



## بررسی اثر اسانس زردچوبه (*Curcuma longa* L.) بر پایداری اکسایشی روغن سویا

بهاره مجدی<sup>۱</sup>، محمد امین مهرنیا<sup>۲\*</sup>، حسن برزگر<sup>۳</sup>، بهروز علیزاده بهبهانی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

### چکیده

### اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

امروزه به دلیل اثبات آثار سوء آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، تحقیقات بسیاری در مورد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی که شامل عصاره‌ها و اسانس‌های طبیعی است، در تولید مواد غذایی و جایگزین کردن آن‌ها به جای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی صورت گرفته است. یکی از این ترکیبات طبیعی زردچوبه است که به صورت سنتی در صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد و به عنوان یک ماده غذایی عمل‌گرا شناخته شده است. در این پژوهش، اثر اسانس زردچوبه در پایداری اکسایشی روغن سویا بررسی شد. برای این منظور اسانس زردچوبه به روش تقطیر آبی و با دستگاه کلونجر استخراج شد. غلظت‌های مختلف اسانس زردچوبه بر روند اکسیداسیون روغن سویا در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی رایج TBHQ طی ۱۴ روز در شرایط دمایی ۷۰ درجه سانتی‌گراد از طریق سنجش عدد پراکسید، اسیدیته، یدی، آنیزیدین و توتوکس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس زردچوبه میزان اکسیداسیون به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد و در بین غلظت‌های تحت بررسی اسانس زردچوبه غلظت ۱۰۰۰ ppm دارای بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده و موثر اکسیداسیون‌ترین سطح غلظتی عصاره بر پایداری اکسایشی روغن سویا تعیین گردید، همچنین اسانس زردچوبه می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی عمل نموده و پس از آزمایش‌های تکمیلی به مواد غذایی اضافه شود.

کلمات کلیدی:

آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی،

اسانس زردچوبه،

روغن سویا،

اکسیداسیون سریع.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.335

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.13.6

\* مسئول مکاتبات:

Mehrnia@asnruk.ac.ir

## ۱- مقدمه

Zingiberaceae است که به طور گسترده‌ای در غذاهای آسیایی استفاده می‌شود. زردچوبه در بنگال، پرو، استرالیا و تایلند و در مناطق نیمه گرمسیری از جمله چین، تایوان، هند، سریلانکا و بنگال به طور گسترده‌ای رشد می‌کند. زردچوبه به دلیل فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی، دارای خواص تقویت کننده سلامتی است و در جلوگیری از سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی نقش دارد. مهم‌ترین مواد فعال زیستی در ریزوم زردچوبه که از این خواص برخوردار هستند، می‌توان به اسید فنولیک و فلاونوئیدها، کورکومینوئیدها اشاره کرد [۵]. ریزوم خشک *Curcuma longa* L. حدود ۵-۲ درصد اسانس و ۲-۰/۲ درصد کورکومین دارد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زردچوبه به دلیل وجود کورکومینوئیدها است [۶، ۷]. هدف از این مطالعه، تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس استخراج شده از پودر زردچوبه بر میزان پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن سویای بدون آنتی‌اکسیدان تحت نگهداری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز و مقایسه با پایداری اکسایشی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- مواد اولیه

ریزوم زردچوبه از عطاری واقع در خیابان امام شهرستان اهواز در استان خوزستان خریداری و آسیاب شد و به صورت پودر در یخچال نگهداری شد. روغن سویای تصفیه شده بدون آنتی‌اکسیدان از شرکت کشت و صنعت گلستان دزفول تهیه و تا زمان آزمایشات در دمای زیر صفر نگهداری شد.

## ۲-۲- آماده‌سازی نمونه و تهیه اسانس زردچوبه

## با دستگاه کلونجر

اسانس زردچوبه به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد. برای افزایش سطح تماس، ریزوم‌های خشک آسیاب شدند. در هر بار ۱۰۰ گرم پودر آسیاب شده زردچوبه در بالن دستگاه کلونجر ریخته و تا دو سوم حجم بالن از آب پر شد. در مدت زمان ۳ ساعت، ۱ میلی‌لیتر اسانس زردچوبه جمع‌آوری و در ظرف شیشه‌ای تیره رنگ در یخچال نگهداری شد.

سویا (*Glycine max*) به عنوان منبع اصلی روغن و با ارزش غذایی بالا در سطح جهان از اهمیت تجاری برخوردار است. حدود ۵۰۰۰ سال پیش کشت سویا در آسیا، ابتدا در چین و سپس ژاپن آغاز شد، در قرن هجدهم به اروپا و سپس در قرن نوزدهم به ایالات متحده راه پیدا کرد [۱]. از روغن سویا معمولاً برای پخت و پز و همچنین سرخ کردن به دو صورت تنها یا مخلوط استفاده می‌شود. این روغن به دلیل ترکیب غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع، از نظر تغذیه‌ای مناسب است. روغن سویا، مانند اکثر روغن‌های گیاهی خام، حاوی انواع مختلفی از اجزای جزئی مانند توکوفرول‌ها است که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نامیده می‌شوند و برای پایداری روغن مفید هستند [۲]. روغن سویا غنی از اسیدهای چرب اشباع نشده چندگانه مانند اسیدهای لینولنیک و لینولنیک است که مسئول اصلی بی‌ثباتی اکسیداسیون آن است. از این نظر، در واکنش زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد، اکسیژن نقش اصلی را در مکانیسم اکسیداسیون لیپید دارد، بنابراین از آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که می‌توانند رادیکال‌های آزاد را از بین ببرند و استراتژی مفیدی برای به تأخیر انداختن یا جلوگیری از اکسیداسیون خودکار دارند. در حال حاضر، صنایع غذایی در حال حرکت به سمت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ایمن‌تر و سالم‌تر به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی است. به دلیل اثرات طولانی مدت سم شناسی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مانند <sup>۱</sup>TBHQ، <sup>۲</sup>BHA و <sup>۳</sup>BHT استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی که عمدتاً ترکیبات پلی فنلی هستند، مورد توجه زیادی قرار گرفته است [۳]. زردچوبه یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین گیاهان دارویی در جهان است که به زبان بنگالی و هندی معروف به هالدی است. این ادویه چند منظوره و مقدس در هند به «زعفران هندی» مشهور است. از زمان بسیار قدیم پودر خشک ریزوم‌های زردچوبه به عنوان ماده طعم دهنده و رنگ دهنده کاربرد دارد. برآورده شدن ۹۰ درصد تقاضای جهانی و بیش از ۵۰ درصد تجارت بین‌المللی توسط هند که بزرگ‌ترین تولید کننده و صادر کننده زردچوبه در جهان است، انجام می‌شود [۴]. زردچوبه (*Curcuma longa* L.) یکی از ادویه‌های رایج

1. Tert-Butyl Hydro Quinone
2. Butylated Hydroxyl Anisole
3. Butylated Hydroxyl Toluene

یک حالت شفاف و زلال رسید تیتراسیون متوقف شد. عدد پراکسید از طریق فرمول زیر محاسبه شد [۱۴].

$$1000 \times \text{نرمالیت} \times \text{مقدار مصرفی تیتراسیون} = (\text{Meq/kg}) \text{ میزان پراکسید} \\ \text{مقدار نمونه}$$

### ۶-۲- تعیین اسیدیته<sup>۳</sup>

برای این آزمون از روش شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) با اندکی تغییرات انجام شد. برای این روش در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی-لیتری، ۲۸/۲ گرم نمونه روغن، ۵۰ میلی‌لیتر الکل خنثی شده توسط سود ریخته و ۲ میلی‌لیتر معرف فنل فتالین به آن اضافه شد. این ترکیب تا ظهور رنگ صورتی توسط سود ۰/۱ نرمال تیترا شد، این رنگ باید در حدود ۳۰ ثانیه پایدار باشد. برای بیان درصد اسیدهای چرب آزاد که بر حسب اسید اولئیک نشان داده می‌شود از رابطه زیر استفاده می‌گردد [۱۵].

