

بررسی ترکیبات شیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ گیاه برگ بو (*Laurus nobilis L.*) و تأثیر آن بر پایداری روغن کانولا در طی نگهداری

محمد مهدی نعمت شاهی^{۱*}، محمد حسین حداد خداپرست^۲، امیرحسین الهامی راد^۳، موسی الرضا هوشمند دلیر^۴
نقیسه نعمت شاهی^۴

- ^۱ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
- ^۲ گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
- ^۳ گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
- ^۴ گروه زیست‌شناسی - فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

چکیده

در این پژوهش ابتدا عصاره متانولی برگ گیاه برگ بو استخراج و ترکیبات شیمیایی آن شناسایی گردید. سپس میزان کل ترکیبات فنولی و فعالیت دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد عصاره استخراج شده در غلظت‌های مختلف (۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ ppm) بررسی گردید. در مرحله بعد غلظت‌های عصاره ذکر شده به روغن کانولا تصفیه شده فاقد آنتی‌اکسیدان افزوده شد و پایداری اکسایشی روغن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت هفت روز از طریق اندازه‌گیری اندیس پر اکسید و طول دوره القاء بررسی و در نهایت با فعالیت آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT به میزان ۲۰۰ ppm مقایسه گردید. به طور کلی نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره برگ گیاه برگ بو میزان ترکیبات فنولی، آنتی‌اکسیدانی و فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد و غلظت ۱۶۰۰ ppm عصاره دارای بالاترین قدرت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد در حالی که با افزایش غلظت عصاره در روغن کانولا در یک زمان نگهداری ثابت، شاخص پایداری اکسایشی افزایش و اندیس پراکسید کاهش پیدا کرد. از طرفی در یک غلظت ثابت، با افزایش زمان نگهداری روغن از یک تا هفت روز اندیس پراکسید افزایش ولی طول دوره القاء کاهش پیدا کرد. بنابراین نتایج حاصل از بررسی پایداری اکسایشی روغن حاوی غلظت‌های مختلف عصاره نشان داد که غلظت ۱۶۰۰ ppm عصاره نسبت به غلظت‌های دیگر و نمونه شاهد به دلیل داشتن مقادیر بالاتر ترکیبات فنولی و توکوفرولی در پایداری اکسایشی روغن کانولا مؤثرتر عمل نموده و در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در غلظت ۲۰۰ ppm نیز تأثیر بیشتری داشت. بدین ترتیب می‌توان برگ گیاه برگ بو را در سطح ۱۶۰۰ ppm به عنوان منبع مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، برگ گیاه برگ بو، روغن کانولا، پایداری اکسایشی.

۱- مقدمه

اکسیداسیون روغن ها علاوه بر تغییر ویژگی های ارگانولپتیکی ماده غذایی، ارزش غذایی و عمر نگه داری روغن ها را کاهش می دهد و به دلیل تولید ترکیبات نامطلوب در روغن برای سلامتی مصرف کنندگان تأثیر سوئی دارند. برای جلوگیری از اکسیداسیون روش های متعددی وجود دارد که یکی از این موارد افزودن موادی به نام آنتی اکسیدان ها است. آنتی اکسیدان ها به موادی گفته می شود که قادر به تأخیر، کاهش و حتی توقف فرایندهای اکسیداسیون می باشند. امروزه از آنتی اکسیدان های سنتزی هم چون TBHQ^۱، BHT^۲، BHA^۳ و استرهای گالات به همین منظور استفاده می گردد. اما با توجه به این که آنتی اکسیدان های سنتزی اثرات نامطلوبی مانند اثر جهش زایی و سرطان زایی در بدن انسان دارند به تدریج از لیست آنتی اکسیدان های مصرفی حذف می شوند، لذا تهیه و تولید آنتی اکسیدان های طبیعی به عنوان جانشینی مناسب ضروری می باشد. آنتی اکسیدان های گیاهی حاوی ترکیبات فنولی از چند طریق شامل خنثی کردن اکسیژن یگانه، کاهش غلظت اکسیژن در محیط، خاصیت چلات کنندگی در فلزات و مهار انواع آنزیم های اکسید کننده می توانند در زنجیره اکسیداتیو وارد عمل شوند (۱۶). در راستای کاربرد آنتی اکسیدان های گیاهی، عصاره برگ گیاه برگ بو می تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی اکسیدان های سنتزی مورد استفاده قرار گیرد.

برگ بو با نام علمی *Laurus nobilis* L درخت یا درختچه ای همیشه سبز به ارتفاع ۲۰-۱۵ متر و دو پایه است. کاشت و پرورش درخت برگ بو در ایران در دوره قاجاریه آغاز شد و در گذشته به عنوان درخت زینتی در تهران و برخی نواحی شمال ایران کاشت می شد. برگ گیاه سبز تیره، بیضی شکل و به طول ۱۱-۳ سانتی متر، نوک تیز، معطر و زیبا هستند و دارای دمبرگ کوتاه به رنگ سبز متمایل به قرمز است. میوه آن کوچک به رنگ ارغوانی تیره و به اندازه دانه انگور می باشد (۳).

