 0/5 تا 1 سانتی متر خرد شد. سپس مقدار 100 گرم از گیاه وزن شد و به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلوینجر مدل British Pharmacopea 1988 عمل اسانس‌گیری به مدت 4 ساعت در دمای بین 95 تا 100 درجه سانتی گراد انجام گرفت. اسانس تهیه شده تا زمان

انجام آزمایشات در دمای 4 درجه سانتی گراد در ظروف شیشه ای تیره درب دار در یخچال نگهداری شد.

2-2-شناسایی ترکیبات اسانس

به منظور شناسایی ترکیبات موجود در اسانس برگ مورد از دستگاه گازکروماتوگرافی مدل Agilent Technologies-7890A متصل به طیف سنج جرمی مدل AgilentTechnologies-5975C با ستون با مشخصات HP-5MS، طول 30 متر، قطر بیرونی 0/25 میلی متر و قطر داخلی 0/25 میکرومتر استفاده شد. برنامه دمایی ستون به این نحو تنظیم گردید که دمای ابتدایی آون 60 درجه سانتی گراد و توقف در این دما به مدت 2 دقیقه، گرادیان حرارتی 4 درجه سانتی گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا 280 درجه سانتی گراد با سرعت 4 درجه در هر دقیقه بود. از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان (فلو) 2 میلی لیتر در دقیقه استفاده گردید. اسانس گیاهان مورد نظر پس از آماده سازی، به دستگاه GC/MS به میزان 0/1 میکرولیتر تزریق گردید تا نوع ترکیبات تشکیل دهنده آن ها مشخص شود. همچنین جهت محاسبه شاخص بازداریاز شاخص کواتس استفاده شد(8).

3-2- تهیه چیپس و بررسی فعایت ضد اکسایشی اسانس در چیپس سیب زمینی

اسانس گیاه مورد در سطح غلظت 3000 قسمت در میلیون و آنتی اکسیدان های سنتزی BHA و TBHQ هر کدام با سطح غلظت 200 قسمت در میلیون به روغن آفتابگردان بدون آنتی اکسیدان در شیشه های تیره رنگ اضافه گردید و یک نمونه روغن بدون آنتی اکسیدانبه عنوان شاهدتهیه شد. از این نمونه ها به منظور بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس درچیپس سیب زمینی استفاده شد. سیب زمینی ها پس از شستن پوست گیری شدند و با استفاده از دستگاه ورقه کن[1]، ورقه هایی به ضخامت 1/3 میلی متر تهیه شد و تا زمان اجرای فرایند سرخ کردن در آب غوطه ور شد. ورقه های سیب زمینی بعد از مرحله آبگیری بلافاصله به دستگاه سرخ کن مدل ADR2 شرکت Moulinex حاوی انواع روغن ها (بالاترین سطح غلظت این آنتی اکسیدان ها به روغن آفتابگردان اضافه گردیده) منتقل شد و به مدت 2 ± 13 دقیقه سرخ شدند. ورقه های سرخ شده در دمای اتاق خنک شدند. روغن حاصل از چیپس‌ها استخراج گردید و عدد پراکسید، اسیدیته و عدد تیوباربیتوریک (TBA) آنها اندازه‌گیری شدندو خواص فیزیکی چیپس ها شامل تست رنگ و بافت نیز آزمون شدند.

بقیه ی چیپس‌ها بسته بندی شدند و در آون در دمای 1±20 درجه سانتی گراد به مدت 60 روز نگهداری شدند و روند تغییرات عدد پراکسید و اسیدیته روغن چیپس‌های سیب زمینی در روزهای 15، 30، 45 و 60 تعیین شد. کلیه آزمایشات جهت اطمینان از دقت و صحت کار، در سه تکرار انجام گرفت.

روند افزایش عدد پراکسید و اسیدیته نشان دهنده کارآیی آنتی اکسیدان های ستنزی و اسانس ها در به تاخیر انداختن اکسایش است.

4-2- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تیمارهای مختلف چیپس سیب زمینی

پس از تهیه‌ی تیمارهای مختلف چیپس سیب زمینی به منظور بررسی تأثیر افزودن آنتی اکسیدان های مختلف به روغن، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تیمارهای مختلف چیپس مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

1-4-2- عدد پراکسید

اندازه گیری عدد پراکسید روغن استخراجی از چیپس سیب زمینی مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی «4179» انجام گرفت(7).