$$\text{اسیدیته} = N \times V \times 28.2 / M$$

V: حجم تیترا مصرفی سود برای نمونه، N: نرمالیت سود مصرفی، M: وزن نمونه

### ۷-۲- عدد یدی<sup>۴</sup>

این آزمون از روش AOAC با اندکی تغییرات انجام شد که ۰/۲ گرم از نمونه روغن را داخل ارلن وزن کرده و سپس ۱۰ سی سی کلروفرم به محتویات ارلن افزوده و نمونه در آن حل شد. سپس ۱۵ سی سی از محلول هانوس به ارلن افزوده و به مدت نیم ساعت در محل تاریک قرار داده شد. بعد از گذشت این زمان ۱۰ سی سی یدی پتاسیم اشباع ۱۵ درصد و ۱۰ سی سی آب مقطر به ارلن اضافه و آن را با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیترا شد. تا رنگ زرد حاصل شود. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ درصد به ارلن افزوده و تیتراسیون را تا از بین رفتن کامل رنگ آبی ادامه پیدا کرد. در پایان با توجه به حجم مصرفی تیوسولفات سدیم برای نمونه و شاهد از طریق فرمول زیر عدد یدی محاسبه شد. این آزمون برای نمونه شاهد دقیقاً مشابه با مراحل قبل (بدون اضافه کردن روغن) انجام گرفت [۱۶].

$$\text{مقدار نمونه بر حسب گرم} = [(B-S) \times N \times 12.96] / \text{اندیس یدی}$$

## ۳-۲- شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه با دستگاه کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی

جهت شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه از دستگاه کروماتوگرافی گازی (مدل A Agilent Technologies 7890، آمریکا) به همراه طیف‌سنج جرمی (مدل 5975C Agilent Technologies، آمریکا) استفاده شد. ۱ میکرولیتر از اسانس زردچوبه به دستگاه GC/MS<sup>۱</sup> انتقال داده شد. دمای ستون، از ۴۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافت. ستون دستگاه با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر از نوع موبینه (Agilent Technologies Inc., HP-5 MS، آمریکا) بود. با به دست آوردن کروماتوگرام، شناسایی اجزای اسانس زردچوبه و تعیین مقدار ترکیبات آن با استفاده از طیف جرمی استاندارد مشخص گردید [۸].

## ۴-۲- کاربرد اسانس زردچوبه به عنوان آنتی-

### اکسیدان طبیعی در روغن سویا

اسانس زردچوبه در چهار سطح ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ ppm و آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm به روغن سویای بدون آنتی‌اکسیدان اضافه شد. تیمارها به مدت ۱۴ روز در دمای ۷۰ °C قرار داده و شرایط اکسیداسیون تسریع شده، اعمال شد. سپس طی روزهای ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ عدد پراکسید، اسیدیته، یدی، آنیزیدین و توتوکس اندازه‌گیری شد.

## ۵-۲- اندازه‌گیری پراکسید (PV)<sup>۲</sup>

این آزمون به روش تیتراسیون یدومتری انجام شد. در این روش مقدار ۵ گرم نمونه در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری وزن شده و ۳۰ میلی‌لیتر حلال (مخلوط اسید استیک و کلروفرم) به آن افزوده شد. سپس حدود نیم میلی‌لیتر یدی پتاسیم اشباع به آن افزوده و حدود یک دقیقه در مکان تاریک نگهداری و سپس مقدار ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و چند قطره چسب نشاسته به محلول اضافه و با محلول تیوسولفات ۰/۱ نرمال تیترا شد. وقتی که رنگ نمونه به

3. Acidity Value  
4. Iodine Value

1. Gas and mass Chromatography  
2. Peroxide Value

در اسانس زردچوبه استخراج شده ۱۸ ترکیب توسط کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی شناسایی شد که ۹۷/۹۱ درصد ترکیبات را تشکیل داده‌اند. بیشترین ترکیب شناسایی شده در اسانس زردچوبه Turmerone با ۴۰ درصد و سایر ترکیبات Curlone با ۳۴ درصد، Zingiberene با ۸/۳۰ درصد و Benzene با ۴/۱۸ درصد بود.

#### ۴-۲- تأثیر اسانس زردچوبه بر عدد پراکسید روغن سویا

هیدروپراکسیدها محصولات اصلی اکسیداسیون لیپیدها بدون عطر و طعم نامطلوب هستند، در حالی که محصولات تجزیه شده آن‌ها بیشتر مسئول عطر و طعم نامرغوب هستند. محصولات اولیه اکسیداسیون لیپیدها، پراکسیدها هستند. بطور کلی روغن یا لیپید زمانی آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارد که درجه‌ی غیراشباعی آن‌ها بیشتر باشد. مواد فرار آلدئیدی و کتونی زمانی ایجاد می‌شوند که میزان پراکسید به حد معینی برسد و این مواد در ایجاد بو و طعم نامطبوع مواد چرب مؤثر هستند [۲۸]. درجه‌ی اکسیداسیون روغن سویا در حضور ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی اسانس زردچوبه با غلظت‌های مختلف و آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ و نیز در نمونه شاهد فاقد آنتی‌اکسیدان (طی ۱۴ روز گرمخانه‌گذاری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) در شکل ۱ نشان داده می‌شود. نتایج به دست آمده نشان داد که اثر تیمار و زمان بر میزان عدد پراکسید نمونه‌ها معنی دار ( $p < 0.05$ ) است. نتایج نشان می‌دهد که روند تغییرات عدد پراکسید روغن سویا از روز دوم آزمون آغاز شده و در تمامی نمونه‌ها، شیبی رو به افزایش دارد که این روند بر حسب تابعی از زمان نگهداری است. همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار عدد پراکسید در تمام روزها، مربوط به نمونه شاهد که حاوی هیچ آنتی‌اکسیدانی نبوده است، می‌باشد. اختلاف معنی‌داری بین تمامی نمونه‌ها با نمونه شاهد مشاهده شد. تفاوت چندانی بین نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی و طبیعی در روزهای آغازین مشاهده نشد اما با بالا رفتن واکنش‌های اکسیداسیون، تفاوت بین نمونه‌ها در روزهای پایانی مشهود است. هم‌چنین مشاهده شد که تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm روغن حاوی اسانس زردچوبه، بر کاهش عدد پراکسید تأثیر چندانی نداشته اما در تیمارهایی با غلظت‌های بالاتر اسانس، عدد پراکسید کاهش یافته، که این امر به دلیل افزایش ترکیبات فنولی در

B: مقدار مصرفی تیوسولفات شاهد، S: مقدار مصرفی تیوسولفات نمونه، N: نرمالیت تیوسولفات

#### ۲-۸- عدد پارا-آنیزیدین<sup>۱</sup>

برای این آزمون از روش AOCS cd 18-90 با اندکی تغییر استفاده شد. ابتدا برای تهیه محلول پارا-آنیزیدین ۲/۵ گرم آنیزیدین در ۱ لیتر استیک اسید گلاسیال حل شد. به منظور تعیین اندیس پارا-آنیزیدین ۱ گرم نمونه روغن با استفاده از نرمال-هگزان در بالن حجمی ۲۵ به حجم رسید، سپس در یک لوله آزمایش ۵ میلی‌لیتر از این محلول و در لوله آزمایش دیگری ۵ میلی‌لیتر حلال خالص ریخته و به هر دو ۱ میلی‌لیتر پارا-آنیزیدین اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در تاریکی نگه داشته شد. پس از مدت زمان مقرر جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۵۰ نانومتر خوانده و مقدار آنیزیدین از رابطه زیر محاسبه شد [۱۷].

$$PAV = 25(1,2 AS - Ab) / M$$

PAV: عدد آنیزیدین، AS: جذب نمونه، Ab: جذب شاهد، M: وزن نمونه بر حسب گرم

#### ۲-۹- اندازه‌گیری عدد توتوکس<sup>۲</sup>

عدد توتوکس نشان‌دهنده اکسایش کل می‌باشد و نیز معیاری برای بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده که ارزیابی را دقیق‌تر کرده و مطابق رابطه زیر بدست می‌آید. در این رابطه PV عدد پراکسید و AV عدد آنیزیدین می‌باشد [۱۸].

$$AV = 2PV + AV$$

#### ۳- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌های شیمیایی اسانس زردچوبه دو مرتبه تکرار شد. تجزیه و تحلیل آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS<sup>3</sup> و رسم نمودارها با نرم افزار Excel ۲۰۱۹ انجام گرفت.