این گیاه در نقاط مختلف دنیا یافت می شود و در باغها و اراضی جنگلی آفتابی، حاشیه رودخانه ها و در نواحی شمالی و مرکزی ایران پرورش می یابد (۶). در طب سنتی روغن استحصالی از میوه آن به صورت وسیعی برای درمان جوش ها، رگ به رگ شدگی -

ها، کیودی ها و ضرب دیدگی ها و به عنوان دور کننده حشرات استفاده می شد و در جمعیت یهودی صربستان برای معالجه یرقان و دردهای رماتیسمی استفاده می شد (۱ و ۱۵).

از نظر ترکیبات شیمیایی طبق تحقیقات انجام شده مشخص شده است که آلفا توکوفرول ایزومر عمده در اندام های رویشی گیاه برگ بو می باشد و در برگ ها فلاونوئیدها، لاکتون سسکوئی ترپنوئید، آلکالوئیدهای ایزوکوئینولین و اسیدهای فنولی وجود دارد (۲۲). هم چنین مقدار آلفا توکوفرول در برگ های گیاه برگ بو به شدت بالا بوده و ریشه های آن حاوی مقدار بالایی فلاونوئید می باشد (۱۵).

برا و همکاران در سال (۲۰۰۶) بیان کردند که از مزایای آنتی اکسیدان های طبیعی در مقایسه با آنتی اکسیدان های سنتتیک می توان به پذیرش بالا توسط مصرف کنندگان و ایمن بودن آنها اشاره نمود. آن ها هم چنین اعلام کردند آنتی اکسیدان های طبیعی علاوه بر پایداری روغن های خوراکی، سبب افزایش ارزش تغذیه ای روغن ها نیز می شوند (۱۲). شهسواری و همکاران در سال (۱۳۸۷) خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس زیره کوهی را با اندازه گیری اعداد پراکسید (PV) و شاخص تیوباریوتوریک اسید (TBA) در روغن سویا بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که اثر اسانس زیره کوهی در غلظت ۰/۰۶ درصد مشابه اثر BHA در غلظت ۰/۰۲ درصد بوده است (۲). در تحقیقی دیگر میرزائی و همکاران (۱۳۹۰) خواص آنتی اکسیدانی و فنل تام عصاره هیدروالکلی خاکنی، بارهنگ، زینان، گشنیز و شنبلیله را مورد ارزیابی قرار دادند. عصاره های هیدروالکلی (اتانول ۷۰ درصد) به روش خیساندن تهیه و نتایج تمام آزمایش ها بر حسب گرم عصاره گزارش گردید. در این مطالعه برای ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی از آزمون فنل کل استفاده شد که محتوای فنل کل در محدوده ۷۴-۱۵۴/۳ میلی گرم در گرم عصاره گزارش شد (۸).

بنابراین با توجه به مشکلات استفاده از ترکیبات مختلف سنتتیک به عنوان نگهدارنده در صنعت غذا و بویژه صنعت روغن و خطرات بالقوه هر کدام از این ترکیبات جهت سلامتی انسان ها، در این تحقیق از منابع بومی و ارزشمند گیاهی برای این منظور استفاده گردید. لذا هدف از این پژوهش بررسی ترکیبات شیمیایی و خواص آنتی اکسیدانی عصاره برگ گیاه برگ بو و تأثیر آن بر پایداری اکسایشی روغن کانولا در طی نگه داری

¹ Tertiary-butyl hydroquinone

² Butylated hydroxytoluene

³ Butylated hydroxyanisole

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی خواص شیمیایی عصاره برگ گیاه برگ بو

۳-۱-۱- ساختار اسیدهای چرب

ساختار اسیدهای چرب عصاره متانولی برگ گیاه برگ بو در جدول ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، اسید لینولنیک (C18:3)، اسید پالمیتیک (C16:0) و اسید پالمیتوئیک، اسیدهای چرب عمده تشکیل دهنده ساختار عصاره برگ گیاه برگ بو بودند. به دلیل سطوح بالای اسید لینولنیک و اسید لینولئیک عصاره برگ گیاه برگ بو دارای میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) بسیار بالایی با مقدار ۴۰/۲۱ درصد بود.

اسیدهای چرب اشباع (SFA) و اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) به ترتیب با مقادیر ۲۹/۸۸ و ۲۹/۸۶ درصد دارای مقادیر مشابهی بودند و بالاترین مقدار اسیدهای چرب برگ این گیاه به اسید پالمیتیک و اسید پالمیتوئیک تعلق داشت که به ترتیب برابر ۲۱/۲۵ و ۱۶/۴۹ درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱- ساختار اسیدهای چرب عصاره برگ گیاه برگ بو

