

بهینه‌سازی پایداری حرارتی روغن سویا تحت تأثیر اسانس آویشن دناپی (*Thymus daenensis Celak*) با استفاده از روش سطح پاسخ

مهسا اقبالیان‌راد^۱، عباسعلی ساری^{۲*}، امیر دارائی گرمه‌خانی^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲. استادیار، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳. استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی و منابع طبیعی تویسرکان، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: sari_abas@yahoo.com

(دریافت: ۹۶/۱۱/۲۷ پذیرش نهایی: ۹۷/۷/۲۵)

چکیده

پایداری اکسیداتیو روغن‌ها و چربی‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند اکسیژن، نور، حرارت، یون‌های فلزی و آنزیم‌ها قرار می‌گیرد. آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، با وجود کارایی بالا به دلیل احتمال سمیت و سرطان‌زایی، زیر سؤال قرار گرفته‌اند. هدف از این تحقیق، بهینه‌سازی پایداری حرارتی روغن تحت تأثیر اسانس آویشن دناپی می‌باشد. در این مطالعه روغن سویا تحت شرایط مختلف دمای سرخ کردن (۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سلسیوس)، مدت زمان سرخ کردن (۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت) و غلظت‌های مختلف اسانس آویشن دناپی (۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ ppm) قرار گرفت. شاخص‌های عدد اسیدی، عدد پراکسید، عدد تیوباریتوریک اسید، ترکیبات قطبی و دی‌ان مزدوج در تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که با افزودن اسانس آویشن دناپی به روغن به‌علت وجود ترکیبات فنولی در اسانس و خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها میزان پایداری حرارتی روغن افزایش یافته است ($p < 0/05$). هم‌چنین نتایج شاخص‌های عدد اسیدی، عدد پراکسید، عدد تیوباریتوریک اسید و ترکیبات قطبی موجود در نمونه‌های روغن سرخ شده به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس نشان داد که افزودن اسانس آویشن دناپی باعث حفظ روغن شده و روغن مورد مطالعه حتی پس از ۱۲ ساعت سرخ شدن در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس هنوز قابلیت مصرف دارد. این مطالعه نشان داد که اسانس‌های گیاهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی باشد.

واژه‌های کلیدی: اسانس آویشن دناپی، روغن سویا، پایداری حرارتی، روش سطح پاسخ

مقدمه

امروزه گرایش به استفاده از روغن‌های گیاهی در سرخ کردن، پخت و پز و تهیه سالاد روبه افزایش است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این نوع روغن‌ها پایداری حرارتی آن‌ها در مواد غذایی و سایر فراورده‌های تجاری است. روغن‌های گیاهی واجد مقادیر قابل توجهی پیوندهای دوگانه هستند بنابراین نسبت به واکنش‌های اکسایشی حساسیت بیشتری دارند (Parker *et al.*, 2003).

رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در حین اکسیداسیون باعث اکسیداسیون خود به خودی و تولید ترکیبات شیمیایی نامطلوب، ایجاد تندی و بدطعمی ماده غذایی و در بدن انسان نیز سبب بروز بسیاری از بیماری‌ها خصوصاً سرطان می‌شوند (Espin, *et al.*, 2000). آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مانند BHA (Butylated hydroxyanisole) و BHT (Butylated hydroxytoluene) با مهار رادیکال‌های آزاد سبب جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها می‌شوند. استفاده از این ترکیبات به دلیل سمیت احتمالی و گزارشاتی مبنی بر سرطان‌زایی و تأثیر بر فعالیت‌های آنزیمی کبد، محدود شده است بنابراین در سال‌های اخیر تلاش برای شناخت آنتی‌اکسیدان‌های با منشأ طبیعی افزایش یافته است (Zainol, *et al.*, 2003). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ترکیباتی فنولی هستند که از گیاهان مختلف به‌دست می‌آیند و توانایی مهار رادیکال‌های آزاد را دارند (Rajaei, *et al.*, 2011). ایران یکی از غنی‌ترین منابع گیاهان دارویی جهان به‌شمار می‌رود و دارای تنوع بالای شرایط زیست‌گاهی برای انواع گیاهان می‌باشد (Haghiroalsadat, *et al.*, 2015). گیاه آویشن دنايي

یکی از گونه‌های خانواده نعناعیان (*Lamiaceae*)، است که در مناطق معتدل و سرد ایران مانند همدان، شهرکرد، اصفهان و زنجان می‌روید. مهم‌ترین ترکیبات فنولی آن شامل تیمول و کارواکرول می‌باشد. اکثر ترکیبات موجود در اسانس آویشن دنايي مربوط به مونوترپن‌های اکسیژن‌دار است. معمولاً تیمول همراه با برخی از مونوترپن‌های اسانس از جمله کارواکرول، p-سیمن و -تیرپین در فرایندهای بیولوژیکی فعالیت دارد (Pirbalouti, *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس آویشن شیرازی در روغن سویا بررسی شد و به این نتیجه رسیدند که اثر این اسانس در غلظت ۰/۰۶ درصد مشابه اثر BHA در غلظت ۰/۰۲ درصد است (Shahsavari, *et al.*, 2008). در تحقیقی دیگر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس دارچین بر روی دو نمونه روغن خوراکی رایج در ایران شامل روغن زیتون و مخلوط روغن‌های رویا و آفتاب گردان مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که این اسانس قادر به کاهش سطوح مالون دی‌آلدئید در تیمارهای مختلف می‌باشد (Keshvari, *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای (Ayoughi *et al.*, 2009) فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید در روغن سویا بررسی شد. نتایج نشان داد که اسانس شوید توانایی جلوگیری از تولید محصولات اولیه و ثانوی اکسیداسیون در روغن سویای خام را در سطح غلظتی ۰/۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر که تقریباً معادل با آنتی‌اکسیدان شیمیایی BHT در سطح غلظتی ۰/۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر می‌باشد را دارا می‌باشد (Ayoughi *et al.*, 2009). در تحقیقی دیگر (Mohagheghi *et al.*, 2011) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست سیب‌زمینی استخراج شده با استفاده از

مطالعات انجام شده و اثرات سودمند آنتی اکسیدان های طبیعی در این تحقیق اسانس آویشن دنیایی جهت افزایش پایداری حرارتی به روغن سویا که یکی از مهم ترین منابع روغن گیاهی می باشد اضافه و اثرات پایداری آن در شرایط سرخ کردن نسبت به روغن سویا حاوی آنتی اکسیدان سنتتیک BHT مقایسه شد.

مواد و روش ها

- تهیه اسانس آویشن دنیایی

در این تحقیق گیاه آویشن دنیایی از یکی از فروشگاه های گیاهان دارویی سطح شهر همدان خریداری و توسط مرکز تحقیقات کشاورزی همدان شناسایی شد. اسانس گیاه آویشن دنیایی به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد. در هر بار اسانس گیری، ۱۰۰ گرم گیاه به صورت نیم کوب شده در بالن دستگاه کلونجر ریخته شد و مقداری آب که ۴ تا ۶ برابر وزن گیاه بود به آن اضافه گردید. سه ساعت بعد از تقطیر، اسانس جمع آوری و در ظروف شیشه ای تیره رنگ در یخچال نگهداری شد.