#### ۴- نتایج و بحث

##### ۴-۱- ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه

1. p-anisidine value  
2. Totox value  
3. Statistical package for social sciences

بود. عملکرد مؤثرتر ۸۰۰ ppm اسانس زردچوبه از TBHQ ۱۰۰ ppm و همچنین تیمار ۱۰۰۰ ppm اسانس زردچوبه مؤثرتر از TBHQ ۲۰۰ ppm در کاهش روند اکسیداسیون روغن بود.

غلظت‌های بالاتر اسانس می‌باشد. در مجموع، نسبت به نمونه شاهد، کلیه غلظت‌های عصاره‌های طبیعی اعداد پراکسید پایین داشتند و عملکرد آن‌ها در کاهش روند اکسیداسیون روغن مؤثرتر

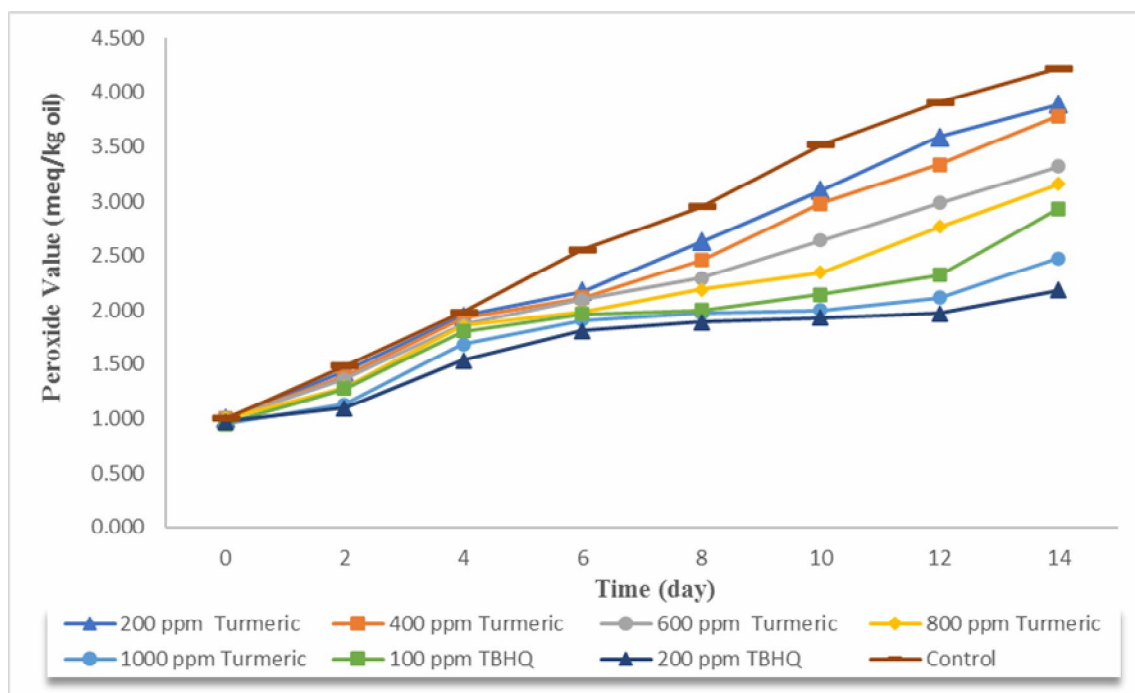


Fig 1 Peroxide values of different soybean oil treatments on different days

کلی، پراکسید در نمونه‌های حفظ شده حاوی کورکومین در مقایسه با نمونه‌های شاهد کمتر بود. و با افزایش غلظت کورکومین از ۰/۰۱۲ درصد به ۰/۰۲ درصد، پراکسیدها کاهش می‌یابد. علاوه بر این، پراکسیدهای همه نمونه‌ها با افزایش دوره ذخیره‌سازی افزایش یافت، اما افزایش پراکسید در نمونه شاهد بیشتر از نمونه‌های دیگر بود. بنابراین، مقدار پراکسید نمونه‌های شاهد در ۵۵ درجه سانتی‌گراد، از ۱/۰۴ افزایش یافت. در پایان دوره ذخیره‌سازی پراکسید ۳۱/۷ میلی‌گرم میکروگرم بر کیلوگرم روغن بود. در حالی که، مقدار پراکسید نمونه‌ها از جمله کورکومین ۰/۰۲ درصد پس از ۹۰ روز ذخیره‌سازی به ۲۴/۹۴ O<sub>2</sub>/kg رسید [۲۹،۳۷].

Tinello و همکاران (۲۰۲۰)، بیان کردند که هیدروپراکسیدها محصولات اصلی اکسیداسیون لیپیدها بدون عطر و طعم نامطلوب هستند، در حالی که محصولات تجزیه شده آن‌ها بیشتر مسئول عطر و طعم نامرغوب هستند. مقدار پراکسید و دوره القایی (IP) به ترتیب برای مراحل اولیه و ثانویه اکسیداسیون لیپید با هدف

در مطالعه عشقی و همکاران (۲۰۱۴)، مشاهده شد که عدد پراکسید در نمونه‌های روغن حاوی کورکومین وابسته به غلظت است و با افزایش غلظت کورکومین اثر آنتی‌اکسیدانی افزایش و در نتیجه عدد پراکسید کاهش می‌یابد. همچنین تمامی نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان در برابر اکسیداسیون پایدارتر از نمونه شاهد می‌باشند و اکسیداسیون در نمونه شاهد بالاترین مقدار را دارد [۳۶]. نتایج در پژوهش de Sousa و همکاران (۲۰۱۴)، مقادیر پراکسید اندازه‌گیری شده برای نمونه‌ها در T<sub>0</sub> عملاً صفر بود. این نشان می‌دهد که هیچ تشکیل رادیکال‌های آزاد وجود نداشته است. نمونه‌های حاوی کورکومین کم‌ترین مقدار پراکسید را در طول دوره ذخیره‌سازی نشان دادند. این به دلیل مقاومت بیشتر کورکومین در برابر فرآیندهای اکسیداتیو است، بنابراین از مرحله اولیه خود اکسیداسیون جلوگیری می‌کند. مقادیر پراکسید نمونه‌های حاوی کورکومین حدود ۲ برابر کمتر از آنچه برای کاروتن b نشان داده شده بود، کمتر بود. همچنین نشان دادند که با افزایش زمان ذخیره‌سازی مقدار پراکسید بیشتر می‌شود. کورکومین به روغن سویا باعث مهار تشکیل هیدروپراکسیدها می‌شود. به طور