مقدار (درصد)	نوع اسید چرب
۰/۶۷	اسید میریستیک (C14:0)
۲۱/۲۵	اسید پالمیتیک (C16:0)
۱۶/۴۹	اسید پالمیتوئیک (C16:1)
۰/۵۷	اسید مارگاریک (C17:0)
۳/۱۷	اسید استئاریک (C18:0)
۱۳/۳۷	اسید اولئیک (C18:1)
۱۴/۲۶	اسید لینولئیک (C18:2)
۲۵/۹۵	اسید لینولنیک (C18:3)
۱/۰۸	اسید آراشیدیک (C20:0)
۱/۲۵	اسید بهنیک (C22:0)
۱/۸۹	اسید لیگنوسریک (C24:0)
۲۹/۸۸	اسیدهای چرب اشباع (SFA)
۲۹/۸۶	اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA)
۴۰/۲۱	اسیدهای چرب چندغیراشباعی (PUFA)

۳-۱-۲- ترکیبات توکوفرولی

شناسایی ترکیبات توکوفرولی عصاره متانولی برگ گیاه برگ بو در جدول ۲ آورده شده است. در بین توکوفرول ها، گاما و بتاتوکوفرول با ۵۷/۳۹ درصد دارای بیشترین مقادیر بودند و سایر

در این رابطه A_{blank} جذب نوری شاهد منفی را که فاقد عصاره می باشد نشان می دهد و A_{sample} میزان جذب نوری غلظت های مختلف عصاره را بیان می کند.

۲-۴-۴- اندازه گیری عدد پراکسید

عدد پراکسید براساس استاندارد AOAC از رابطه ذیل محاسبه شد (۱۱).

$$PV(meq/kg) = \frac{1000 \times N \times V}{W} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه PV میزان عدد پراکسید، N نرمالیت تیوسولفات سدیم مصرفی، V حجم تیوسولفات مصرفی بر حسب میلی لیتر و W وزن نمونه روغن می باشد.

۲-۴-۵- محاسبه شاخص تیوبارینتوریک اسید

اندیس TBA با استفاده از روش صبوری و همکاران در سال (۲۰۰۲) و دستگاه اسپکتروفومتر (ساخت دانمارک) در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه گیری شد (۲۲).

۲-۴-۶- اندازه گیری عدد دی ان مزدوج^۱

مقدار ترکیبات دی ان مزدوج (میکرومول بر گرم روغن) از رابطه ۳ محاسبه شد که در آن A میزان جذب نمونه در طول موج ۲۳۴ نانومتر بود (۲۲).

$$CDV = \frac{A \times 600 \times 1000}{29000} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه A میزان جذب نمونه در طول موج ۲۳۴ نانومتر منهای جذب نمونه شاهد است. عدد ۶۰۰ عبارت است از رقت نمونه در هگزان و عدد ۲۹۰۰۰ ضریبی ثابت است.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نتایج، از طرح آماری کاملاً تصادفی استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری Mstac مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین ها با یکدیگر و با نمونه شاهد نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد ($p < 0.05$) با همین نرم افزار انجام گردید. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Microsoft Excel 2010 استفاده گردید.

اکسیدانی و در نتیجه افزایش پایداری می‌شود. طبق نتایج با افزایش غلظت‌های مختلف این عصاره میزان این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از ۳۴/۷۱ درصد در غلظت ۲۰۰ ppm تا ۷۶/۱۲ درصد در غلظت ۱۶۰۰ ppm عصاره برگ گیاه برگ بو افزایش یافت و این افزایش در تمام غلظت‌ها نسبت به نمونه شاهد با مقدار ۱۶/۳۳ درصد ترکیبات فنولی، در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود ($P < 0.01$). در مرحله بعد میزان ترکیبات فنولی ۲۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT با غلظت‌های مختلف عصاره مقایسه شد و مشخص گردید که در غلظت حاوی ۲۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان BHT نسبت به غلظت حاوی ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ ppm عصاره برگ بو، مقدار ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی کمتری وجود داشت. بنابراین بر اساس این پارامتر، عصاره برگ گیاه برگ بو با دارا بودن ترکیبات فنولی بیشتر نسبت به نمونه شاهد و آنتی‌اکسیدان BHT، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری بوده و در نتیجه قادر به افزایش پایداری به میزان موثری در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی BHT خواهد بود. سینگ و همکاران (۲۰۰۶) نیز ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی اسانس و عصاره‌های بذر شوید هندی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که علت قوی تر بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره بذر نسبت به اسانس آن، حضور بیش دو ترکیب فنولیک آنتول و دیل آپپول است (۲۵).

۳-۱-۵- بررسی فعالیت دام اندازی رادیکال‌های آزاد (DPPH)

نتایج تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو بر فعالیت دام اندازی رادیکال‌های آزاد که با استفاده از تست DPPH اندازه‌گیری شد، در شکل ۲ نشان داده شده است. با بررسی اثر عصاره برگ گیاه برگ بو، بر قدرت دام اندازی رادیکال‌های آزاد مشاهده شد که با افزایش غلظت عصاره، فعالیت دام اندازی رادیکال‌های آزاد به طور چشم‌گیری افزایش یافت به طوری که فعالیت دام اندازی رادیکال آزاد از ۶/۵۲ درصد برای غلظت ۲۰۰ ppm تا ۷۰/۸ درصد در سطح ۱۶۰۰ ppm افزایش یافت (شکل ۲). آنتی‌اکسیدان سنتزی در غلظت به کار برده شده نسبت به نمونه شاهد و غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm از نظر آماری در سطح بالاتری قرار داشت که برابر ۳۴/۳۳ درصد بود. در حالی که نسبت به نمونه‌های حاوی ۸۰۰

اجزاء شناسایی شده توکوفرولی عصاره شامل آلفاتوکوفرول و دلتا توکوفرول به ترتیب برابر با مقادیر ۱۳/۸۲ و ۷/۳۱ درصد بودند. بر اساس نتایج مقدار کل آلفاتوکوفرول ۲۷۷۴/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم عصاره، بتا و گاماتوکوفرول ۱۱۵۱۸/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و دلتاتوکوفرول ۱۴۶۶/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم عصاره محاسبه گردید.