2-4-2- عدد اسیدیته

اندازه گیری عدد اسیدی روغن استخراجی از چیپس سیب زمینی مطابق استاندارد ملی ایران شماره‌ی «4178» انجام گرفت(6).

3-4-2- تیوباربیتوریک اسید

1 گرم چربی در 10 میلی لیتر ترا کلرید کربن حل شده و به آن 10 میلی لیتر محلول اسید تیوباربیتوریک اضافه گردید، سپس به مدت 5 دقیقه در سانتریفوژ با سرعت 1000 دور در دقیقه قرار داده شد، قسمت آبکی آن جدا شده و به مدت 30 دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت و پس از آن میزان جذب در طول موج 532 نانومتر اندازه گیری شد. اندیس اسید تیوباربیتوریک بر اساس معادله 1 محاسبه شد(5).

1- slicer

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

e: جذب نوری اندازه گیری شده،d: ضخامت سل نوری و a: وزن نمونه بر حسب گرم.

2-4-4- اندازه گیری رنگ

رنگ برگه چیپس سیب زمینی با استفاده از دستگاه رنگ سنجی هانترلب مدل Color flex EZساخت آمریکا و در سیستم سه بعدی *L، a^* و b^* ارزیابی شد. *L شدت روشنایی یا ارزش رنگ (سفیدی-سیاهی)، a^*قرمزی- سبزی و *b زردی- آبی را مشخص می کند. هرچه *a بزرگتر باشد تمایل به قرمزی بیشتر است و هر چه *b بزرگتر باشد تمایل به سمت رنگ زرد بیشتر است. *aو*bمنفی مشخص کننده غالب بودن رنگ های سبز و آبی است(2).

فاکتور ΔE (تغییر رنگ کلی) برای نمونه ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

معادله2 $\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$

L_0^*، a_0^* و b_0^* پارامترهای رنگی نمونه های چیپس سیب زمینی تهیه شده بدون آنتی اکسیدان هستند(17).

فاکتورBI (اندیس قهوه ای شدن) از فرمول 3 محاسبه گردید:

معادله 3 $BI = \frac{[100\ (x - 0.31)]}{0.17}$

که متغیر X از فرمول زیر محاسبه می گردد(17).

معادله 4 $x = \frac{(a* + 1.75\ L*)}{(5.645\ L* + a* - 3.012\ b*)}$

2-4-5- اندازه گیری خواص بافت

از دستگاه بافت سنج بروکفیلد[1]برای اندازه گیری تردی برگه های چیپس سیب زمینی استفاده شد. در این دستگاه از نیروی فشار و آزمون پانچ برای تعیین تردی استفاده گردید. در آزمون پانچ پراب شماره 44 مورد استفاده قرار گرفت. در هر آزمون میزان نیروی مورد نیاز برای سوراخ کردن ثبت شد(1).

2-4-6- تجزیه و تحلیل آماری داده ها

در این تحقیق به منظور مقایسه تأثیر آنتی اکسیدان های سنتزی و طبیعی بر کاهش فساد چیپس سیب زمینی و بررسی خواص بافتی و رنگ آن،طرح به روش طرح انتخابی یک‌سویه با پایه کاملاً تصادفی موردتجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت نتایج توسط نرم-افزار SPSS ویرایش 18 تحلیل گردید و مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح 5 درصد انجام گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- ترکیبات شیمیایی اسانس مورد

بر اساس نتایج به دست آمده از کروماتوگرام حاصل از دستگاه، در اسانس برگ گیاه مورد 26 ترکیب شناسائی شد که نماینده 97 درصد ترکیبات بود. ترکیبات عمده (بیش از 1 درصد) تشکیل دهنده اسانس مورد در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- ترکیبات عمده (بیش از 1 درصد) تشکیل دهنده مورد

ردیف	ترکیب	درصد	شاخص بازداری
1	α-Pinene	41/55	939
2	1,8-Cineol یا Eucalyptol	32/24	1034
3	Linalool	7/13	1088
4	α-Terpineol	4/74	1188
5	Linalyl acetate	3/19	1252
6	Terpinylaccetat	1/44	1343

با توجه به جدول 1 از 26 ترکیب شناسائی شده، 5 ترکیب که 88/85 درصد از کل ترکیبات مورد را تشکیل می دهند به عنوان مهمترین شناخته شدند. این نتایج مشابه نتایج تحقیق قاسمی و همکاران(2011)بود، در تحقیق آن ها آلفا-پینن (31/8 درصد)، 1،8- سینئولیا ایوکالیپتول (24/6)،لیمونن (14/8 درصد)، لینالول (8/3 درصد) و آلفا-ترپینئول (4/8 درصد) ترکیبات اصلی اسانس مورد بودند(14). هم چنین نتایج موافق تحقیق یادگارنیا و همکاران در سال 2006 بود که در تحقیق یادگارنیا و همکاران، 32 ترکیب در اسانس مورد شناسایی شد که آلفا-پینن(29/1 درصد)،لیمونن (21/5 درصد)،1،8- سینئولیا ایوکالیپتول (17/9) و لینالول (10/4 درصد) ترکیبات اصلی اسانس بودند(21).