ارزیابی پایداری اکسیداتیو نمونه روغن سویا با و بدون آنتی-اکسیدان در طول ذخیره‌سازی در ۶۲ درجه به مدت ۲۸ روز پارامترهای اکسیداتیو مرجع انتخاب شده است. روند افزایش در پراکسید نمونه‌های روغن سویا در ۱۴ روز اول آهسته بود در حالی که تا پایان ذخیره‌سازی حرارتی یک افزایش شدید مشاهده شد. مقدار پراکسید در مطالعه‌ای با موضوع سرخ شدن عمیق توسط Nor و همکاران (۲۰۰۹)، بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی عصاره زردچوبه در به تأخیر انداختن میزان اکسیداسیون روغن ( $p < 0/05$ ) در غلظت ۰/۲ درصد، بهتر از ۰/۰۲ درصد BHT عمل کردند و مقادیر پراکسید توسط عصاره به صورت وایسته به دوز کاهش یافت. همچنین مقادیر پراکسید پس از گرم شدن طولانی مدت کاهش می‌یابد، که نشان دهنده تبدیل به محصولات اکسیداسیون ثانویه مانند کتون، آلدهیدها، هیدروکربن‌ها و اپوکسیدها است [۳۰]. خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ی اتانولی پودر زردچوبه توسط عزیزاده و همکاران (۱۳۹۹) بررسی شد. روند تغییرات عدد پراکسید روغن سویا بر حسب تابعی از زمان انبارمانی محاسبه شد. دیده شد که شیب روند این تغییرات در تمامی نمونه‌ها افزایشی می‌باشد. نتایج نشان داد، نمونه‌ی روغن حاوی ۷۰۰ ppm عصاره‌ی اتانولی زردچوبه تغییرات کمتری نسبت به روغن حاوی ۱۲۰ ppm آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ داشتند. در این صورت غلظت ۷۰۰ ppm عصاره‌ی اتانولی زردچوبه قادر به رقابت با ۱۲۰ ppm آنتی-اکسیدان سنتزی TBHQ می‌باشد [۲۸]. در پژوهش Banerjee و همکاران (۲۰۱۵)، بین مقادیر پراکسید نمونه‌های روغن اختلاف قابل توجهی وجود داشت و در مورد نمونه حاوی زردچوبه مقدار کمتری داشت. با این حال، اختلاف مقادیر بین روغن شاهد و روغن حاوی کورکومین با افزایش بیشتر در مدت زمان به تدریج کاهش می‌یابد، که نشان‌دهنده کاهش اثر کورکومین در طولانی مدت سرخ شدن است [۳۸].

#### ۴-۳- تأثیر اسانس زردچوبه بر عدد اسیدیته

##### روغن سویا

از تجزیه تری‌گلیسریدهای روغن طی گذشت زمانی از نگهداری روغن، اسیدهای چرب آزاد (FFA) ایجاد می‌شوند و اندازه‌گیری عدد اسیدی که میزان اسیدهای چرب آزاد را نشان

می‌دهد یک پارامتر مهم جهت اندازه‌گیری تندشدگی در غذاها می‌باشد [۳۹]. نتایج نشان داد نتایج نشان داد که در روز اول اسیدیته تمامی تیمارهای مورد مطالعه در محدوده یکسانی قرار داشتند و از روز دوم تمامی تیمارها روندی صعودی را طی نمودند بطوری که در بین تمامی تیمارها تیمار شاهد دارای بالاترین میزان و تیمار ۱۰۰۰ ppm اسانس زردچوبه و TBHQ ۲۰۰ ppm کمترین میزان را نشان دادند. علت این روند صعودی را می‌توان تجزیه مختصر تری‌گلیسریدها و در نتیجه افزایش جزئی اسیدهای چرب آزاد روغن‌ها دانست. همچنین مشاهده شد که با افزایش غلظت اسانس زردچوبه اسیدیته نمونه‌های روغن کاهش یافت و با افزایش غلظت اثر آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است و تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های کنترل در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده ( $p < 0/05$ ) مشاهده می‌شود. بنابراین تمام نمونه‌های حاوی اسانس زردچوبه در جلوگیری از افزایش اسیدیته نسبت به نمونه شاهد بدون آنتی‌اکسیدان مؤثرتر عمل کردند، این نتایج را می‌توان در شکل ۲ مشاهده کرد. در پژوهش که توسط پزشکی و همکاران (۱۳۹۱)، انجام شد در طول دوره نگهداری تیمار شاهد، افزایش اسیدهای چرب آزاد معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ )، اما برای تیمار زردچوبه این روند معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری در مقایسه این فاکتور بین دو تیمار در طول دوره ۲۰ روزه مشاهده شد که این تفاوت را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زردچوبه نسبت داد [۴۰]. Asnaashari و همکاران (۲۰۱۵)، دریافتند که دما تأثیر قابل توجهی در تشکیل FFA دارد و باعث افزایش سطح اسیدیته، در نمونه‌های روغن سویا از جمله کورکومین می‌شود. همچنین تغییرات اسیدیته بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده در طول دوره ذخیره‌سازی (۹۰ روز) در ۲۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد نشان داده شد که با افزایش غلظت کورکومین، تشکیل FFA کمی کاهش یافته است. در پژوهش رضایی و همکاران (۱۳۹۰)، تغییرات اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف در طی زمان ۲۰ روزه بررسی شد. در ابتدا FFA ۰/۸۴ (برحسب درصد اسید اولئیک) بود که در نهایت در تیمار کنترل به ۱/۸۵، در تیمار عصاره موسیر ۰/۶۲، در تیمار عصاره زردچوبه ۰/۷۱ و عصاره تلفیقی به مقدار ۰/۵ رسید. که تفاوت معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) بین نمونه‌های کنترل با نمونه‌های تیمار شده با عصاره مشاهده شد. این اختلاف معنی‌دار به دلیل

Nor و همکاران (۲۰۰۹)، عصاره برگ *Curcuma longa* در کاهش مقدار اسید چرب آزاد پس از ۲۴ ساعت سرخ کردن از BHT بهتر بود. اگرچه وقوع هیدرولیز بسیار کم بود، بعد از ۳۲ ساعت ذخیره سازی در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، مقدار آن ۰/۲۵ درصد و پس از سرخ شدن در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ساعت به مقدار ۰/۳۹ درصد قابل توجه بود [۳۰].

خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره است که فعایت آنزیم‌های کاتالیزکننده هیدرولیز چربی را کاهش می‌دهند [۴۱]. در مطالعه عشقی و همکاران (۱۳۹۲)، نتایج نشان داد که تمام تیمارهای حاوی غلظت‌های مختلف کورکومین نسبت به نمونه شاهد بدون آنتی‌اکسیدان در جلوگیری از افزایش اسیدیته مؤثرتر بودند، و با افزایش غلظت کورکومین اثر آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته و اسیدیته نمونه‌های روغن کاهش یافته بودند [۳۶]. در پژوهش

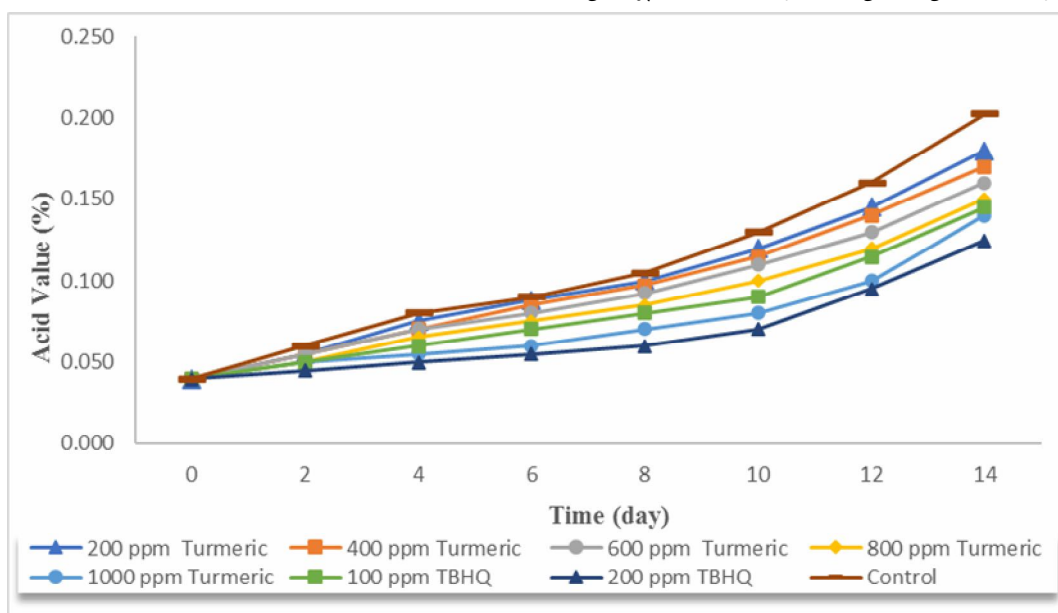


Fig 2 Acidity of different soybean oil treatments

غلظت خود در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با نمونه شاهد فاقد کورکومین، کاهش کمتری در عدد یدی نشان داد. ترکیبات فنولیک طبیعی در گیاهان تشکیل دهنده کتوگه را به تعویق انداخته و از تجزیه اسید لینولئیک جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات اتم‌های هیدروژن را به رادیکال‌های پراکسیل حمل نموده و بنابراین آریل اکسیل را به وجود می‌آورند و سپس با رادیکال‌های دیگر جفت شده تا فرایند رادیکالی را فرو بنشانند [۳۶]. در بررسی انجام شده در سال ۲۰۰۱ توسط پالما و همکاران مشاهده شد که عصاره برگ زردچوبه با غلظت ۰/۱ درصد در شرایط دمایی تسریع شده OSI<sup>۱</sup> بیشتری را نسبت به BHT با غلظت ۰/۰۲ درصد نشان داد که احتمالاً به دلیل فراریت بیشتر BHT نسبت به ترکیبات فنولی در دماهای بالا می‌باشد [۴۲].