جدول ۲- ترکیبات توکوفرولی عصاره برگ گیاه برگ بو

مقادیر (درصد)	نوع ترکیب شیمیایی
۷/۳۱	دلتا توکوفرول
۵۷/۹۳	گاما و بتا توکوفرول
۱۳/۸۲	آلفاتوکوفرول
۲۱/۴۸	سایر توکوفرول‌ها

۳-۱-۳- ترکیبات استرولی

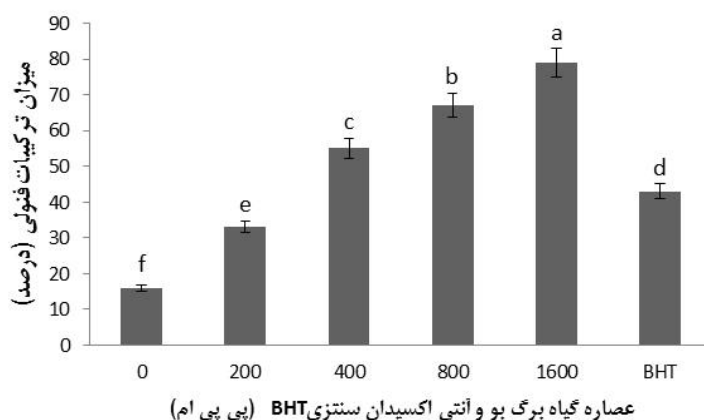
ترکیبات و مقادیر استرول‌های عصاره متانولی برگ گیاه برگ بو در جدول ۳ آورده شده است. در بین استرول‌ها، بالاترین میزان به بتا سیتواسترول با ۷۵/۱۷ درصد تعلق داشت و پس از آن کامپسترول، سیگما استرول و کلسترول سایر ترکیبات استرولی شناسایی شده در عصاره برگ گیاه برگ بو بودند (جدول ۳). بر اساس نتایج حاصل از شناسایی ترکیبات عصاره مشخص شد که مقدار کل ترکیبات استرولی در عصاره برگ گیاه برگ بو ۳۴۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم محاسبه گردید.

جدول ۳- ترکیبات استرولی عصاره برگ گیاه برگ بو

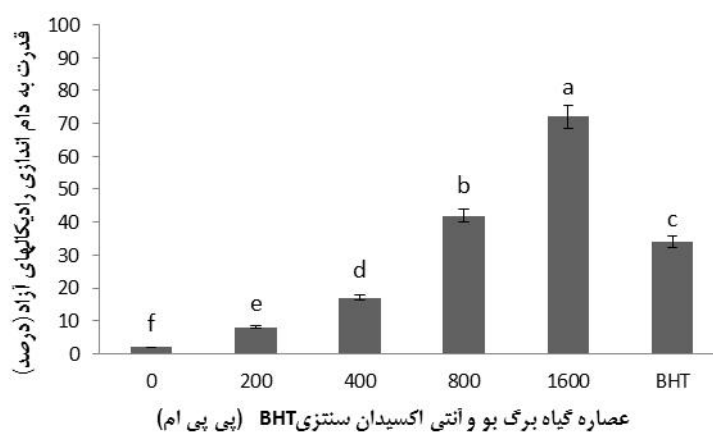
مقادیر (درصد)	نوع ترکیب شیمیایی
۰/۵۴	کلسترول
۹/۱۹	کامپسترول
۲/۳۱	سیگما استرول
۷۵/۱۷	بتاسیتواسترول

۳-۱-۴- ترکیبات فنولی عصاره برگ گیاه برگ بو

نتایج تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو، بر مقدار ترکیبات فنولی موجود که با استفاده از تست فولین اندازه‌گیری شد، در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزودن عصاره برگ بو میزان ترکیبات فنولی موجود افزایش یافت که این امر منجر به افزایش خاصیت آنتی



شکل ۱- تغییرات مقدار ترکیبات فنولی در غلظت های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو و آنتی اکسیدان



BHT

شکل ۲- تغییرات فعالیت مهارکنندگی رادیکال های آزاد در غلظت های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو

۲-۳- تعیین پایداری روغن کانولا در غلظت های مختلف

عصاره برگ گیاه برگ بو طی زمان نگه داری

۳-۲-۱- آندیس پراکسید

هیدروپراکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون چربی ها هستند و به طور کلی هر قدر درجه غیر اشباعیت روغن ها بیشتر باشد روغن و یا ماده چرب آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارد. وقتی که میزان پراکسید به حد معینی برسد، تغییرات مختلفی صورت گرفته و مواد فرار آلدئیدی و کتوننی ایجاد می شوند که در ایجاد بو و طعم نامطبوع مواد چرب مؤثر می باشند. در مراحل ابتدایی فرایند اکسیداسیون، میزان این ترکیبات کم است اما در مرحله انتشار، میزان هیدروپراکسیدها به سرعت افزایش می یابد. در این مرحله تعیین عدد پراکسید شاخص مناسبی از تعیین وضعیت اکسیداسیون روغن ها می باشد (۲۷).