1-Texture Analyzer CT3. Brookfield Engineering, Middletonboro, USA

جدول2- مقایسه میانگین اثرآنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی بر شاخصهای اکسایشی روغنچیپس‌سیب زمینی

تیمار	عدد پراکسید (meqO2/kg)	عددTBA (meq MDA/kg oil)	عدد اسیدی (mg KOH/g oil)
شاهد	1/6^{e}*	0/0795^{f}	0/0120^{b*}
مورد	0/9^{c}	0/0745^{e}	0/0080^{a}
BHA	0/63^{a}	0/0722^{d}	0/0110^{b}
TBHQ	0/76^{b}	0/0518^{a}	0/0117^{b}

*حروف مشترک درهر ستون نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح احتمال5 درصد) هستند.

جدول 3- مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر تغییرات عدد پراکسید روغن استخراج شده از چیپس سیب زمینی حاوی آنتی‌اکسیدان های طبیعی و سنتزی.

روز/ تیمار	0	15	30	45	60
شاهد	1/6^{Ae*}	1/73^{Bb}	4/32^{Ce}	4/92^{Ed}	4/87De
مورد	0/9^{Ac}	1/6^{Ba}	3/33^{Dc}	6/22^{Ee}	2/81^{Ca}
BHA	0/65^{Aa}	2/25^{Bc}	3/36^{Cd}	3/96^{Dc}	5/16^{Ef}
TBHQ	0/76^{Ab}	2/2^{Bc}	2/40^{Ca}	2/90Da	3/46^{Eb}

*حروف بزرگ و کوچک مشترک به ترتیب در هر ردیف و ستون نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح احتمال5 درصد) هستند.

علت اختلاف نتایج تحقیق حاضر با سایر مطالعات می تواند به دلیل تفاوت ژنتیکی گیاهان (شیمیوتیپ)، تنوع در شرایط محیطی به خصوص اقلیمی، زمان برداشت، مدت زمان نگهداری وروش اسانس گیری مربوط باشد.

3-2- فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس مورد بر خواص شیمیایی چیپس سیب زمینی

ویژگی‌های شیمیایی تیمارهای مختلف چیپس سیب زمینی در جدول 2آمده است.این جدول نشان می‌دهدافزودن اسانس مورد و آنتی اکسیدان های سنتزی BHA و TBHQ عدد پراکسید و TBAبه طورمعنی داری نسبت به شاهد کمتر بود. این نتایج موافق یافته های عیوقی وهمکاران بر روی خواص ضداکسایشی اسانس شوید بود(4).

هم چنین با افزودن اسانس مورد و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHAو TBHQ عدد اسیدی در مقایسه با شاهد کاهش یافت که عملا به غیر از مورد در بقیه موارد هیچ اختلاف معنی داری مشاهده نشد. حرارت دادن روغن باعث افزایش عدد اسیدی می شودکه به دلیل تشکیل ترکیبات اسیدی و اسیدهای چرب آزاد است. بدین ترتیب نمونه های روغن تیمار شده با اسانس برگ مورد با داشتن 0/008 میلی‌گرم پتاس در هر گرم روغن حداقل مقدار اسیدهای چرب آزاد را در روغن استخراجی از چیپس داشت. این امر به دلیل کم بودن میزان هیدرولیزدرروغن ها در اثر افزودن آنتی-اکسیدان‌ها می باشد.

جدول 4- مقایسه ضریب تبین، معادله لگاریتمی و شیب سرعت تغییرات عدد پراکسیدروغن چیپس حاوی آنتی‌اکسیدان های مختلف در زمان نگهداری.