- آزمون های انجام شده روی اسانس

- ترکیبات فنولی کل

میزان کل ترکیبات فنولی با استفاده از روش رنگ سنجی فولین سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت (Yildirim, et al., 2001). روش کار به این صورت بود که ۲۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۱/۱۶ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین به محلول فوق اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۲۰ درصد به محلول اضافه و نمونه ها بعد از هم زدن با همزن لوله ای به مدت ۳۰

روش های پرکولاسیون با حلال متانول و روش فراصوت با ۵ حلال متانول، اتانول، هگزان، استون و آب را بررسی نمودند و مشاهده کردند که روش فراصوت سبب افزایش مقدار کل ترکیبات فنولی استخراج شده گردید و عصاره متانولی پوست سیب زمینی دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بسیار قوی و قابل مقایسه با آنتی BHA و BHT اکسیدان های تجاری است. در تحقیقی (Hashemi et al., 2014) فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس گیاه درمنه را در روغن مخصوص سرخ کردنی در شرایط اکسیداسیون تسریع شده (دمای ۹۰ درجه سانتی گراد) در طی هفت روز، با اندازه گیری اعداد پراکسید و اسید تیوباربتوریک تعیین و با TBHQ (Tert-Butylhydroquinone) مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که این اسانس می تواند به عنوان آنتی اکسیداسیون طبیعی در فراورده های غذایی به ویژه غذاهای چرب به کار رفته و عمر نگهداری آن ها را افزایش دهد (Hashemi et al., 2014). در مطالعه دیگری تأثیر افزودن اسانس اسطوخودوس در غلظت های مختلف (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ ppm) به روغن خام سویا توسط محققین دیگر بررسی و مشاهده شد که اسانس اسطوخودوس فعالیت آنتی اکسیدانی معادل با آنتی اکسیدان سنتزی BHT دارا بودند که به علت وجود ترکیبات فنولی در اسانس اسطوخودوس می باشد (Taha Nejad et al., 2012). در پژوهشی دیگر (Singh and Marimuthu, 2006) اثر آنتی اکسیدانی عصاره رازیانه روی روغن بزرک بررسی و گزارش شد که این عصاره سرعت اکسیداسیون را کاهش می دهد. آن ها اثرات تشدید کنندگی بین ترکیبات فنولی را دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی این عصاره ها دانستند. با توجه به

میزان جذب نشان دهنده قدرت احیاء کنندگی عصاره‌ها می‌باشد (Yildirim, et al., 2001). غلظت‌های مختلف از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد تهیه و منحنی کالیبراسیون رسم شد. نتایج به‌صورت معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد.

- فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌روش به دام اندازی رادیکال دی پی پی اچ (DPPH)

۲ و ۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) رادیکالی چربی دوست است که حداکثر جذب را در طول موج ۵۱۷ نانومتر دارد. توانایی عصاره‌ها برای جذب رادیکال‌های DPPH طبق روش (Blois, 1958) تعیین شد. برای اندازه‌گیری درصد جذب DPPH عصاره‌های استخراجی به‌صورت زیر عمل شد. ابتدا ۱ میلی‌لیتر از محلول متانولی یک میلی‌مولار DPPH با ۳ میلی‌لیتر از محلول عصاره‌های تولیدی مخلوط و به‌شدت مخلوط شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق در تاریکی نگه‌داری و در نهایت جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. فعالیت بر حسب درصد نسبی DPPH طبق معادله ۱ محاسبه شد (Blois, 1958).

دقیقه در بن‌ماری با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد استفاده شد و میزان فنول کل عصاره به‌صورت معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد.

- فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌روش قدرت احیاء کنندگی (Reducing power)

توانایی عصاره‌ها برای احیا آهن سه ظرفیتی در تحقیقی توسط روش (Yildirim, et al., 2001) تعیین شد. در این روش ۱ میلی‌لیتر از عصاره‌های مختلف استفاده و با ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات (pH=6.6) و (M=0.2) و ۲/۵ میلی‌لیتر فری سیانید پتاسیم (۱۰ گرم در لیتر) کاملاً مخلوط شد و به‌مدت نیم ساعت در دمای ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس ۲/۵ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید (۱۰۰ گرم در لیتر) به مخلوط فوق اضافه و کاملاً مخلوط شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (۱۷۰۰g) شدند. پس از آن ۲/۵ میلی‌لیتر از محلول رویی با ۲/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن (III) (۱ گرم در لیتر) مخلوط و جذب در طول موج ۷۰۰ نانومتر قرائت شد.

$$\text{DPPH درصد} = \frac{\text{عدد جذب شاهد} - \text{عدد جذب نمونه}}{\text{عدد جذب شاهد}} \times 100 \quad (1)$$

رنگ فسفات مولیبدنوم در محیط اسیدی است. در این روش ۰/۱ میلی‌لیتر از هر یک عصاره‌های تولیدی را در یک لوله اپندورف ریخته و ۱ میلی‌لیتر از محلول معرف (مخلوطی از اسید سولفوریک ۰/۶ مولار، فسفات سدیم

- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌روش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (Total antioxidant capacity) این روش بر اساس احیای مولیبدنوم (VI) به مولیبدنوم (V) توسط نمونه و تشکیل کمپلکس سبز

- اندازه‌گیری عدد دی ان مزدوج (CDV)

نمونه روغن به نسبت ۱:۶۰۰ (گرم به میلی‌لیتر) با هگزان (Ghatran shimi, Iran) رقیق شد. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر دو پرتویی ماوراء بنفش - مرئی (Hius alpha, England) میزان جذب نمونه رقیق شده در طول موج ۲۳۴ نانومتر خوانده شد. مقدار ترکیبات دی ان مزدوج از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$CDV = A * 600 * 1000 / 29000 \quad (1)$$

که A میزان جذب نمونه در طول موج ۲۳۴ نانومتر منهای جذب نمونه شاهد است. عدد ۶۰۰، رقت نمونه در هگلان و عدد ۲۹۰۰۰ ضریب ثابت است (Hamedani and Haddad Khodaparast, 2013).

- اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات قطبی

مقدار کل ترکیبات قطبی به روش کروماتوگرافی سطحی اندازه‌گیری شد. البته به جهت تعداد زیاد نمونه، تبخیر حلال با استفاده از دستگاه تبخیر کننده چرخشی (IKA, Germany) انجام گرفت (Schulte, 2004).

- تجزیه و تحلیل آماری و بهینه‌سازی

به منظور بهینه‌سازی پایداری حرارتی روغن خوراکی تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی نظیر غلظت اسانس آویشن دناپی، دما و زمان سرخ کردن از روش سطح پاسخ استفاده گردید. به این منظور طرح مرکب مرکزی (Central Composite Design) با ۳ سطح و ۵ تکرار در نقطه مرکزی برای بررسی تأثیر شرایط فرآیند حرارتی بر خواص کیفی و پایداری اکسیداتیو روغن خوراکی طی فرآیند سرخ کردن مورد استفاده قرار گرفت (+۱، ۰، -۱) (جدول ۱). در این تحقیق محدوده متغیرهای مستقل غلظت اسانس آویشن دناپی (X_۱)، دمای سرخ کردن (X_۲) و زمان سرخ کردن (X_۳) از

۲۸ میلی‌مولار و مولبیدات آمونیوم ۴ میلی‌مولار) به آن اضافه کرده و پس از دربندی به مدت ۹۰ دقیقه در بن ماری (۹۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد و بعد از سرد شدن تا دمای اتاق میزان جذب در طول موج ۶۹۵ نانومتر در برابر یک شاهد قرائت گردید. محلول شاهد حاوی ۱ میلی‌لیتر از محلول معرف و ۰/۱ میلی‌لیتر حلال مورد استفاده بود که در شرایط مشابه بقیه نمونه‌ها انکوباسیون شد (Arabshahi-Delouee and Urooj, 2006). غلظت‌های مختلف از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد تهیه و منحنی کالیبراسیون رسم شد. نتایج به‌صورت معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد.

- افزودن اسانس به روغن و آماده‌سازی نمونه‌های روغن و بررسی شاخص‌های کیفی آن

روغن سویای بکر از یکی از کارخانجات روغن‌کشی استان همدان تهیه شد. در این مطالعه غلظت‌های مختلف اسانس آویشن دناپی (۰، ۴۰۰ و ۸۰۰ ppm) به روغن سویای بکر اضافه گردید و سپس پایداری اکسیداتیو روغن تحت شرایط مختلف دمای سرخ کردن (۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان (۰، ۶ و ۱۲ ساعت) مورد ارزیابی قرار گرفت.

- اندازه‌گیری شاخص‌های اکسیداسیون روغن

برای اندازه‌گیری عدد پراکسید روغن، بسته به میزان پراکسایش، ۰/۱ تا ۰/۲ گرم نمونه بر اساس روش (Shantha and Decker, 1994) مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص تیوباریتوریک اسید و عدد اسیدی نیز به ترتیب بر اساس روش (Vyncke, 1970) و (AOAC, 2005) تعیین شد.

درجه دوم به منظور پیش‌بینی پاسخ، در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Design Expert انجام شد.