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود در زمان های اولیه نگه داری اختلاف معنی داری بین عدد پراکسید روغن حاوی عصاره

و ۱۶۰۰ ppm در سطح پایین تری قرار داشت و فعالیت رادیکال گیرندگی کمتری داشت (شکل ۲).

مقدار این پارامتر با میزان ترکیبات فنولی هم خوانی داشت. همان طور که ذکر شد با افزودن غلظت های بالاتر عصاره برگ بو مقدار ترکیبات فنولی نسبت به روغن حاوی ۲۰۰ ppm آنتی اکسیدان سنتزی BHT بیشتر بوده و در نتیجه خاصیت آنتی اکسیدانی و فعالیت دام اندازه ی بیشتری نیز دارد. در تحقیقی مشابه جایپراکاشا و همکاران (۲۰۰۳) فعالیت به دام اندازه رادیکال های آزاد هسته انگور را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که عصاره هسته انگور به عنوان یک آنتی اکسیدان اولیه از به وجود آمدن رادیکال های آزاد جلوگیری کرده و نیز با رادیکالهای آزاد واکنش داده و آنها را پایدار می کند (۱۸).

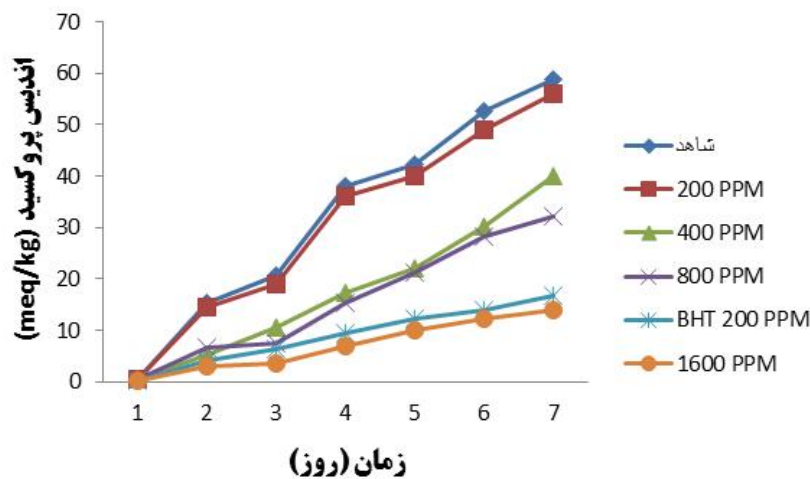
داشت و نتیجه بهتری حاصل شد. ولی همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود غلظت ۱۶۰۰ ppm عصاره در طی فرایند نگه داری روغن به مدت ۷ روز، از نظر عدد پراکسید نسبت به آنتی‌اکسیدان BHT نتیجه بهتری را نشان داد به طوری که در روز هفتم نگه داری میزان عدد پراکسید روغن حاوی غلظت های ۱۶۰۰ ppm عصاره برگ گیاه برگ بو و ۲۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT به ترتیب برابر ۱۳/۸ و ۱۶/۷۸ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم بود. در کاری مشابه طاهانزاد و همکاران در بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پنیروک در روغن سویا با غلظت های ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و همچنین آنتی‌اکسیدان های سنتزی BHA و BHT در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام در روغن سویا اعلام کردند که در تست پراکسید در غلظت های ۴۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را داشته و معادل با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA در هر دو سطح غلظتی ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام عمل کرده است ولی نسبت به آنتی‌اکسیدان BHT در هر دو سطح بهتر عمل نموده است (۴).