تیمار	شیب	R^2	معادله لگاریتمی
شاهد	3/02	0/88	y =3/023ln(x)-0/378
مورد	3/38	0/77	y =3/389ln(x)-0/833
BHA	2/57	0/93	y =2/579ln(x)-0/425
TBHQ	1/87	0/96	y =1/877ln(x)-0/144

جدول 5- مقایسه میانگین با اطمینان 95 درصد افزایش عدد اسیدی در طول نگهداری با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی.

روز/تیمار	0	15	30	45	60
شاهد	$0/012^{Ab*}$	$0/083^{Be}$	$0/085^{Cf}$	$0/089^{Df}$	$0/092^{Ee}$
مورد	$0/008^{Aa}$	$0/068^{Bd}$	$0/08367^{Ce}$	$0/08733^{Ce}$	$0/10733^{Df}$
BHA	$0/011^{Ab}$	$0/055^{Bc}$	$0/06677^{Cd}$	$0/07483^{Dd}$	$0/082^{Ed}$
TBHQ	$0/01167^{Ab}$	$0/022^{Ba}$	$0/028^{Ca}$	$0/03133^{Da}$	$0/047^{Ea}$

*حروف بزرگ و کوچک مشترک به ترتیب در هر ردیف و ستون نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح احتمال5 درصد) هستند.

شهیدی وماریان(2003)گزارش کردند تفاوت فعالیت آنتی-اکسیدانی به دلیل ساختارهای مختلف عصاره های گیاهی از اسیدهای فنولیک وترکیبات فلاونوئیدی ومشتقات آن‌ها می‌باشد به عنوان مثال، فعالیت آنتی‌اکسیدانی فنولیک اسیدها و مشتقات آن مانند استرها بستگی به تعداد گروه‌های هیدروکسی در مولکول‌ها دارد(19). این نتایج مشابه یافته‌های چونگ و چو(2001) می‌باشد(10).

جدول 3 و 4، روند و شیب تغییرات عدد پراکسید روغن چیپس سیب زمینی حاوی آنتی اکسیدان طبیعی و سنتزی را در زمانهای مختلف نشان می دهد. جدول 3 نشان می‌دهد عدد پراکسید در طول نگهداری در تمام تیمارها روند افزایشی داشته است. با توجه به اینکه نمونه حاوی اسانس مورد دارای بیشترین روند افزایش پراکسید بوده است (جدول4) اثر آنتی اکسیدانی آن در روزهای آزمایش برای عدد پراکسید کاهش یافته است. ترکیبات موجود در اسانس برگ مورد با رادیکال‌ها و محصولات اکسیداسیون در طول نگهداری ترکیب و کمپلکس‌هایی را ایجاد می‌کند که خود می‌تواند به عنوان پراکسیدان عمل کند و اکسیداسیون را افزایش دهد. کاهشی که درمقدار پراکسید پس از60 روز انبارداری رخداده به دلیل هیدرولیز ترکیبات پراکسیدی به آلدئیدها و کتونها است که این نتیجه موافق نتایج آل-دالاین و همکاران (2011)است(9). مطابق جدول 4 بهترین معادله برای تعیین اکسیداسیون روغن، نمودار لگاریتمی است که موید نتایج ذکر شده می باشد.

جدول 5 و 6 روند و شیب افزایش عدد اسیدی را در زمان نگهداری با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی مختلف نشان می‌دهند.تغییرات قابل توجهی در عدد اسیدی روغن استخراجی از چیپس های نگهداری شده دردمای محیط در طول نگهداری مشاهده گردید.در طول 60 روز انبارداری،نمونه حاوی مورد و نمونه شاهد دارای بیشترین شیب افزایش اسیدیته بودندو آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ کمترین شیب را داشت. در مورد به دلیل تخریب ترکیبات آنتی اکسیدانی و فنولیک در طول نگهداری این اثر از بین رفته و حتی این ترکیبات به عنوان پرواکسیدان عمل کرده اند.

جدول 6- مقایسه ضریب تبین، معادله لگاریتمی و شیب سرعت افزایش عدد اسیدی mg KOH/g oil در زمان نگهداری با افزودن آنتی‌اکسیدان های طبیعی و سنتزی.

تیمار	شیب	R^2	معادله لگاریتمی
شاهد	0/06	0/85	$y = 0/063\ln(x^*) - 0/007$
مورد	0/06	0/87	$y = 0/062\ln(x) - 0/01$
BHA	0/05	0/91	$y = 0/05\ln(x) - 0/007$
TBHQ	0/02	0/99	$y = 0/02\ln(x) - 0/000$

*(x)منظور زمان نگهداری به روز است.