آزمون‌های اولیه استنتاج گردید. تیمارهای آزمایشی به منظور به حداقل رساندن اثرات تغییرات پیش‌بینی شده در پاسخ‌های مشاهده شده به صورت تصادفی درآمدند. مدل‌های رگرسیونی چند جمله‌ای درجه اول و

جدول (۱) - متغیرهای مستقل و سطوح مورد استفاده جهت بهینه‌سازی پایداری اکسیداتیو و خواص کیفی روغن تحت تأثیر شرایط مختلف سرخ کردن و غلظت‌های مختلف اسانس آویشن دناایی

سطوح و حدود متغیرها			متغیرهای مستقل
+۱	۰	-۱	
۱۲	۶	۰	زمان سرخ کردن (ساعت)
۱۹۰	۱۷۰	۱۵۰	دمای سرخ کردن (°C)
۸۰۰	۴۰۰	۰	غلظت اسانس آویشن دناایی (ppm)

آویشن دناایی، دما و زمان سرخ کردن) به ترتیب در شکل (۱) ارائه شده است. همان‌طور که از شکل (۱) مشاهده می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن سرخ شده روند صعودی دارد در حالی که با افزایش غلظت اسانس آویشن دناایی میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن روند نزولی دارد.

یافته‌ها

- مشخصات اسانس آویشن دناایی

جدول (۲) ترکیبات فنولی کل و ویژگی‌های

آنتی‌اکسیدانی اسانس آویشن دناایی را نشان می‌دهد.

- تغییرات میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

تغییرات میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن تحت

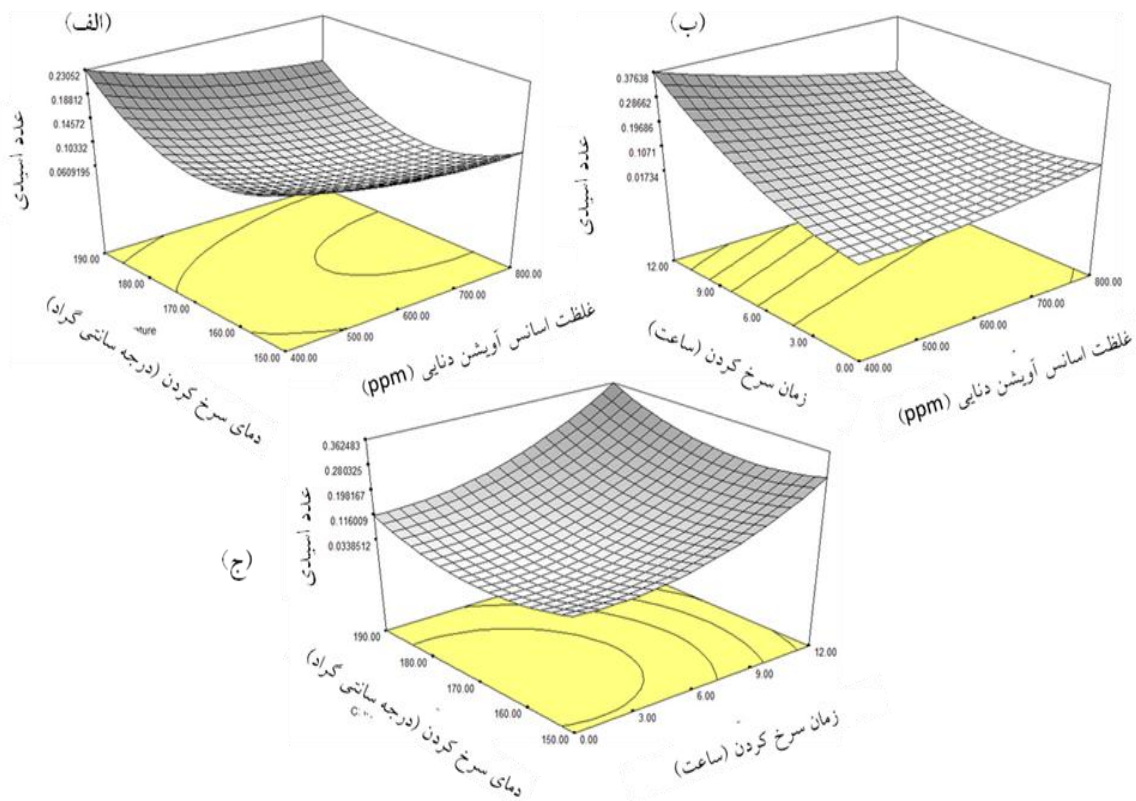
تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی (غلظت اسانس

جدول (۲) - مشخصات اسانس آویشن دناایی استخراج شده

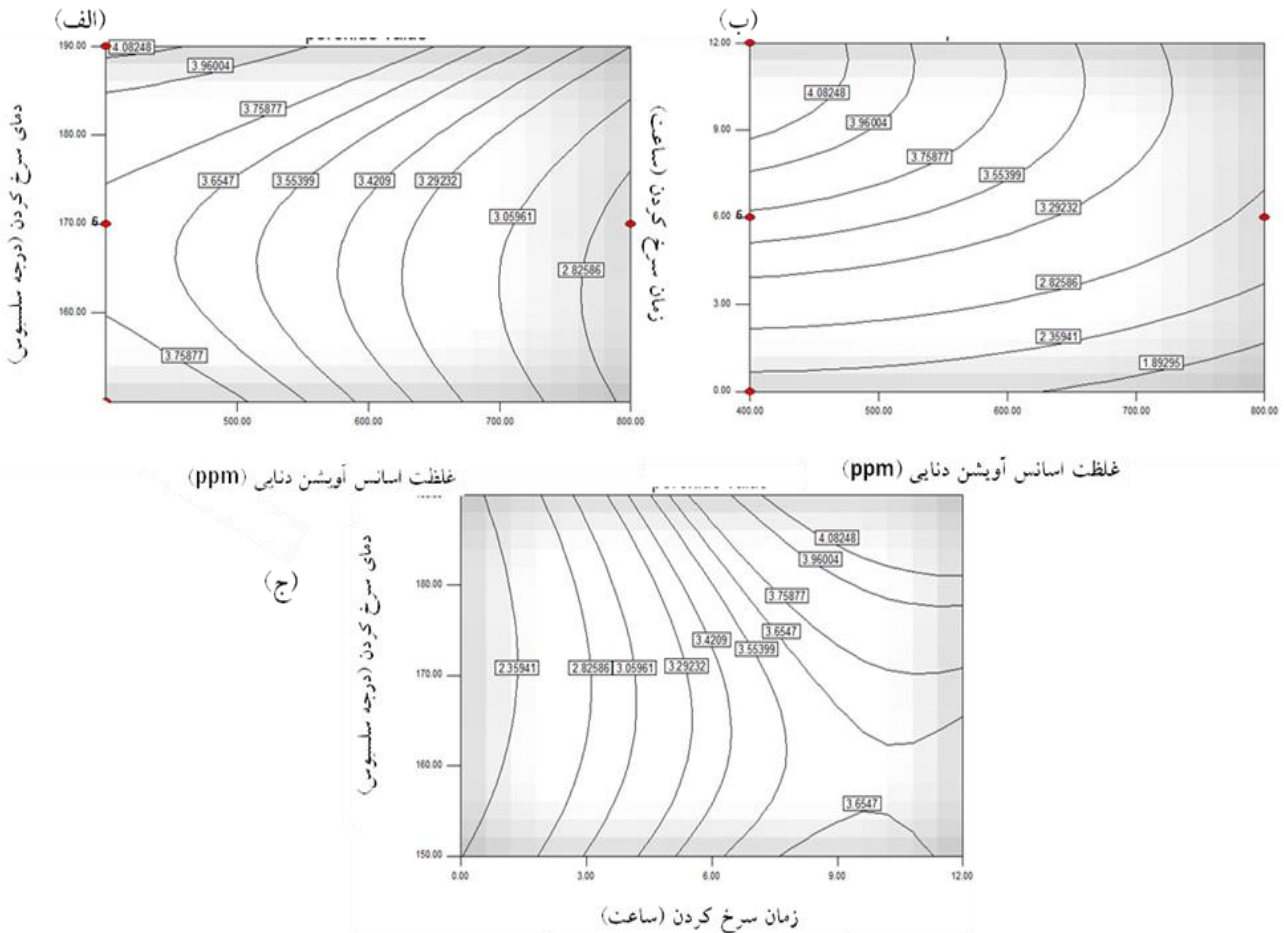
مقدار	فاکتور
۵۵۶۸/۳۳	مقدار ترکیبات فنولی کل (ppm در وزن خشک)
۴۴۱۱/۴۳	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (ppm در وزن خشک)
۱/۱۳۷	قدرت احیاء کنندگی کل (ppm در وزن خشک)
۳۱/۹۷	خاصیت آنتی‌اکسیدانی مهار رادیکال فعال DPPH (درصد)

آویشن دنیایی عدد پراکسید نمونه‌ها کاهش یافت. بالاترین مقدار عدد پراکسید (۴/۵۰) در زمان سرخ کردن ۱۲ ساعت و دمای سرخ کردن ۱۹۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. نتایج نشان داد که زمان سرخ کردن نسبت به دمای سرخ کردن تأثیر بیشتری بر میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن طی فرایند سرخ کردن داشت.