#### ۴-۴- تأثیر اسانس زردچوبه بر عدد یدی روغن سویا

عدد یدی میزان غیراشباعیت چربی‌ها و روغن‌ها را تخمین می‌زند. این اندیس می‌تواند برای تخمین پایداری اکسیداتیو روغن‌ها نیز مورد استفاده قرار بگیرد. کاهش عدد یدی با افزایش اکسیداسیون چربی سازگار است [۳۶]. با توجه به شکل ۳ تأثیر تیمارها بر عدد یدی معنی‌دار بودند. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰۰ ppm زردچوبه بالاترین و نمونه فاقد آنتی‌اکسیدان دارای کمترین میزان عدد یدی هستند. مشاهده شد با افزایش غلظت اسانس زردچوبه، میزان عدد یدی افزایش یافت که این امر بیانگر تأثیر ترکیبات فنولی اسانس زردچوبه در جلوگیری از، از بین رفتن باندهای دوگانه اسیدهای چرب تری‌گلیسریدها است. در مطالعه عشقی و همکاران در سال ۱۳۹۲ کورکومین در هر سه

1. Oil Stability Index



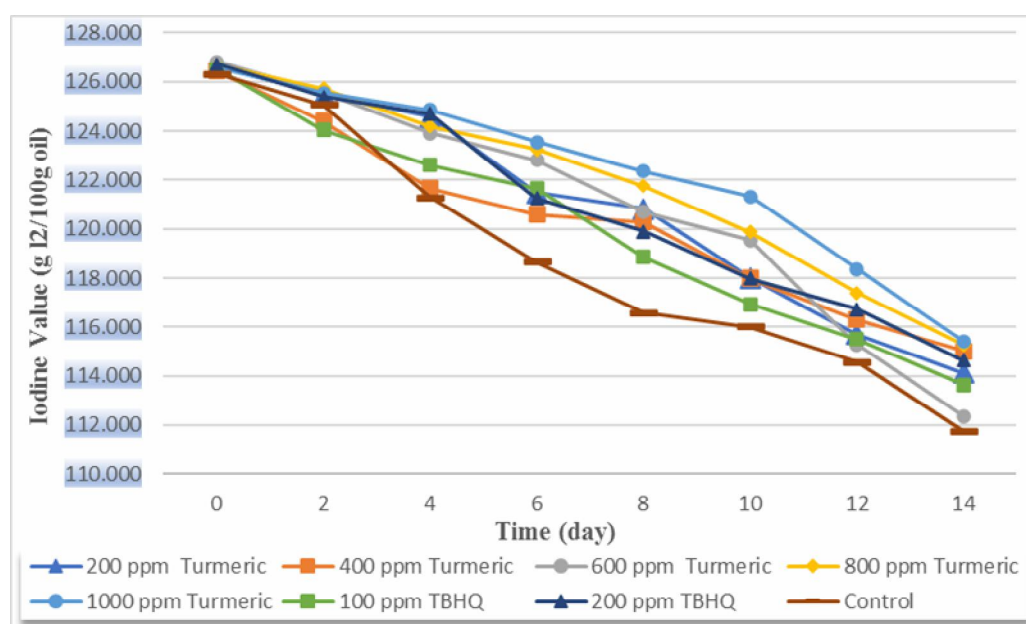


Fig 3 Iodine values of different soybean oil treatments

تیمار شده با هر دو آنتی‌اکسیدان در طول ۴۰ ساعت سرخ‌کردن به طور قابل توجهی بالاتر بود [۳۰]. در پژوهش Asnaashari و همکاران (۲۰۱۵)، در طول ذخیره‌سازی، کاهش اشباع در نمونه‌های روغن سویا مشاهده شد. این کاهش اشباع را می‌توان به از بین رفتن پیوندهای دوتایی توسط اکسیداسیون نسبت داد. بنابراین، کورکومین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی تأثیر مهمی در مهار اکسیداسیون روغن سویا داشت. ارزیابی خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زردچوبه در اولتین نخل در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که ۰/۲ درصد عصاره موثرتر از ۰/۰۲ درصد BHT است. این نتایج پژوهشگران با یافته‌های ما مطابقت داشت [۳۷]. در مطالعه رحمان و همکاران (۲۰۰۴)، کاهش عدد یدی در هنگام ذخیره روغن دانه سویا مشاهده شد. افزودن آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی (BHA و BHT) و عصاره پوست سبب زمینی روند کاهشی ارزش یدی را در روغن سویا در حین ذخیره‌سازی عقب انداخته است. مقادیر یدی روغن دانه سویا ذخیره شده که با آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی و عصاره پوست سبب زمینی تیمار شده بود به طور مشخص بالاتر از نمونه‌های کنترل روغن دانه سویا بود [۴۳].

در مطالعه de Sousa و همکاران (۲۰۱۴)، اثر آنتی‌اکسیدانی کورکومین و بتاکاروتن در بیودیزل سویا بررسی کردند که نمونه‌های همراه با آنتی‌اکسیدان کورکومین کاهش بسیار کمی در مقدار یدی ناشی از اثر این آنتی‌اکسیدان در بیودیزل را نشان داد. کاهش مقدار یدی نمونه با ۵۰۰ ppm کورکومین ۱۲/۶۶ درصد بود. مقدار یدی به طور قابل توجهی برای نمونه‌های حاوی بتاکاروتن در طول ۱۸۰ روز ذخیره سازی کاهش یافت. این کاهش برای نمونه با محتوی ۵۰۰ ppm بتا کاروتن، ۴۰ درصد بود و برای بدون آنتی‌اکسیدان، ۳۸/۷۷ درصد بود. این می‌تواند به دلیل شکستن پیوندهای دوگانه ناشی از واکنش‌های اکسیداسیون، پلیمریزاسیون و چرخش باشد [۲۹]. در پژوهش Nor و همکاران (۲۰۰۹)، مقادیر شاخص پایداری اکسیداتیو OSI برای تیمارهای عصاره در غلظت ۰/۰۲ درصد به طور معنی داری ( $p < ۰/۰۵$ ) از ۰/۰۲ درصد BHT بهتر بود احتمالاً دلیل آن فرار بودن BHT از ترکیبات فنلی در دمای بالا می‌باشد. محافظت از OSI در حین سرخ‌کردن با BHT بهتر بود در حالی که عصاره پس از ۲۴ ساعت سرخ‌کردن از روغن در برابر تخریب محافظت می‌کند (یعنی از ارزش یدی محافظت می‌کند). با این وجود، مقدار OSI و یدی برای همه نمونه‌ها برای روغن