3-3- فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس مورد بر خواص فیزیکی چیپس سیب زمینی

جدول 7 تاثیر افزودن آنتی‌اکسیدان های طبیعی و سنتزی بر سختی بافت چیپس را نشان می‌دهد. همانطورکه مشاهده می‌شود افزودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی و تا حدی اسانس‌های مورد نسبت به شاهد بدون داشتن اختلاف معنی دار باعث کاهش میزان سختی چیپس در آزمون سختی بافت شد.

جدول 7- تاثیر افزودن آنتی‌اکسیدان های طبیعی و سنتزی بر سختی بافت چیپس

تیمار	سختی بافت
شاهد	529/33[a*]
مورد	458/50[a]
BHA	328/83[a]
TBHQ	445/33[a]

*حروف b،a و ... نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح اطمینان 95 درصد) آماری بین نمونه ها می باشد.

جدول 8 مقایسات میانگین تاثیر افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی بر رنگ چیپس را نشان می‌دهد. این جدول نشان میدهد نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHA و TBHQدر مقایسه با شاهد به طور معنی داری باعث افزایش روشنایی شدند در حالی که نمونه حاوی اسانس مورد (با L 55/96) بدون داشتن اختلاف معنی دار نسبت به شاهد (در سطح اطمینان 95 درصد) روشنایی نمونه های چیپس را افزایش داد در حالیکه تفاوت معنی داری در نمونه های حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی با شاهد مشاهده گردید.

اندیس قهوه ای شدن درنمونه حاوی اسانس مورد وTBHQ بدون اختلاف معنی داری نسبت به شاهد بیشتر بوددر حالیکه نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان BHA به طور معنی داری نسبت به شاهد اندیس قهوه ای شدن کمتری داشت.

هنگامی که آلدوزها یاکتوزها در محلولی باآمین‌ها حرارت داده می شوند،طیفی از واکنش ها را به دنبال دارد که ترکیبات متعددی که برخی از آنها طعم، رایحه و مواد پلیمری دارای رنگ تیره هستند، تولید می شود اما هردو واکنش‌دهنده به آرامی ناپدید می شوند. طعم، رایحه و رنگ ممکن است مطلوب یا نامطلوب باشند.آنها ممکن است توسط سرخ کردن، برشته کردن، پختن و یا انبارداری تولید شوند(11). در نمونه حاوی مورد و نمونه شاهد قهوه ای شدن حداکثر بوده است که به این دلیل است که در آن ها علاوه بر قندهای احیاکننده، ترکیبات احیا کننده مانند محصولات حاصل از اکسیداسیون چربی ها (آلدئید ها و یا محصولات حاصل از تجزیه قندها) در واکنش قهوه ای شدن شرکت کرده و در اثر این واکنش، ترکیبات رنگین بوجود آمده است. اما در تیمارهای دیگر وقتی روغن ها با آنتی اکسیدان های BHA وTBHQغنی شدند ازاکسیداسیون روغن ها تا حد زیادی جلوگیری شده است بنابراین میزان ترکیبات احیا کننده در این نمونه ها کمتر است در نهایت این ترکیبات فنولیک از ادامه واکنش میلارد و در نتیجه بالا رفتن اندیس قهوه ای شدن باز داشته شده اند.

جدول 8- مقایسه میانگین تاثیر افزودن آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتزی بر رنگ چیپس

تیمار	L*	اختلاف رنگ	اندیس قهوه ای شدن
شاهد	54/65[a*]	1/31[a]	85/98[c]
مورد	55/96[a]	2/5[a]	88/84[c]
BHA	62/41[b]	10/02[c]	68/54[a]
TBHQ	64/37[b]	8/49[c]	79/42[bc]

*حروف b،a و ... نشانگر اختلاف معنی دار (در سطح اطمینان 95 درصد) آماری بین نمونه ها می باشد.

4- نتیجه گیری

نتایج نشان داد روغن حاوی اسانس برگ مورد، پایداری اکسیداتیو بالاتری در مقایسه با روغن بدون آنتی‌اکسیدان داشت و اثر آن بر بافت و رنگ چیپس سیب‌زمینی حاصل، مشابه شاهد بود بنابراین با جایگزین کردن اسانس برگ مورد به جای آنتی-اکسیدان های سنتتیک در موادغذایی می توان خطر ناشی از مصرف این غذاها را کاهش داد و مواد غذایی حاوی این اسانس با ظاهری مشابه نمونه شاهد بازارپسندی خود را حفظ کرده و سلامت مصرف کننده را تضمین می کنند ولی باتوجه به اینکه اثر آن بر مدت ماندگاری روغن ها مشابه شاهد بود توصیه می شود اسانس برگ مورد به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در موادغذایی که بدون اعمال دما تهیه می شوند مورداستفاده قرارگیرد.