- تغییرات میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی نمودار دو بعدی (کتور) تغییرات میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی (غلظت اسانس آویشن دنیایی، دما و زمان سرخ کردن به ترتیب در شکل (۲) ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش دما و زمان سرخ کردن میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن روند صعودی داشت و با افزایش غلظت اسانس



شکل (۱) - نمودار سه بعدی تغییرات میزان عدد اسیدی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دنیایی و دمای سرخ‌کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دنیایی و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دما و زمان سرخ کردن، (غلظت اسانس آویشن دنیایی ۴۰۰ ppm)



شکل (۲) - نمودار دو بعدی (کتور) تغییرات میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دناایی و دمای سرخ کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دناایی و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دمای سرخ کردن (غلظت اسانس آویشن دناایی ۴۰۰ ppm)

۱۹۰ درجه سلسیوس و حاوی ۸۰۰ ppm اسانس آویشن دناایی مشاهده شد.

- تغییرات میزان عدد تیوباربتوریک اسید نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی همان‌طور که از شکل (۴) مشاهده می‌شود با افزایش غلظت اسانس آویشن دناایی، زمان و دمای سرخ کردن میزان عدد تیوباربتوریک اسید نمونه‌های روغن سرخ شده روند نزولی دارد.

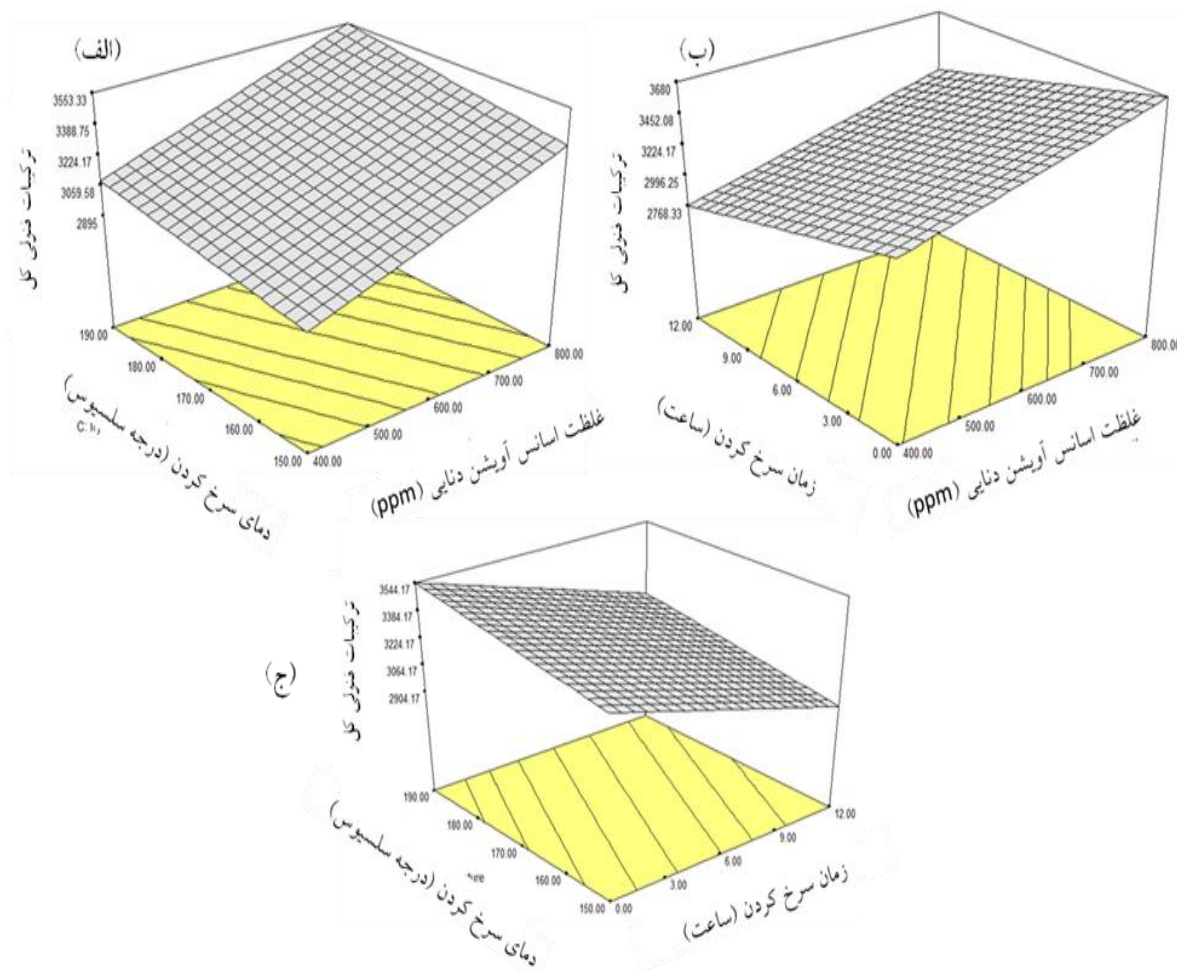
- تغییرات میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود با افزایش زمان سرخ کردن میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن سرخ شده روند نزولی دارد درحالی‌که با افزایش غلظت اسانس آویشن دناایی و دمای سرخ کردن میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن روند صعودی را طی نمود. بالاترین میزان ترکیبات فنولی کل (۳۵۵۳/۳۳ ppm) در نمونه‌های سرخ شده در دمای

