بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی برخی ترکیبات فنلی در محیط تالو اولئین

امیر حسین الهامی راد[۱*]، مهرداد قوامی[۲]، محمد حسین حداد خداپرست[۳]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران
۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی ، تهران ، ایران
۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی،مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۴)

چکیده

در این پژوهش به منظور ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی برخی ترکیبات فنلی طبیعی از تالو اولئین به عنوان محیط چربی استفاده گردید. از آنجا که چربی های ذخیره ای حیوانی از لحاظ آنتی اکسیدانهای طبیعی ضعیف هستند، لذا مطالعه فعالیت آنتی اکسیدانها در آنها الگوهای رفتاری مناسبی را ارائه می نماید. جهت فراکسیونه کردن تالو و جداسازی تالو اولئین، از روش فراکسیون گیری ۳ مرحله ای با حلال استن در دماهای c°۱۵،۵و۲۵ استفاده شد. به منظور پایدارسازی تالو اولئین، فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات فنلی شامل اسید گالیک، اسید کافئیک، کاتچین،کوئرستین،اسیدتانیک، اسید الاجیک و اسید سالیسیلیک در غلظت های ۴۰،۶۰،۸۰،۱۰۰،۲۰۰ و۴۰۰ mg/L، در دمای c °۱۵۰ و به روش رنسیمت، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که در میان ترکیبات مورد استفاده، اسیدگالیک دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسید الاجیک دارای پایین‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده ضمن اینکه اسید سالیسیلیک فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. در این میان اسید گالیک، کوئرستین، کاتچین و اسید کافئیک در مقایسه با α − توکوفرول فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری داشته اما اسید الاجیک و اسید تانیک در مقایسه با α − توکوفرول پایداری کمتری نشان دادند.

کلید واژگان : تالو اولئین، جزء به جزء کردن، آنتی اکسیدان ها، ترکیبات فنلی

۱-مقدمه

چربیهای ذخیره ای حیوانی نظیر لارد، پیه گاو و دنبه گوسفند از مهمترین منابع روغنهای خوراکی هستند که از محصولات جنبی فراورده های دامی محسوب می شوند. هر چند مصرف این چربیها بدلایل مختلفی از قبیل توسعه کشت دانه ها و میوه های روغنی و مشکلات مرتبط با سلامتی مصرف کننده بسیار محدود شده است اما نمی توان پتانسیل موجود را بعنوان یک منبع عمده چربی در سطح جهان نادیده گرفت. در سال ۲۰۰۰ میلادی در میان انواع روغن و چربی تولید شده در دنیا، پیه پس از روغن‌های نباتی سویا، پالم، کلزا و آفتابگردان در رتبه پنجم قرار داشته است [۱].

گوسفندان دنبه‌دار تقریبا ۲۵ درصد جمعیت گوسفندان جهان را تشکیل می دهند. در ایران ۵۰/۸ میلیون راس گوسفند در ۲۶ گروه نژادی مختلف وجود دارد که ۵۷/ ۴ درصد کل گوسفندان جهان را شامل می‌شود [۲].گوسفندان ایران تنوع ژنتیکی زیادی داشته ولی اغلب نژادهای گوسفند ایرانی به جز نژاد زل (Zel) دنبه‌دار هستند [۵-۳]. بنابر آمار سازمان دامپزشکی کشور در

* مسئول مکاتبات: ah_elhami@iaus.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

سال ۱۳۸۱ حدود ۷۷۸۳۷۹۱ راس گوسفند کشتار شده است. بر این اساس اگر تولید سالانه دنبه در ایران ۵۰۰۰۰ تن تخمین زده شود با توجه به اینکه ۹۵-۸۵ درصد وزن دنبه را چربی تشکیل می‌دهد می‌توان میزان تالوی گوسفندی تولید شده در کشور را حدود ۴۵۰۰۰ تن پیش‌بینی کرد [۶]. براساس گزارش معاونت امور دام وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۰، میزان دنبه حاصل از ذبح گوسفندان در ایران ۳۲۰۰۰ تن و پیه استحصالی از کشتار گاو ۴۳۶۰۰ تن در سال برآورد شده است[۱].