5- منابع

1- حسین آبادی، و. بدیعی، ف. قراچورلو، م. و حشمتی، ع. 1390. تاثیر آنزیم بری و پوشش های هیدروکلوئیدی متیل سلولز و کتیرا بر میزان جذب روغن و خواص کیفی سیب زمینی سرخ شده. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد 4، 71.

2- زمین دار، ن. و شاهدی، م. 1385. بررسی بافت، رنگ و مقدار پراکسید چیپس فرموله شده سیب زمینی از ارقام

اگریا و مارفونا در زمان انبارداری. *مجله ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد 3، 249-254.

3- شهسواری، ن،برزگر، م،سحری، م. ع. ونقدیبادی، ح.ع. 1387. بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس گیاه آویشن شیرازی (*Zataria multiflora Boiss.*) در روغن سویا. *فصلنامه گیاهان دارویی*، 56-65.

4- عیوقی، ف. برزگر، م. سحری، م. و نقدیبادی، ح. 1388. بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس شوید (*Anethum graveolens*) درروغن سویا و مقایسه آن با آنتی اکسیدانهای شیمیایی. *فصلنامه گیاهان دارویی*، جلد 30،71-80.

5- مهران، م. 1355. آزمایش روغن. تالیف واکس. انتشارات دانشگاه تهران.

6- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1377. اندازه گیری اسیدیته در روغن ها و چربی های خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره4178، چاپ اول.

7- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1377. روغن ها و چربی های خوراکی-اندازه گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری- تعیین نقطه پایانی به روش چشمی. استاندارد ملی ایران، شماره4179، چاپ اول.

8- Adams, R. P. 2001. Identification of essential oilcomponents by Gas chromatography/mass spectroscopy. Illinois: *Allured Publishing Corporation*, 69-351.

9- Al-Dalain, S. Y. A. Al-Fraihat, A. H. and Al-Kassasbeh, E. T. 2011.Effect of aromatic plant essential oils on oxidative stability of sunflower oil during heating and storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10: 864-870.

10- Chung, J. and Choe, E. 2001. Effects of sesame oil on thermooxidative stability of soybean oil. Food Science *and Biotechnology*, 10: 446-450.

11- Fennema, O. R. 1996. Food chemistry. Marcel Dekker.

12- Frankel, E. N. 1991.Recent advances in lipid oxidation. A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54: 495 - 511.

13- GenklerOzkan, A. M. and GenklerGuray, C. 2009. A mediterranean: Myrtus communis L. (Myrtle). in: Plants and culture: seeds of the cultural heritage of Europe (Editors: J. P. Morel and A. M. Mercuri). pp.159.

14- Ghasemi, E.Raofie, F. and Najafi, N. M. 2011. Application of response surface methodology and central composite design for the optimisation of supercritical fluid extraction of essential oils from Myrtuscommunis L. leaves. *Food Chemistry*, 126: 1449–1453.

15- Mottram, D. S. 1998. Flavor formation in meat and meat products. *Food Chemistry*, 62:415–424.

16- O'Brien, R. D. 2004. Fats and oils: Formulating and processing for applications. CRC Press.

17- Saricoban, C. and TahsinYilmaz, M. 2010. Modelling the Effects of Processing Factors on the Changes in Colour Parameters of Cooked Meatballs Using Response Surface Methodology. *World Applied Sciences Journal*, 9 (1): 14-22.

18- Serce, S. Ercisli, S. Sengul, M. Gunduz, K. and Orhan, E. 2010. Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (MyrtuscommunisL.) fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 6: 9-12.

19- Shahidi, F. and Marian, N. 2003. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press, Boca Raton.

20- Sumbul, S. Ahmad, M. A. Asif, M. and Akhtar, M. 2011.MyrtuscommunisLinn. - A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2: 395-402.

21- Yadegarinia, D.Gachkar, L.Rezaei, M. B.Taghizadeh, M.Astaneh, S. A. and Rasooli, I. 2006. Biochemical activities of Iranian MenthapiperitaL. and yrtuscommunisL. *Journal of Phytochemistry*, 67: 1249–1250.