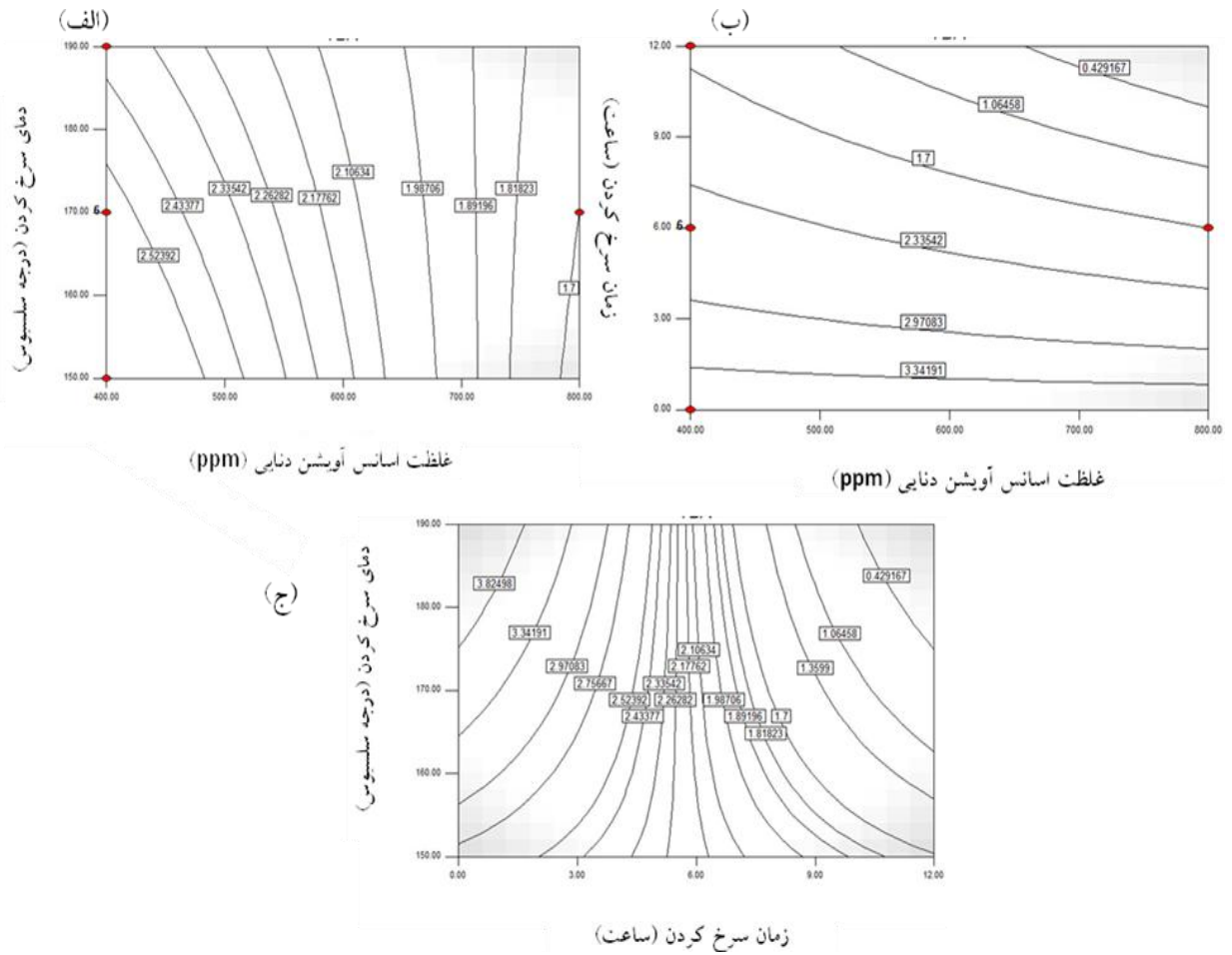
صعودی دارد در حالی که با افزایش غلظت اسانس آویشن دنیایی میزان ترکیبات قطبی نمونه‌های روغن روند نزولی را طی نمود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود زمان سرخ کردن تأثیر معنی‌داری بر میزان ترکیبات قطبی نسبت به دمای سرخ کردن داشت و غلظت اسانس آویشن دنیایی کم‌ترین تأثیر را بر میزان ترکیبات قطبی نمونه‌های روغن طی فرآیند سرخ کردن داشت.

- تغییرات میزان ترکیبات قطبی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

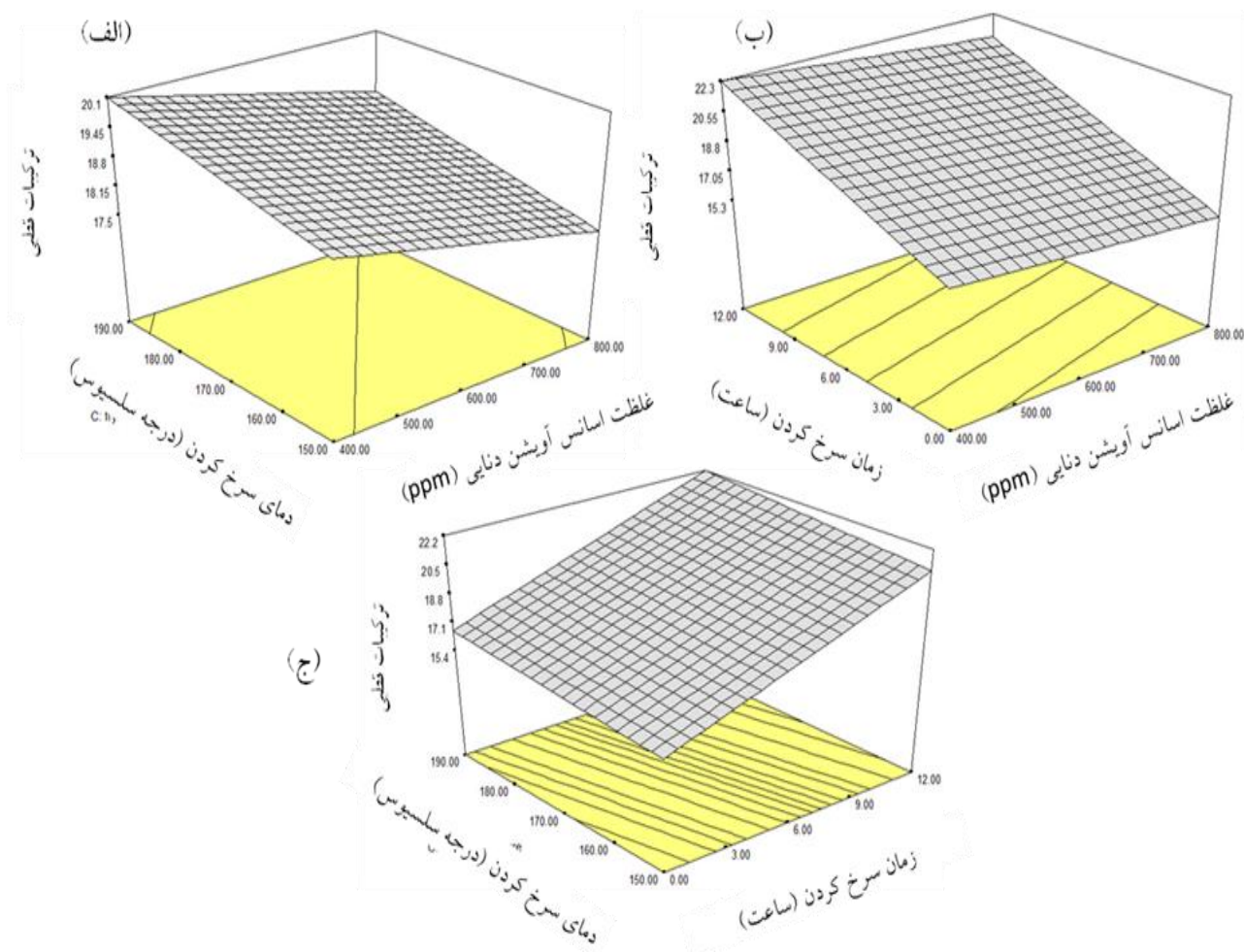
شکل (۵) نمودار سه بعدی تغییرات میزان ترکیبات قطبی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی، غلظت اسانس آویشن دنیایی، دما و زمان سرخ کردن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان ترکیبات قطبی نمونه‌های روغن سرخ شده روند



شکل (۳) - نمودار سه بعدی تغییرات میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دنیایی و دمای سرخ‌کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دنیایی و زمان سرخ کردن (دمای سرخ‌کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دما و زمان سرخ کردن (غلظت اسانس آویشن دنیایی ۴۰۰ ppm)



شکل (۴) - نمودار دو بعدی تغییرات میزان عدد تیوباریتوریک اسید نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دنايي و دمای سرخ کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دنايي و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دما و زمان سرخ کردن (غلظت اسانس آویشن دنايي ۴۰۰ ppm)