بالا بودن نقطه ذوب چربی دنبه ($43/2^{\circ}c$) باعث ایجاد حالت ماسیدگی می شود که نامطلوب است.این مساله به علت بالا بودن میزان اسیدهای چرب اشباع زنجیر بلند می باشد.از طرفی وجود کلسترول همراه مقادیر زیاد اسیدهای چرب اشباع و تاثیر آن ها در بیماری های قلبی و عروقی موجب محدودیت در مصرف این چربی ها طی سال های اخیر شده است [۶و ۴]. چربی دنبه گوسفند دارای بوی خاصی است که حذف آن مشکل بوده و ممکن است از لحاظ مصرف کننده نامطبوع باشد[۷]. چنین بنظر می رسد که بتوان با استفاده از روش های اصلاحی نظیر فراکسیون گیری، حذف کلسترول، بوگیری و پایدارسازی، چربی دنبه گوسفند را به یک روغن خوراکی مناسب تبدیل کرد.

پایداری اکسیداتیو چربی دنبه تابع کیفیت اولیه و نیز ترکیب اسیدهای چرب آن می‌باشد. میزان اسید اولئیک چربی دنبه در پایداری اکسیداتیو آن موثر بوده و از۵۳/۵-۳۹/۶ درصد بر حسب نژاد دام متفاوت است [۸]. نکته قابل توجه، مقدار کم اسید لینولئیک است که حدود ۱/۳۲-۰/۰۱۱ درصد گزارش شده است [۴]. میزان رطوبت، اندیس پراکسید، درصد اسیدهای چرب آزاد و نیز مقدار α-توکوفرول موجود در چربی نیز بر پایداری اکسیداتیو آن بسیار موثر است. میزان توکوفرولها در چربیهای حیوانی معمولا بسیار کمتراز چربیهای گیاهی و حتی روغنهای گیاهی تصفیه شده می‌باشد[۶]. مقدار α-توکوفرول موجود در دنبه وابستگی زیادی به رژیم غذایی دام دارد بطوریکه دنبه می‌تواند به عنوان یک بافت فعال در ذخیره توکوفرول عمل کند [۹].

با توجه به اینکه ایمنی در مصرف آنتی‌اکسیدانهای پلی فنل سنتزی نظیر PG، TBHQ، BHT، BHA و ...در سالهای اخیر مورد تردید قرار گرفته است، توجه بسیاری از محققین به استفاده از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی معطوف شده است. اگر چه ترکیبات فنلی و برخی از مشتقات آن‌ها در جلوگیری از اتواکسیداسیون بسیار کارآمد هستند، فقط تعداد کمی از آنها جهت کاربرد در مواد غذایی به عنوان آنتی‌اکسیدان مجاز هستند. فلاونوئیدها بیشترین پتانسیل را جهت این منظور دارا هستند .توجهات عمده جهت قابلیت پذیرش چنین آنتی‌اکسیدانهایی فعالیت و پتانسیل سمیت آن‌ها یا امکان سرطانزایی این ترکیبات می‌باشد. آنتی‌اکسیدانهای فنلی تایید شده، تحت مطالعات زیادی قرار گرفته‌اند اما سمیت فراورده‌های حاصل از تجزیه آنها هنوز مشخص نشده است[۱۰ و ۱۱].