۳-۲-۲- تعیین شاخص پایداری اکسایشی

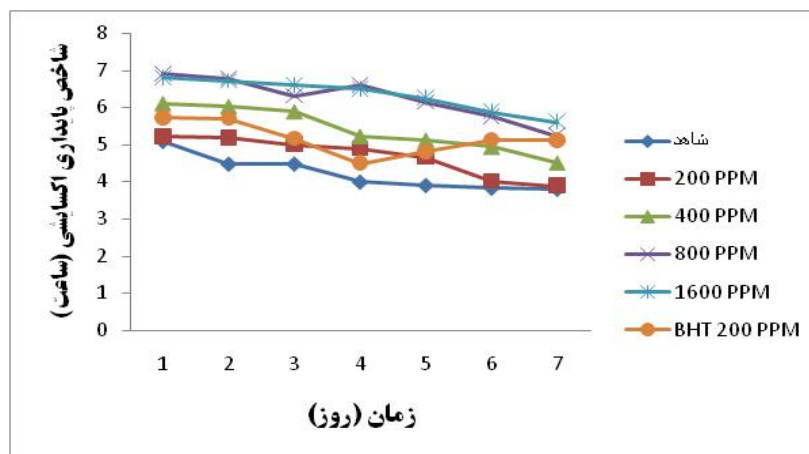
شاخص پایداری اکسایشی روغن توسط دستگاه رنسیمت تعیین می‌گردد. پایداری اکسایشی را می‌توان مقاومت روغن ها و چربی ها تحت شرایط تعیین شده و فساد ناشی از آن که باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب می‌شود تعریف کرد. به عبارت دیگر، پایداری اکسایشی عبارت از مدت زمان لازم برای رسیدن به نقطه ای است که در آن یکی از کمیت های اکسایشی مانند عدد پراکسید یا عدد کربونیل پس از طی نمودن روند افزایشی خود به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. مدت زمان لازم برای رسیدن به این نقطه به عنوان طول دوره القاء در نظر گرفته می‌شود. اکسیداسیون باعث ایجاد فساد می‌شود که بوی نامطلوب و کاهش کیفیت غذا را به دنبال دارد (۲۶).

برگ گیاه برگ بو در غلظت های مختلف و نمونه حاوی ۲۰۰ ppm آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT با یکدیگر و با نمونه شاهد (روغن کانولای فاقد عصاره و BHT) وجود ندارد در حالی که با گذشت زمان نگه داری تیمار های روغن طی روزهای ۵، ۶ و ۷ بین اعداد پراکسید روغن در غلظت های مختلف عصاره با نمونه شاهد و BHT اختلاف معنی داری وجود داشت. طبق نتایج، غلظت ۲۰۰ ppm در هیچ کدام از زمان های نگه داری روغن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه شاهد از نظر این پارامتر اختلاف چشم گیری نداشت (شکل ۳). در حالی که با افزایش غلظت عصاره تا ۴۰۰ ppm اختلاف داده های پراکسید نسبت به نمونه حاوی ۲۰۰ ppm و شاهد به طور معنی داری کاهش یافت. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت عصاره تا ۸۰۰ ppm عدد پراکسید روغن هر چند نسبت به غلظت ۲۰۰ ppm روند کاهشی نشان داد ولی این کاهش چندان قابل توجه نبود به طوری که اختلاف داده ها به جز روز هفتم نگه داری، در سایر زمان های نگه داری معنی دار نبود (شکل ۳). بر اساس نتایج حاصل شده، افزایش غلظت عصاره برگ گیاه برگ بو تا ۱۶۰۰ ppm در روغن کانولا منجر به کاهش معنی داری در عدد پراکسید روغن طی زمان های مختلف نگه داری شد به طوری که به جز روز اول نگه داری، بین عدد پراکسید روغن در سطح ۱۶۰۰ ppm نسبت به غلظت های مختلف و نمونه شاهد در سایر روزهای نگه داری شامل ۲ تا ۷ روز، اختلاف چشم گیری وجود داشت و عدد پراکسید روغن حاوی ۱۶۰۰ ppm در کمترین مقدار بود.

بررسی اثر آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT بر روی عدد پراکسید در طی ۷ روز نگه داری در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نیز نشان داد که افزودن ۲۰۰ ppm از این آنتی‌اکسیدان سنتزی به روغن کانولا، منجر به کاهش چشم گیری در این اندیس شد به طوری که مقدار اندیس پراکسید روغن در طی تمام روزهای نگه داری به جز روز اول و تا حدودی روز دوم، نسبت به غلظت های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ ppm به طور معنی داری در سطح پایین تری قرار



شکل ۳- تغییرات مقدار اندیس پروکسید در غلظت های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو



شکل ۴- تغییرات پایداری اکسایشی روغن کانولا در غلظت های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو

پایداری اکسایشی روغن به ترتیب مربوط به غلظت ۱۶۰۰ ppm در روز اول نگه داری با مقدار ۶/۹ ساعت و غلظت ۲۰۰ ppm در روز هفتم نگه داری با مقدار شاخص پایداری ۳/۸۸ ساعت بود (شکل ۴).

با بررسی اثر آنتی اکسیدان سنتزی BHT روی پایداری اکسایشی روغن کانولا در طی ۷ روز نگه داری در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مشخص شد که با افزودن ۲۰۰ ppm از این آنتی اکسیدان سنتزی، اندیس رنسیمت تا روز سوم نگه داری نسبت به شاهد و غلظت ۲۰۰ ppm از عصاره برگ گیاه برگ بو در سطح بالاتری قرار داشت و روند پایداری اکسایشی مانند سایر غلظت ها با گذشت زمان کاهش می یافت که از روز چهارم نگه داری به بعد روند متفاوتی مشاهده شد. به طوری که با گذشت زمان، روند شاخص پایداری اکسایشی بر خلاف معمول افزایش یافت و در روز ششم و هفتم مقدار شاخص پایداری