## ۴-۵- تأثیر اسانس زردچوبه بر عدد آنیزیدین

## روغن سویا

آزمون پارا آنیزیدین جهت اندازه‌گیری محصولات اکسیداسیون ثانویه است که محتوای آلدهیدها را اندازه‌گیری می‌کند که در هنگام تجزیه هیدروپراکسیدها تشکیل می‌شوند [۴۴]. با توجه به شکل ۴ با گذشت زمان طی ۱۴ روز نگهداری در شرایط اکسایش تسریع شده، عدد آنیزیدین در همه‌ی تیمارها افزایش یافته است و میانگین شاخص آنیزیدین در نمونه‌ی شاهد با تمام تیمارهای بررسی شده، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارد. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس، قدرت آنتی‌اکسیدانی آن به شکل معنی‌داری افزایش پیدا کرده و در بین تمام تیمارها، غلظت ۱۰۰۰ ppm اسانس زردچوبه بیش‌ترین تأثیر را در کاهش عدد آنیزیدین داشت. علت این امر را می‌توان کمبود مواد مؤثره دارای خواص آنتی‌رادیکالی نظیر ترکیبات فنولیک در غلظت‌های کم اسانس دانست. اکسیداسیون روغن با افزایش مدت زمان نگهداری همچنان ادامه می‌یابد، بنابراین مقدار عدد آنیزیدین نیز در نمونه‌ها زیاد می‌شود و در پایان دوره نگهداری به حداکثر رسیده است. افزایش عدد آنیزیدین، بیانگر واکنش اکسایش خودبخودی و افزایش محصولات ثانویه حاصل از تجزیه هیدروپروکسیدها و ترکیب‌های کربونیل‌دار با گذشت زمان می‌باشد. اکسیداسیون روغن با افزایش مدت زمان نگهداری

همچنان ادامه می‌یابد، بنابراین مقدار عدد آنیزیدین نیز در نمونه‌ها زیاد می‌شود و در پایان دوره نگهداری به حداکثر رسیده است. افزایش عدد آنیزیدین، بیانگر واکنش اکسایش خودبخودی و افزایش محصولات ثانویه حاصل از تجزیه هیدروپروکسیدها و ترکیب‌های کربونیل‌دار با گذشت زمان می‌باشد. در پژوهش Nor و همکاران (۲۰۰۹)، خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ زردچوبه در اولئین نخل تصفیه شده، سفید شده و خوشبو کننده (RBD) با استفاده از اکسیداسیون تسریع شده و مطالعات سرخ شدن عمیق در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تا ۴۰ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آنیزیدین تفاوت معنی‌داری با شاهد داشتند [۳۰]. اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی زردچوبه، علف‌لیمو، برگ فوفل، گل میخک، برگ فلفل سیاه و *Garcinia atriviridis* بر روی کیک‌های کره توسط Lean و Mohamed (۱۹۹۹) بررسی شد. نتایج نشان داد آنیزیدین که میزان آلدهیدها (اصولاً دو آلکنال) در روغن‌ها و چربی‌ها را تعیین می‌کند، برای اولین ۲ هفته ذخیره‌سازی به تدریج افزایش می‌یابد. کاهش آنیزیدین پس از ۲ هفته ذخیره‌سازی ممکن است به دلیل دimer شدن دو آلدهید برای تشکیل مالون آلدهیدهای پایدار باشد. آنیزیدین کیک‌های حاوی عصاره زردچوبه در مقایسه با سایر کیک‌های مورد مطالعه کمترین بود، نشان می‌دهد که زردچوبه بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در بین ادویه‌های انتخاب شده داشته و عملکرد بهتری از BHA یا BHT دارد [۴۵].

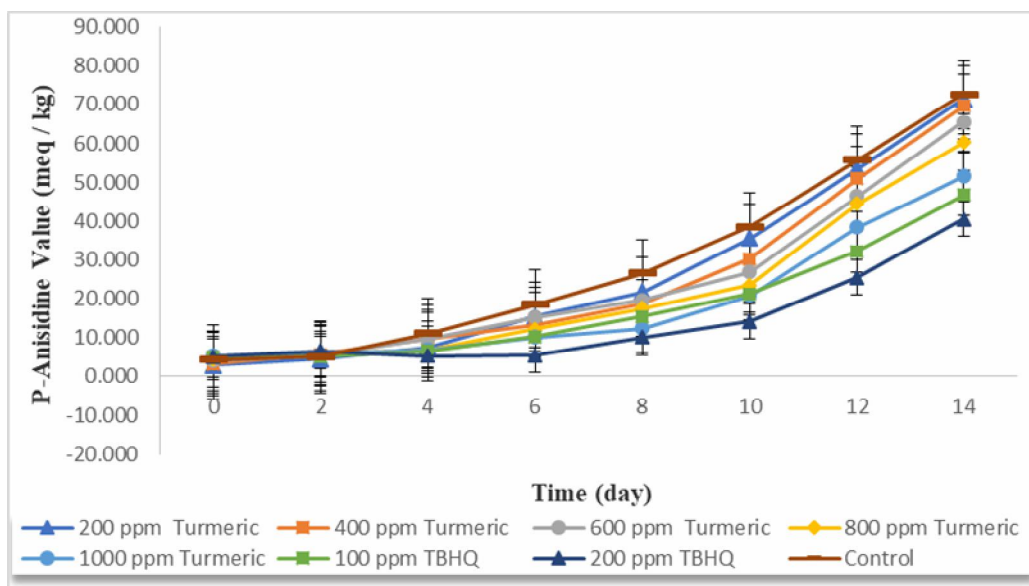


Fig 4 Anisidine numbers of different soybean oil treatments

سایر کیک‌های حاوی عصاره‌های علف لیمو، برگ فوفل، گل میخک، برگ فلفل سیاه کمترین بود و نشان می‌دهد که زردچوبه بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در بین ادویه‌های انتخاب شده داشته و عملکرد بهتری از BHA یا BHT دارد. گزارش شده است که کورکومین، اصلی‌ترین رنگدانه فنلی موجود در زردچوبه، ۷۵ درصد از فعالیت BHT را دارد [۴۵]. نتایج مطالعه اوخلی و همکاران (۲۰۲۰)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس و عصاره پوست مرکبات بر تثبیت روغن آفتابگردان بررسی شد، نتایج نشان داد که شاخص‌های پراکسید، آنیزیدین و توتوکس در طول زمان روند افزایشی دارند [۱۸]. پویانا در سال ۲۰۱۲ افزایش پایداری اکسیداتیو روغن آفتابگردان در طی گرمایش همرفت و مایکروویو با استفاده از عصاره هسته انگور را بررسی کرد و نتایج آزمون توتوکس نشان داد که بالاترین سطح عصاره هسته انگور یعنی ۱۰۰۰ ppm بهترین اثر مهار را در اکسیداسیون روغن در زمان گرم شدن داشت. همچنین، عصاره هسته انگور تا سطح ۶۰۰ ppm اکسیداسیون لیپید را به روشی مشابه BHT مهار می‌کند [۴۶].

#### ۴-۶- تأثیر اسانس زردچوبه بر عدد توتوکس

##### روغن سویا

بطور کلی اندیس توتوکس شاخصی است که به دو عدد پراکسید و عدد آنیزیدین وابسته می‌باشد و هرچه مقدار این دو افزایش یابد عدد توتوکس هم افزایش می‌یابد. نتایج آنالیز واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف اسانس را بر شاخص عدد توتوکس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود نمونه عاری از هر گونه آنتی‌اکسیدان بالاترین میزان تولید محصولات اکسایشی را دارا بود. تیمار روغن حاوی ۱۰۰۰ ppm اسانس زردچوبه همانند دو تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm TBHQ در کاهش روند افزایشی عدد توتوکس مؤثر بود. در تیمارهای روغن حاوی اسانس زردچوبه میزان عدد توتوکس با افزایش غلظت کاهش معنی‌داری دارد که می‌تواند به دلیل افزایش اثرات پراکسایشی ترکیبات فنولی باشد.