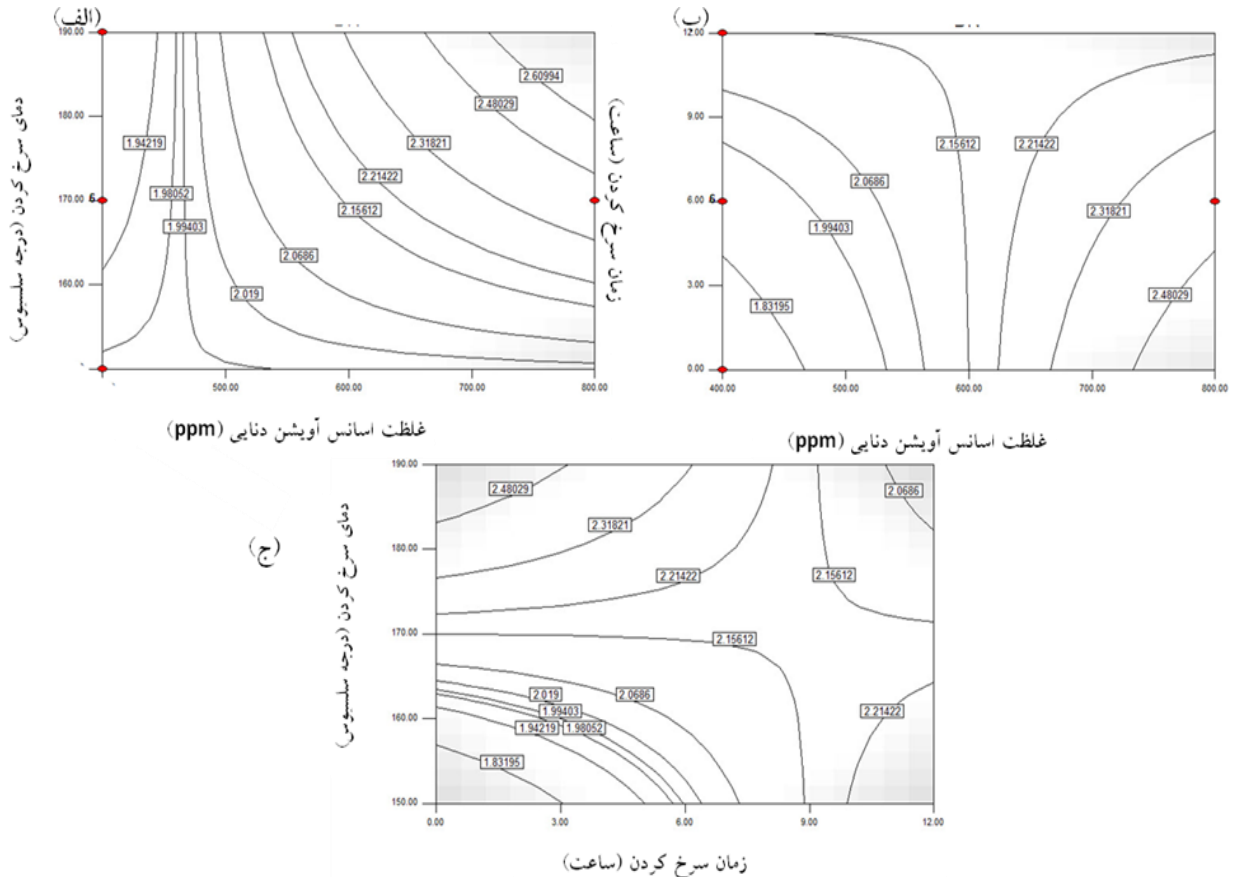


شکل (۵)- نمودار سه بعدی تغییرات میزان ترکیبات قطبی کل نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دناپی و دمای سرخ کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دناپی و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دما و زمان سرخ کردن (غلظت اسانس آویشن دناپی ۴۰۰ ppm)

ان مزدوج نمونه‌ها روند نزولی پیدا می‌کند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در غلظت‌های ثابت اسانس آویشن دناپی (کمتر از ۵۰۰ ppm) با افزایش دمای سرخ کن میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن روند نزولی داشت ولی با افزایش غلظت اسانس آویشن دناپی (بیشتر از ۵۰۰ ppm) میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن روند صعودی پیدا می‌کرد. هم‌چنین افزایش غلظت اسانس آویشن دناپی منجر به افزایش

- تغییرات میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی همان‌طور که از شکل (۶) مشاهده می‌شود در غلظت ثابت اسانس آویشن دناپی (غلظت‌های پایین‌تر از ۶۰۰ ppm) با افزایش زمان سرخ کردن میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن سرخ شده روند صعودی دارد ولی با افزایش غلظت اسانس آویشن دناپی از ۶۰۰ ppm به بعد با افزایش زمان سرخ کردن میزان عدد دی

میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن طی فرایند سرخ کردن شد.



شکل (۶) - نمودار دو بعدی (کتور) تغییرات میزان عدد دی ان مزدوج نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی الف- غلظت اسانس آویشن دناپی و دمای سرخ کن (زمان سرخ کردن ۶ ساعت) ب- غلظت اسانس آویشن دناپی و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کن ۱۷۰ درجه سلسیوس) و ج- دما و زمان سرخ کردن (غلظت اسانس آویشن دناپی ۴۰۰ ppm)

سرخ کردن می‌باشد، بنابراین همان طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود متغیرهای مستقل غلظت اسانس آویشن دناپی در محدوده اعمال شده (۸۰۰ ppm - ۴۰۰)، مدت زمان و دمای سرخ کردن جهت دستیابی به حداکثر پایداری در شرایط سخت فرآیند حرارتی حداکثر در نظر گرفته شده است. هم‌چنین متغیرهای وابسته‌ای نظیر مقدار ترکیبات فنولی کل، میزان ترکیبات قطبی، میزان اعداد دی ان مزدوج، اسیدی، پراکسید و تیوباریتوریک اسید نمونه‌های روغن بعد از فرآیند

- بهینه‌سازی پایداری حرارتی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

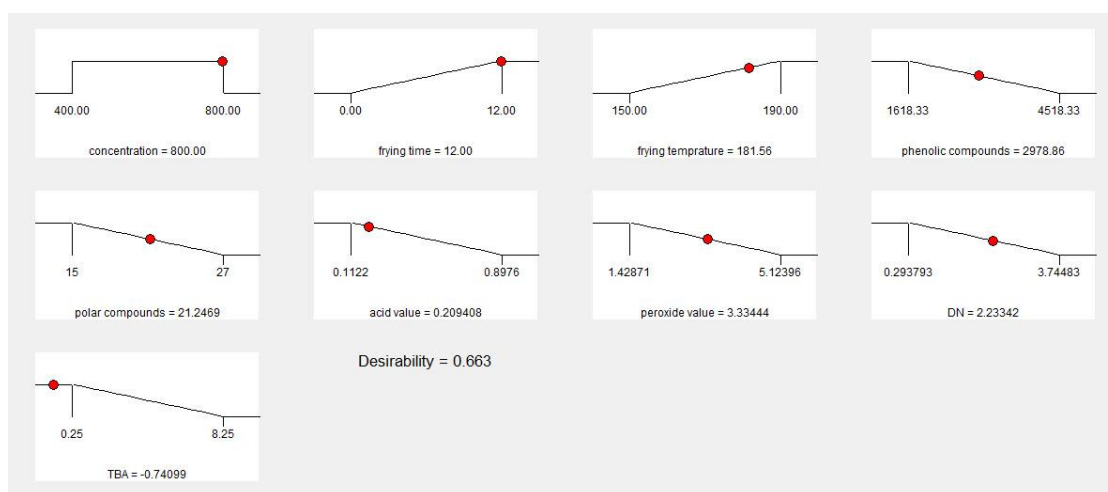
جدول (۳) شرایط تعیین شده برای متغیرهای مستقل جهت بهینه‌سازی پایداری حرارتی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی و شرایط بهینه شده را نشان می‌دهد. از آنجا که در فرآیندهای حرارتی به‌ویژه سرخ کردن روغن‌ها هدف دستیابی به بالاترین پایداری حرارتی و حفظ ترکیبات فعال و به حداقل رساندن خسارت حرارتی در زمان‌های طولانی

و غلظت اسانس آویشن دنیایی (۸۰۰ ppm) به عنوان بهترین شرایط جهت دستیابی به شرایط بهینه در نظر گرفته شد. در صورت اعمال شرایط راه حل اول پایداری اکسیداتیو و خواص کیفی نمونه‌های روغن بعد از اعمال فرایند حرارتی به صورت بهینه حفظ می‌شود (شکل ۷).