روند تغییرات پایداری اکسایشی روغن کانولای حاوی غلظت های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو و آنتی اکسیدان سنتزی BHT در شکل ۴ آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود با افزایش غلظت عصاره برگ گیاه برگ بو در روغن کانولا در یک زمان نگه داری ثابت، شاخص پایداری اکسایشی روغن افزایش یافته است در حالی که در یک غلظت ثابت با افزایش زمان نگه داری تیمار های روغن از یک تا هفت روز، شاخص پایداری اکسایشی روغن یا همان طول دوره القاء کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج، شاخص پایداری اکسایشی روغن در تمام غلظت های عصاره برگ بو به کار رفته نسبت به نمونه شاهد در سطح بالاتری قرار داشته و به جز روز اول و تا حدودی روز هفتم در مورد غلظت ۲۰۰ ppm، این اختلاف اعداد رنسیمت معنی دار بود. به این ترتیب در بین سطوح به کار رفته از عصاره برگ گیاه برگ بو طی زمان های مختلف نگه داری، بیشترین و کمترین

گردند، لذا تهیه و تولید آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جانشینی مناسب ضروری می‌باشد. بنابراین در این تحقیق در راستای کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، از عصاره برگ گیاه برگ بو به عنوان جایگزینی مناسب برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی استفاده شد. بر اساس نتایج مشاهده گردید که غلظت ppm ۱۶۰۰ عصاره برگ گیاه برگ بو نسبت به غلظت‌های دیگر عصاره شامل ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ ppm و نمونه شاهد به دلیل داشتن مقادیر بالاتر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، توکوفرولی و فنولی از نظر فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد مؤثرتر عمل نموده و در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در غلظت ppm ۲۰۰ نیز تأثیر بیشتری داشته است. نتایج حاصل از بررسی پایداری اکسایشی روغن حاوی غلظت‌های مختلف عصاره برگ گیاه برگ بو هم چنین نشان داد که غلظت ppm ۱۶۰۰ عصاره برگ گیاه برگ بو در کاهش اندیس پراکسید و افزایش شاخص پایداری اکسایشی نسبت به سایر غلظت‌های عصاره و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در سطح ppm ۲۰۰ تأثیر بیشتری داشته است. طبیعتاً قابلیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر غلظت ۱۶۰۰ ppm عصاره برگ گیاه برگ بو نسبت به سایر غلظت‌ها را طی فرآیند حرارتی می‌توان به مقادیر باقی مانده بیشتر ترکیبات فنولی و توکوفرولی موجود در آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و هم چنین مقدار بالای این ترکیبات در عصاره نسبت داد.

۵- منابع

۱. زرگری، ع. ۱۳۶۹. گیاهان دارویی، جلد چهارم، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. شهبواری، ن.، برزگر، م.، سحری، م. و نقدی بادی، ح. پاییز. ۱۳۸۷. بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه آویشن شیرازی (*zataria multiflora* Boiss) در روغن سویا. فصلنامه گیاهان دارویی، سال هفتم، دوره ۴، شماره مسلسل ۲۸.
۳. صمصام شریعت، ه. ۱۳۷۴. پرورش و تکثیر گیاهان دارویی، انتشارات مانی.
۴. طاها نژاد، م. ۱۳۸۸. کاربرد اسانس اسطوخودوس و عصاره پنیرک به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در روغن خام سویا. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

اکسایشی نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT نسبت به غلظت ppm ۴۰۰ عصاره برگ گیاه برگ بو نیز در سطح بالاتری قرار گرفت و در روز هفتم ننگه داری نسبت به غلظت ppm ۸۰۰ عصاره در یک سطح قرار گرفت. همان طور که مشاهده می‌شود روغن حاوی ppm ۱۶۰۰ عصاره برگ گیاه برگ بو در تمام مدت ننگه داری روغن، از نظر شاخص پایداری اکسایشی نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در سطح بالاتری قرار داشت که نشان دهنده پایداری بیشتر روغن کانولای حاوی غلظت ppm ۱۶۰۰ عصاره برگ گیاه برگ بو نسبت به روغن حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در برابر اکسیداسیون می‌باشد، که یکی از دلایل اصلی این پایداری اکسایشی به وجود مقدار بیشتر توکوفرول‌ها و ترکیبات فنولی عصاره بر می‌گردد. یزدان پناه و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی مشابه با بررسی مقاومت حرارتی عصاره آنتی‌اکسیدانی پوست خارجی انار در روغن آفتابگردان در دو سطح ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام در آزمون طول دوره القاء در سه دمای ۹۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد پرداختند و بیان کردند که نمونه‌های حاوی ۱۰۰ پی‌پی‌ام عصاره متانولی پوست خارجی انار دارای بالاترین طول دوره القاء نسبت به سایر نمونه‌هاست. پس از آن تیمار حاوی ۱۰۰ پی‌پی‌ام عصاره متانولی انار و سپس نمونه ۲۰۰ پی‌پی‌ام BHT قرار می‌گیرد که با هم تفاوت معنی‌داری ندارند. همچنین آن‌ها گزارش دادند که با افزایش دما از ۹۰ به ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد طول دوره القاء در تمامی تیمارها به طور قابل توجهی کاهش یافته و به نظر می‌رسد با افزایش دما کارایی BHT در مقایسه با سایر آنتی‌اکسیدان‌ها کمتر بوده است (۹).