آنیزیدین و توتوکس در مطالعه Lean و Mohamed (۱۹۹۹)، برای تمام تیمارها در طول نگهداری روند افزایشی داشت، اما نتایج نشان داد که کیک‌های حاوی عصاره زردچوبه در مقایسه با

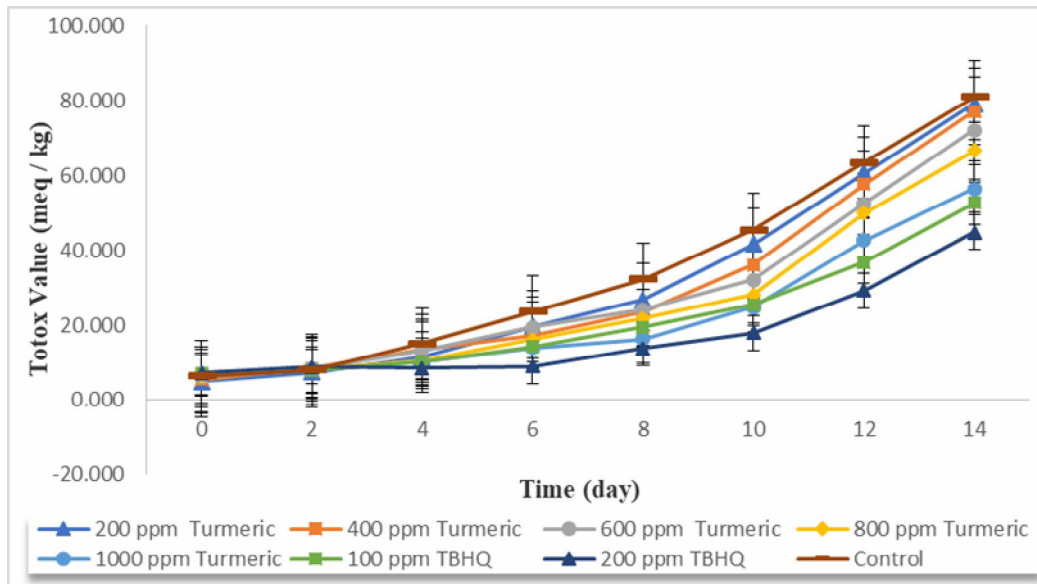


Fig 5 TOTOX values of different soybean oil treatments

آنتی‌اکسیدانی در غلظت‌های مختلف در روغن سویا توسط آزمون گرمخانه‌گذاری (اکسیداسیون تسریع یافته) مورد ارزیابی قرار گرفت و اعداد پراکسید، اسیدیت، یدی و آنیزیدین به عنوان

#### ۵- نتیجه گیری

هدف از این پژوهش بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس زردچوبه و اثر آن در پایداری روغن سویا بود. فعالیت

- region of India. *Industrial Crops and Products*. 2020; 150: 11240.
- [5] Chumroenphat, T, Somboonwatthanakul, I, Saensouk, S, & Siriamornpun, S. Changes in curcuminoids and chemical components of turmeric (*Curcuma longa* L.) under freeze-drying and low-temperature drying methods. 2020; *Food Chemistry*. 339: 128-121.
- [6] Martinez-Correa, H. A, Paula, J. T, Kayano, A. C. A, Queiroga, C. L, Magalhaes, P. M, Costa, F. T, & Cabral, F. A. Composition and antimalarial activity of extracts of *Curcuma longa* L. obtained by a combination of extraction processes using supercritical CO<sub>2</sub>, ethanol and water as solvents. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2017; 119: 122-129.
- [7] Choi, Y, Kim, W, Lee, J. S, Youn, S. J, Lee, H, & Baik, M. Y. Enhanced Antioxidant Capacity of Puffed Turmeric (*Curcuma longa* L.) by High Hydrostatic Pressure Extraction (HHPE) of Bioactive Compounds. *Foods*. 2020; 9(11), 1690.
- [8] Barzegar, H, Behbahani, B. A, & Mehrnia, M. A. Quality retention and shelf life extension of fresh beef using *Lepidium sativum* seed mucilage-based edible coating containing *Heracleum lasiopetalum* essential oil: an experimental and modeling study. *Food Science and Biotechnology*. 2020; 29(5): 717-728.
- [9] Brand-Williams, W, Cuvelier, M. E, & Berset, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*. 1995; 28(1): 25-30, 1995.
- [10] Robards, K, Prenzler, P. D, Tucker, G, Swatsitang, P, & Glover, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. 1999; *Food chemistry*. 66(4): 401-436.
- [11] Gursoy, N, Sarikurkcu, C, Cengiz, M, & Solak, M. H. Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species. *Food and Chemical Toxicology*. 2009; 47(9): 2381-2388.
- [12] Singleton, V. L, & Rossi, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*. 1965; 16(3), 144-158.

شاخص مهار اکسیداسیون اندازه‌گیری گردید. با توجه به نتایج مشخص شد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس زردچوبه در روغن سویا، وابسته به غلظت بوده و در تیمارهای مورد بررسی، با افزایش غلظت، این ویژگی افزایش می‌یابد. به طور کلی اسانس زردچوبه فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسبی را در غلظت‌های ppm ۱۰۰۰ و ۸۰۰ در روغن سویا نشان داد. نتایج نشان داد که اسانس زردچوبه در غلظت‌های مناسب، می‌تواند به عنوان جایگزین طبیعی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در روغن سویا به کار برده شود. بنابراین اسانس زردچوبه به دلیل وجود ترکیبات فنولی و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در آن می‌تواند به عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مورد پژوهش بیش‌تر قرار گیرد.

## ۶- تقدیر و تشکر

بدینوسیله نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بابت حمایت مالی این پایان‌نامه، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## ۷- منابع

- [1] Dukariya, G, Shah, S, Singh, G, & Kumar, A. Soybean and its products: Nutritional and health benefits. *J Nut Sci Heal Diet*. 2020; 1(2): 22-29.
- [2] Saoudi, S, Chammem, N, Sifaoui, I., Bouassida-Beji, M, Jiménez, I. A, Bazzocchi, I. L, ... & Bronze, M. R. Influence of Tunisian aromatic plants on the prevention of oxidation in soybean oil under heating and frying conditions. *Food Chemistry*. 2016; 212: 503-511.
- [3] Tinello, F, Zannoni, S, & Lante, A. Antioxidant Properties of Soybean Oil Supplemented with Ginger and Turmeric Powders. *Applied Sciences*. 2020; 10(23): 8438.
- [4] Pal, K, Chowdhury, S, Dutta, S. K, Chakraborty, S, Chakraborty, M, Pandit, G. K, ... & Mandal, S. Analysis of rhizome colour content, bioactive compound profiling and ex-situ conservation of turmeric genotypes (*Curcuma longa* L.) from sub-Himalayan terai