حرارتی حداقل در نظر گرفته شده است. در فرآیند بهینه‌سازی به تمامی پارامترهای مستقل وزن و اهمیت یکسان داده شد. با توجه به شرایط مورد نظر راه حل دارای بالاترین مطلوبیت مناسب‌ترین و بهترین شرایط خواهد بود که راه حل اول (با شرایط: زمان سرخ کردن ۱۲ ساعت، دمای سرخ کردن ۱۸۱/۵۶ درجه سلسیوس

جدول (۳) - شرایط تعیین شده جهت بهینه‌سازی پایداری حرارتی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

شرایط	هدف	حد پایین	حد بالا	وزن بالا	وزن پایین	اهمیت
مدت زمان سرخ کردن (ساعت)	حداکثر	۰	۱۲	۱	۱	۳
دمای سرخ کردن (درجه سلسیوس)	حداقل	۱۵۰	۱۹۰	۱	۱	۳
غلظت اسانس آویشن دنیایی (ppm)	در محدوده	۰	۸۰۰	۱	۱	۳



شکل (۷) - نتایج حاصل از بهینه‌سازی پایداری حرارتی نمونه‌های روغن تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند حرارتی

افزایش است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اسانس آویشن دنیایی در غلظت‌های مورد استفاده باعث بهبود پایداری حرارتی روغن در شرایط سرخ کردن شد به نحوی که فاکتورهای کیفی روغن پس از زمان‌های سرخ کردن در وضعیت مطلوبی قرار داشت. در زمینه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مطالعات مختلفی

بحث و نتیجه‌گیری

پایداری اکسیداتیو روغن‌های خوراکی یکی از موضوعات مهم در خصوص شیوه مصرف و کاربرد آن‌ها در فرایندهای مختلف غذایی می‌باشد. به دلیل سمیت احتمالی آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، مطالعات در خصوص آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با منشأ گیاهی رو به

روغن باشد. نتایج نشان داد که غلظت اسانس آویشن دنايي و دمای سرخ کردن نسبت به زمان سرخ کردن تأثیر بیشتری بر میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن طی فرایند سرخ کردن داشت. اسانس آویشن دنايي دارای ترکیبات فنولی قابل توجهی است لذا انتظار می‌رود که با افزایش غلظت آن مقدار ترکیبات فنولی کل روغن افزایش یابد.

در مطالعه‌ای بیان شد که میزان ترکیبات قطبی در روغن‌ها در حین فرآیندهای حرارتی افزایش می‌یابد. مطابق با این مطالعه حداکثر مقدار ترکیبات قطبی در روغن بایستی ۲۵ درصد باشد تا آن روغن قابل مصرف باشد و در صورتی که این ترکیبات از ۲۵ درصد بالاتر باشد روغن فاسد تلقی می‌گردد؛ لذا نمونه‌های روغن حاوی اسانس آویشن دنايي پس از ۱۲ ساعت حرارت‌دهی در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس نیز با مقدار ترکیبات قطبی ۲۲/۲۲ درصد هنوز قابلیت استفاده و مصرف را دارا می‌باشد و می‌توان با افزودن روغن جدید در حین سرخ کردن مقدار ترکیبات قطبی را کاهش و قابلیت مصرف روغن را افزایش داد (Firestone, Stier, et al., 1991). نتایج سایر مطالعات نیز موید نتایج تحقیق حاضر می‌باشد به طوری که پیشگیری از تشکیل ترکیبات قطبی در حین حرارت‌دهی روغن‌ها تحت تأثیر اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به‌علت وجود ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی نسبت داده می‌شود (Esmailzadeh kenari, et al., 2017; Fazel, et al., 2007; Goli, et al., 2005; 2007).

عدد اسیدی معیاری از میزان کل اسیدهای چرب آزاد ناشی از انجام واکنش‌های مخرب هیدرولیزی در روغن‌های سرخ‌کردنی است (Gertz, 1996).

صورت گرفته است که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. به‌عنوان مثال مشخص شد که اسانس اسطوخودوس در غلظت‌های ۸۰۰-۲۰۰ ppm (TahaNejad, et al., 2012)، اسانس شوید در غلظت ۷۰۰ ppm (Ayoughi, et al., 2009)، اسانس آویشن در غلظت ۰/۱ درصد (Shahsavari, et al., 2008) و عصاره پوست انار و بذر چای در روغن خام سویا و روغن ماهی (Samadloiy, et al., 2007)، (Fazel, et al., 2007) دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی معادل با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT بود که به‌علت وجود ترکیبات فنولی موجود در این اسانس‌ها می‌باشد.

محصولات اولیه اکسایش لیپیدی تحت شرایط حرارتی پایدار نبوده، تجزیه آن‌ها به تشکیل ترکیبات ثانویه اکسایش منجر می‌گردد (Viera, et al., 2001). آلدئیدها و کتون‌ها از جمله مهم‌ترین محصولات اکسایش لیپیدی هستند که پایدارتر از ترکیبات پراکسیدی می‌باشند و موجب بروز بدطعمی در روغن‌های خوراکی اکسیده می‌شوند (Kamal-Eldin, 2006; Choe and Min, 2006). در مطالعه حاضر در دمای ثابت سرخ کردن، افزایش غلظت اسانس آویشن دنايي منجر به کاهش عدد پراکسید نمونه‌های روغن طی فرایند سرخ کردن شد که می‌تواند به‌علت نقش آنتی‌اکسیدانی اسانس آویشن دنايي باشد که با نتایج مطالعه (Shahsavari, et al., 2008) مطابقت دارد. با افزایش دمای سرخ کردن میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن روند صعودی داشت ولی با افزایش زمان سرخ کردن از میزان ترکیبات فنولی کل نمونه‌های روغن طی فرایند سرخ شدن کاسته شد که می‌تواند به‌علت تجزیه حرارتی ترکیبات فنولی کل نمونه‌های

سلسیوس فاکتورهای کیفی روغن در محدوده استاندارد بود و نمونه‌های روغن به لحاظ شاخص‌های عدد پراکسید و ترکیبات قطبی در محدوده قابل قبول بود.

در مجموع می‌توان از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در فرمولاسیون روغن‌های خوراکی استفاده نمود. همان‌طور که بیان شد مطالعه شاخص‌های پایداری روغن مورد مطالعه در دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۲ ساعت نشان داد که پایداری روغن تحت تأثیر مواد فنولی و آنتی‌اکسیدان‌های موجود در اسانس آویشن دناپی می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با توجه به خصوصیات رنگی و طعمی روغن از آنتی‌اکسیدان طبیعی به جای استفاده از آنتی‌اکسیدان سنتزی در پایداری روغن استفاده نمود. البته بایستی در نظر گرفت که افزودن آنتی‌اکسیدان طبیعی به روغن بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی صورت گیرد و در صورت عدم وجود استاندارد در این زمینه با توجه به ویژگی‌های کیفی محصول تولیدی اقدام به تهیه استاندارد مورد نیاز شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه بوعلی سینا همدان کمال تشکر را دارند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

به‌طوری‌که طی فرآیند سرخ کردن در روغن بر اثر هیدرولیز افزایش می‌یابد (Frega, et al., 1999) و مقادیر بالای آن منجر به ایجاد بد طعمی شدید در روغن و محصول سرخ شده می‌شود. تحقیق حاضر نشان داد که میزان این کمیت در نمونه‌های روغن مورد مطالعه (حاوی آنتی‌اکسیدان طبیعی) طی فرآیند سرخ کردن کاهش یافت که با نتایج (Esmailzadeh Kenari, et al., 2017; Ayoughi, et al., 2009) مطابقت داشت مقدار دی‌ان مزدوج از همبستگی خوبی با عدد پراکسید برخوردار است و به‌عنوان نمادی از میزان ترکیبات اولیه اکسایش لیپیدی در نظر گرفته می‌شود. مشخص شده است که دی‌ان‌های مزدوج بر اثر تغییر موقعیت پیوند دوگانه طی اکسایش لیپیدهای دارای دو یا چند پیوند دوگانه به وجود می‌آیند (Logani and Davies, 1980).

در تحقیقی تأثیر افزودن عصاره متانولی گیاه *Pimpinella affinis Ledeb* در غلظت‌های ۴۰۰ و ۸۰۰ ppm بر میزان پایداری اکسیداتیو روغن کانولا طی ۶۰ روز نگهداری در دمای محیط بررسی شد؛ و مشاهده گردید که در ۳۰ روز اول عدد دی‌ان مزدوج در نمونه‌های حاوی عصاره متانولی، کم‌تر از نمونه‌های حاوی TBHQ بوده است هم‌چنین نمونه‌های حاوی ۸۰۰ ppm عصاره متانولی، دارای عدد دی‌ان مزدوج کمتری در مقایسه با نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ بوده‌اند (Ataei Salehi, et al., 2014).