۴- نتیجه گیری کلی

امروزه یکی از مشکلات صنعت غذا استفاده از ترکیبات مختلف سنتزی به عنوان ننگه دارنده می‌باشد که خطرات بالقوه هر کدام از این ترکیبات جهت سلامتی انسان‌ها به اثبات رسیده است. در صنعت روغن برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌های متعددی وجود دارد که یکی از این موارد افزودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی می‌باشد. اما با توجه به این که آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی اثرات نامطلوبی مانند اثر جهش‌زایی و سرطان‌زایی در بدن انسان دارند به تدریج از لیست آنتی‌اکسیدان‌های مصرفی حذف می‌شوند.

- oxidative stability measures and shelf life of soybean oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 84: 205-209.
15. Farhoosh, R., Tavakkoli, J. and Hadad Khodaparast, M.H. 2008. Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. Journal of American oil chemistry society, 15: 379-385.
 16. Halliwell, B., Aeschbach, R., Loliger, J. and Arouma, O.I. 1995. The characterization of antioxidants. Journal of the Food Chemistry. 33: 601-617.
 17. Horwitz, W., Senze, A., Reynolds, H. and Park, D.L. 1975. Official methods of analysis of the association of any tical chemists. Washington: Associat Official Analytic Chemist.
 18. Jayaprakasha, G.K. 2003. Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifer*) seed extracts. Food Research International: 117-122.
 19. Matthaus, B. 2006. Utilization of high – oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. European Journal of Lipid Science and Technology, 108: 200-211.
 20. Ouchikh, O. 2011. The effects of extraction method on the measured tocopherol level and antioxidant activity of *L. nobilis* vegetative organs. Journal of Food Composition and Analysis, 24: 103-110.
 21. Saguy, I.S., Shani, A., Weinberg P. and Garti, N. 1996. Uilization of jojoba oil for deep fat frying of foods. Journal of Lebensm Wiss u - Technology, 29: 573-577.
 22. Seabury, k. 2002. The effect of antioxidants in preventing farther oxidation in TBA analysis. California state science fair. Project number, Jo404.
 23. Shantha, N.C. and Decker, E.A. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of the American Oil Chemis' Society, 77: 21-424.
 24. Simic, M. 2003. Preliminary assay on the antioxidative activity of *Laurus nobilis* extracts. Journal of Fitoterapia, 74: 613-616.
 25. Singh, G and Marimuthu,P . 2006. Antioxidant and biocidal activities of *Carum nigrum*(seed) essential oil, oleoresin, and their selected
۵. عیوقی، ف. برزگر، م. سحری، م.ع. نقدی بادی، ح. بهار ۱۳۸۸. بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس شوید (*Anethum graveolens*) در روغن سویا و مقایسه ی آن با آنتی اکسیدان های شیمیایی، فصلنامه گیاهان دارویی، سال هشتم، دوره دوم، شماره مسلسل ۳۰.
 ۶. فلوک، ه. ۱۳۷۹. گیاهان دارویی (ترجمه توکلی صابری، م.ر و صداقت، م.ر)، انتشارات گلشن تهران.
 ۷. قوامی، م، قنبری، ر، صفا فر، ح. ۱۳۸۵. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره متانولی گیاه اکلیل کوهی بر پایداری روغن کانولا. شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، ۲۴-۲۳ فروردین، گرگان، ایران.
 ۸. میرزائی، ع، محمدی، ج، میرزائی، ن، میرزائی، م. ۱۳۹۰. ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی و فنل تام عصاره هیدرو الکلی خاکشی، بارهنگ، زنیان، گشنیز، شبلیله. مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا، سال اول، شماره ۳. ۱۶۷-۱۶۰.
 ۹. یزدان پناه، ص، ارجمند، پ، پور آذرنگ، ه. ۱۳۸۸. بررسی مقاومت حرارتی عصاره آنتی اکسیدانی پوست خارجی انار در روغن آفتابگردان، علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۴۷، ص ۹۵-۱۰۲.
 10. Adel, A., Mohdaly, A., Smetanska, I., Fawzy, R. M. and Sarhan, M. A. 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. Industrial Crops and Products, 34 (1): 952-959.
 11. AOAC. 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists [Methods 37.1.12].
 12. Bera, D. B and Lahiri, D., A. 2006. Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. Journal of Food Engineering, 74: 542-545.
 13. Burits, M. and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytotherapy Research, 14, 323-328.
 14. Farhoosh, R. 2007. The effect of operational parameters of the rancimat method on the determination of the

- components. Journal of Agricultural and Food chemistry, 54:174-181.
26. Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P. and Gargova, S. 2007. Antioxidant activity of ginger extract (*Zingiber officinale*). Journal of Food chemistry, 102: 764-70.
27. Yaghmure, A. and Aserin, A. 2001. Evaluation of Argan Oil for Deep-Fat frying. Lebensm. Journal of Lebensm Wiss u - Technology. 34: 124-130.