- manufacture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999; 47(10):4297-300.
- [22] Barzegar H, Alizadeh behbahani B, Mehrnia MA. Identification of the chemical compounds and antibacterial activity of *Ocimum basilicum* essential oil and the effects of its interaction with tetracycline and chloramphenicol antibiotics on some pathogenic microorganisms causing infection and food poisoning. *Food Science and Technology*. 2019; 16(90):113-125. [Full Text in Persian].
- [23] Naz, S, Ilyas, S, Parveen, Z, & Javed, S. Chemical analysis of essential oils from turmeric (*Curcuma longa*) rhizome through GC-MS. *Asian Journal of Chemistry*. 2010; 22(4), 3153.
- [24] Lee, K. H, Kim, B. S, Keum, K. S, Yu, H. H, Kim, Y. H, Chang, B. S, Choi, N. Y. Essential oil of curcuma longa inhibits streptococcus mutans biofilm formation. *Journal of Food Science*. 2011; 76(9): H226-H230.
- [25] Samiei A, Tabatabaei-Yazdi F, Mazaheri Tehrani M. An investigation into the antioxidant activity, phenolic compounds, antimicrobial effect and interaction of the essential oils of *Curcuma longa* and *Ocimum basilicum* on some pathogenic bacteria. *Food Science and Technology*. 2018; 15(74):99-107. [Full Text in Persian].
- [26] Nampoothiri, S. V, Lekshmi, P, Venugopalan, V, & Menon, A. N. Antidiabetic and antioxidant potentials of spent turmeric oleoresin, a by-product from curcumin production industry. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2012; 2: S169-S172.
- [27] Maizura, M, Aminah, A, & Wan Aida, W. Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*polygonum minus*), ginger (*zingiber officinale*) and turmeric (*curcuma longa*) extract. *International Food Research Journal*. 2011; 18(2): 526-531.
- [28] Alizadeh, A, Pour, H. T, & Mokhtarian, M. Effect of ethanolic extract of turmeric powder on oxidative stability of soy oil. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 2020; 12(2): 109-120.
- [29] De Sousa, L. S, De Moura, C. V. R, De Oliveira, J. E, & De Moura, E. M. Use of
- [13] Chang, C. C, Yang, M. H, Wen, H. M, & Chern, J. C. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*. 2002; 10(3).
- [14] Singh, G, Kapoor, I. P. S, Singh, P, De Heluani, C. S, De Lampasona, M. P, & Catalan, C. A. Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (*Curcuma longa* Linn.). *Food and chemical toxicology*. 2010; 48(4): 1026-1031.
- [15] Shahabadi, S, Tavakolipour, H, Mortazavi, S.A, & raoufi, N. Effect of carrageenan gum and partial replacement of butter with the sunflower oil on some physicochemical properties of samanu spread during storage. 2015; 25(3):391-405. [Full text in Persian].
- [16] AOAC. Official Methods of Analysis, 16th edition, Association of Official Analytical Chemists Gaithersburg MD. 1995.
- [17] AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th edn., AOCS Press, Champaign, Additions and Revisions, Method Cd 18-90. 1992.
- [18] Okhli, S, Mirzaei, H, & Hosseini, S. E. Antioxidant activity of citron peel (*Citrus medica* L.) essential oil and extract on stabilization of sunflower oil. 2020; OCL, 27, 32.
- [19] Stanojević, J. S, Stanojević, L. P, Cvetković, D. J, & Danilović, B. R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the turmeric essential oil (*Curcuma longa* L.). *Advanced technologies*. 2015; 4(2): 19-25.
- [20] Tabatabai Yazdi F, Falah F, Alizadeh Behbahani B, Vasiee A, Mortazavi SA. Identification of chemical compounds, antioxidant potential, phenolic content and evaluation of inhibitory and bactericidal/fungicidal effects of ginger essential oil on some pathogenic microorganisms in vitro. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2019;13(3):50-62. [Full Text in Persian].
- [21] Negi P, Jayaprakasha G, Jagan Mohan Rao L, Sakariah K. Antibacterial activity of turmeric oil: a byproduct from curcumin

- characteristics of soybean oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2015; 52(3): 1760-1765.
- [39] Ahmatabar Kalebasi, S. H, Farahmandfar, R, Esmailzadeh Kenari, R. Utilization of acetonic extract of ginger for increasing storability of soybean oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2019; 15(84): 481-494. [Full Text in Persian].
- [40] Pezeshk S, Rezaei M, Rashedi H, & Hosseini H. Investigation of antibacterial and antioxidant activity of turmeric extract (*Curcuma Longa*) on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in vitro. *Quarterly Journal of Food Science and Technology*. 2012; 35(9):77-87. [Full Text in Persian].
- [41] Rezaei, M, Pezeshk, S, Hosseini, H, Eskandari, S. Effect of antioxidant activity of shallot extract (*Allium ascalonicum*), turmeric extract and their composition on changes of lipids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vacuum packaged. *Journal of Food Science and Technology*. 2011; 8(28): 47-56. [Full Text in Persian].
- [42] Palma, M., Piñeiro, Z. and Barroso, C. G. Stability of phenolic compounds during extraction with superheated solvents. *Journal of Chromatography A*. 2001; 921(2): 169-174.
- [43] Rehman, Z, Habib, F. & Shah, W. H. Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. *Food Chemistry*. 2004; 85(2): 215-220.
- [44] Horuz, T. İ, & Maskan, M. Effect of the phytochemicals curcumin, cinnamaldehyde, thymol and carvacrol on the oxidative stability of corn and palm oils at frying temperatures. *Journal of food science and technology*. 2015; 52(12): 8041-8049.
- [45] Lean, L. P, & Mohamed, S. Antioxidative and antimycotic effects of turmeric, lemon grass, betel leaves, clove, black pepper leaves and *Garcinia atriviridis* on butter cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1999; 79(13): 1817-1822.
- [46] Poiana, M. A. Enhancing oxidative stability of sunflower oil during convective and microwave heating using grape seed extract. *International journal of molecular sciences*. 2012; 13(7). 9240-9259.
- natural antioxidants in soybean biodiesel. *Fuel*, 2014; 134: 420-428.
- [30] Nor, F. M, Mohamed, S, Idris, N. A, & Ismail, R. Antioxidative properties of *Curcuma longa* leaf extract in accelerated oxidation and deep frying studies. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2009; 86(2): 141-147.
- [31] Alafiatayo Akinola, A, Ahmad, S, & Maziah, M. Total antioxidant capacity, total phenolic compounds and the effects of solvent concentration on flavonoid content in *Curcuma longa* and *Curcuma xanthorrhiza* rhizomes. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 2014; 3(156): 2167-0412.1000156.
- [32] Li, S, & Li, S. Antioxidant activities of essential oil of *curcuma longa* and *curcuma wenyujin*. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*. 2009; 3: 31-34.
- [33] Sahu, R, & Saxena, J. Screening of total phenolic and flavonoid content in conventional and non-conventional species of *curcuma*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2013; 2(1).
- [34] Tinello, F, Zannoni, S, & Lante, A. Antioxidant Properties of Soybean Oil Supplemented with Ginger and Turmeric Powders. *Applied Sciences*. 2020; 10(23): 8438.
- [35] Barzegar, H, Mehrnia, M. A, & Behbahani, B. A. Determination of the chemical composition, antioxidant activity and the antimicrobial effect of *Heracleum Lasioptetalum* on infection and food poisoning microorganisms. *Applied Microbiology In Food Industries*. 2018; 4(4): 15-28. [Full Text in Persian].
- [36] Eshghi, N, Asnaashari, M, Haddad Khodaparast, M. H, & Hosseini, F. Evaluating the potential of natural curcumin for oxidative stability of soybean oil. *Natural Product Research*. 2014; 28(17): 1375-1378.
- [37] Asnaashari, E, Asnaashari, M, Ehtiati, A, & Farahmandfar, R. Comparison of adaptive neuro-fuzzy inference system and artificial neural networks (MLP and RBF) for estimation of oxidation parameters of soybean oil added with curcumin. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2015; 9(2): 215-224.
- [38] Banerjee, A, Ghosh, S, & Ghosh, M. Antioxidative effect of turmeric on frying



## Effect of turmeric (*Curcuma longa* L.) essential oil on the oxidative stability of soybean oil

Majdi, B. <sup>1</sup>, Mehrnia, M. A. <sup>2\*</sup>, Barzegar, H. <sup>3</sup>, Alizadeh Behbahani, B. <sup>2</sup>

1. M.Sc Student, Department of Food Industry Science and Engineering, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Industry Science and Technology, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Industry Science and Engineering, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2021/ 08/ 25

Accepted 2021/ 10/ 23

#### Keywords:

Natural Antioxidants,  
Turmeric Essential Oil,  
Soybean oil,  
Accelerated oxidation.

**DOI:** 10.52547/fsct.19.122.335

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.122.13.6

\*Corresponding Author E-Mail:  
[Mehrnia@asnruk.ac.ir](mailto:Mehrnia@asnruk.ac.ir)

### ABSTRACT

Nowadays, due to the proven adverse effects of synthetic antioxidants, many researches have been done on using natural antioxidants, including natural extracts and essential oils, in the production of foods. One of these natural compounds is turmeric, which has traditionally been widely used in food and pharmaceutical industries and is known as a functional food. In this research effect of turmeric essential oil on oxidative stability of soybean oil was evaluated. Turmeric essential oil was extracted using Clevenger apparatus. Different concentrations of turmeric essential oil were compared with synthetic antioxidant TBHQ during oxidation process of soybean oil for 14 days at 70 °C and peroxide value, acidity, iodine and anisidine values were measured. Results showed that with increasing the concentration of turmeric essential oil, the amount of oxidation was significantly reduced. The highest antioxidant capacity was seen in samples containing 1000 ppm essential oil. Our research showed that turmeric essential oil could be used as effective natural antioxidant in oil industry.