نتایج نشان داد که با افزودن اسانس آویشن دناپی به روغن به‌علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن پایداری حرارتی نمونه‌های روغن افزایش یافت به‌طوری‌که در مدت ۱۲ ساعت سرخ کردن در دمای ۱۹۰ درجه

منابع

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Maryland, USA: AOAC International. pp. 6-13.
- Ayoughi, F., Barzegar, M., Sahari, M. and Naghdi Badi, H. (2009). Antioxidant effect of Dill (*Anethum graveolens* Boiss.) oil in crude soybean oil and comparison with chemical antioxidants. Journal of Medical Plants, 2(30): 71-83.
- Arabshahi-Delouee, S. and Urooj, A. (2006). Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. Food Chemistry, 102: 1233–1240.
- Ataei Salehi, E., Esmailzadeh Kenari, R. and Nasiri Takami, S. (2014). Antioxidant effect of *Pimpinella affinis* Ledeb plant methanolic extract on stability of canola oil during storage condition. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 10(2): 176-181.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617): 1199.
- Choe, E. and Min, D.B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5: 169-186.
- Esmailzadeh kenari, R. Mehdipour, S. Z. and Razavi, R. (2017). Investigate the changes in fatty acid and antioxidant properties of Kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*) peel extract on stability of sunflower oil in thermal conditions. Iranian Journal of Food Science and Technology, 68(14): 125-135.
- Espin, J.C., Soler-Rivas, C. and Wichers, H.J. (2000). Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetable oils and oil fractions using 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 648-656.
- Fazel, M., Omidbeygi, M., Barzegar, M. and Naghdi Badi, H. (2007). Influence of heating on antiradical activity of essential oils of Thyme, Summer Savory and Clove by 2, 2-Diphenyl- 1-Picrylhydrazyl (DPPH) Method. Journal of Medical Plants, 6 (22): 54- 63.
- Firestone, D., Stier, R.F. and Blumental, M.M. (1991). Regulation of frying fats and oils. Journal of Food Technology, 45: 90-94.
- Frega, N., Mozzon, M. and Lercker, G. (1999). Effect of free fatty acids on the oxidative stability of vegetable oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76: 325-329.
- Gertz, C. (1996). Chemical changes of oils and fats at elevated temperatures. In: Bell, B.M., editor. Fat in the diet. Barnes and Assoc. Inc., Bridgewater, UK, pp. 15-21
- Goli, A.H., Barzegar, M. and Sahari, M.A. (2005). Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. Food Chemistry, 92: 521-525.
- Golparvar, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Zinaly, H. and Hadipanah, A. (2012). Effect of harvest times on quantity (morphological) and quality characteristics of *Thymus daenensis* Celak. in Isfahan. Journal of Herbal Drugs, 2(4): 245-254.
- Haghroalsadat, F., Azhdari, M., Oroojalian, F., Omid, M. and Azimzadeh, M. (2015). The chemical assessment of seed essence of three native medicinal plants of Yazd province (*Bunium premium*, *Cuminum cyminum*, *Trachyspermum copticum*) and the comparison of their antioxidant properties. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, 22(6): 1592-1603.
- Hamedanim F. and Haddad Khodaparast, M.H. (2013). Evaluation of chemical composition and oxidative stability of *khinjuk kernel* oils. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 2(3): 265-278.
- Hashemi, Z., Hojati, M. and Taharnejad, M. (2014). Evaluation of antioxidant activity of *Artemisia Sieberi* essential. Food Chemistry, 6: 19-35.
- Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. European Journal of Lipid Science and Technology, 58: 1051-1061.

- Keshvari, M., Asgary, S., Jafarian-dehkordi, A., Najafi, S. and Ghoreyshi-Yazdi, S. M. (2013). Preventive effect of cinnamon essential oil on lipid oxidation of vegetable oil. *ARYA Atherosclerosis*, 9(5): 280–286.
- Logani, M.K. and Davies, R.E. (1980). Lipid oxidation: Biological effects and antioxidants, a review. *Lipids* 15(6): 485-495.
- Mohagheghi Samarin, A., Poorazarang, H., Elhamirad, A. H., Dezashibi, Z. and Hematyar, N. (2011). Extraction of phenolic compounds from potato peel (Ramus variety) with solvent and ultrasound-assisted methods and evaluation of its antioxidant activity in soybean oil. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1): 81-91.
- Parker, T.D., Adams, D.A., Zhou, K., Harris, M. and Yu, L. (2003). Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. *Journal of Food Science*, 68: 1240– 1243.
- Rajaei, A., Barzegar, M. and Sahari, M.A. (2011). Investigation on antioxidative and antimicrobial activities of pistachio (*Pistachia vera*) green hull extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1): 111-120.
- Pirbalouti, A., Rahimmalek, M., Malekpoor, F. and Karimi, A. (2011). Variation in antibacterial activity, Thymol and Carvacrol contents of wild populations of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Celak. *Plant Omics Journal*, 4(4): 209-214.
- Samadloiy, H.R., Azizi, M.H. and Barzegar, M. (2007). Antioxidative effect of pomegranate seed phenolic components on Soybean Oil. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 14(4): 193-200.
- Schulte, E. (2004). Economical micro-method for determination of polar components in frying fats. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106: 772–776.
- Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, M. and Naghdi Badi, H. (2008). An Investigation on the Antioxidant Activity of Essential Oil of *Zataria multiflora* Boiss. In *Soy Bean Oil*. *Journal of Medical Plants*, 4 (28): 56-68.
- Shantha, N.C., Decker, E.A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International*, 77(2): 421-424.
- Singh, G. and Marimuthu, P. (2006). Antioxidant and biocidal activities of *Carum nigrum* (seed) essential oil, oleoresin, and their selected components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 174-181.
- Taha Nejad, M., Barzegar, M., Sahari, M. and Naghdi Badi, H. (2012). Evaluation of antiradical activity of *Malva sylvestris* extract and its application in oil System. *Journal of Medical Plants*, 2 (42): 86-97.
- Vieira, T.M.F.S., Marisa, A.B. and Regitano-d, A. (2001). Canola oil thermal oxidation during oven test and microwave heating. *LWT - Food Science and Technology*, 34: 215-221.
- Vyncke, W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 72: 1084–1087.
- Yildirim, A., Mavi, A. and Kara, A.A. (2001). Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4083-4089.
- Zainol, M.K., Abd-Hamid, A., Yusof, S. and Muse, R. (2003). Antioxidant activity and total phenolic compounds of leaf, root, and phenolic of four accessions of *centella asiatica* (L.) Ubram. *Food Chemistry*, 81: 575-581.

Thermal stability optimization of the Soybean oil affected by *Thymus daenensis* Celak essential oil by use of response surface methodology

Eghbalian Rad, M.¹ Sari, A. A.^{2*}, Daraei Garmakhany, A.³

1. MSc graduated, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Resources of Toyserkan, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

*Corresponding Author: sari_abas@yahoo.com

(Received: 2018/2/16 Accepted: 2018/10/16)

Abstract

Oxidative stability of oils and fats was affected by various factors such as oxygen, light, heat, metal ions and enzymes. The use of synthetic antioxidant for preventing oxidative deterioration, despite having high performance, due to the possibility of toxicity and carcinogenicity, has been under question. The aim of this study was to optimize the thermal stability of soybean oil by the addition of *Thymus daenensis* Celak essential oil. In this study soybean oil was treated under various conditions of frying temperature (150, 170 and 190 °C), frying time (0, 6 and 12 h) and *Thymus daenensis* Celak essential oil concentrations (0, 400 and 800 ppm) and different quality attributes of samples such as the acid value, peroxide value, thiobarbituric acid, polar compounds, and conjugated diene value were studied. Results showed that *Thymus* essential oil due to containing different phenolic compounds increased the thermal stability of soybean oil significantly ($p < 0.05$). The results of the acidic value, peroxide value, thiobarbituric acid, and polar compounds in fried oil samples for 12 hours at 190 °C showed that the addition of essential oil of thyme oil keeps the quality of fried oil after 12 hours frying at 190 °C. This study shows that essential oils can be a good alternative for synthetic antioxidants.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: *Thymus daenensis* Celak essential oil, Soybean oil, Thermal stability, Response surface methodology