محققینی نظیرHudson,Lewis, Dziedzic تاثیر انواع مختلف پلی فنل ها و فلاونوئیدها را در پایدارسازی اکسیداتیو لارد به روش رنسیمت بررسی کرده اند[۱۵-۱۲]. امکان استفاده از عصاره های فنلی گیاهانی نظیر چای سبز، چای سیاه، رزماری و زیتون جهت پایدارسازی روغنهای حیوانی مانند لارد و تالو توسط محققین مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. Liang and Schwartzer (1998) تاثیر استفاده از دو آنتی اکسیدان ترموکس (مخلوطBHA,BHT) و ناتوروکس (مخلوط σ- توکوفرول و عصاره رزماری) را جهت پایدارسازی لارد و تالو مورد بررسی قرار دادند. بر اساس گزارش این محققین نمونه های بدون آنتی اکسیدان لارد نسبت به تالو پایدارتر بودند[۱۶]. Yin and Birch(2003) فعالیت آنتی اکسیدانی نسبی عصاره های قطبی و غیر قطبی چای سبز و چای سیاه را در روغن تالوی داغ (۱۲۰ °c) مورد بررسی قرار دادند که در این میان عصاره قطبی چای سبز بالاترین و عصاره غیر قطبی چای سیاه پایین ترین سطح فعالیت را نشان دادند[۱۷].

در این پژوهش، پس از جداسازی بخش مایع چربی دنبه گوسفند به روش جزء به جزء کردن با حلال، از آن به عنوان یک محیط پایه جهت ارزیابی خصوصیات آنتی اکسیدانی برخی ترکیبات فنلی طبیعی استفاده شده است. از آنجا که چربی های حیوانی از لحاظ آنتی اکسیدانهای طبیعی ضعیف هستند، بدون شک مطالعه فعالیت آنتی اکسیدانها در آنها الگوهای رفتاری مناسبی را ارائه خواهد کرد، ضمن اینکه از ترکیب دو فرآیند جزء به جزء کردن و پایدارسازی، روغنی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

حاصل می شود که نسبت به چربی جامد اولیه (چربی دنبه) درجه اشباعی پایین تر و پایداری حرارتی بالاتری دارد.

۲-مواد و روش ها

دنبه مورد نیاز (از گوسفندان نژاد بلوچی) از قصابی های محلی سطح شهر سبزوار خریداری گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه، شستشو با آب و حذف بقایای گوشت، توسط بلندر(Kenwood فرانسه) کاملا خرد شده و تا زمان استخراج در یخچال نگهداری شد. استخراج چربی دنبه به روش ذوب کردن خشک (دمای ۸۰°c به مدت ۲ ساعت) توسط دستگاه تبخیر کننده دوار تحت شرایط خلاء (Heidolph مدلLABOROTA4001) انجام شد. جهت جزء به جزء کردن چربی دنبه و جداسازی فراکسیون مایع، از روش جزء به جزء کردن ۳ مرحله ای با حلال استن در دماهای ۱۵،۲۵°c و۵ استفاده گردید. بدین منظور چربی استخراج شده از دنبه به نسبت ۱ به ۱۰ با استن خالص در داخل بالن‌های ۱۰۰۰ سی‌سی مخلوط گردیده و بخوبی همزده شد تا کاملاً در استن حل شود. سپس محلول چربی و استن به مدت ۲۲ ساعت در انکوباتور با دمای $25^{\circ}c$ (انکوباتور یخچال‌دار Memmert مدل VE600 آلمان) قرار داده‌شد. جهت جداسازی فاز مایع (محلول چربی واستن) از کریستال‌ها، فیلتراسیون نمونه تحت خلاء با استفاده از قیف بوخنر و کاغذ صافی واتمن شماره۲ انجام شد. در مرحله دوم وسوم به ترتیب از دماهای ۱۵ و ۵ °c مطابق روش فوق استفاده گردید. فاز مایع بدست‌آمده از مرحله سوم به دستگاه تبخیرکننده دوار منتقل و حلال استن در دمای $60-70^{\circ}c$ تحت شرایط‌خلاء بازیابی گردید. روغن مایع بدست‌آمده که فراکسیون چهارم چربی دنبه را تشکیل می‌دهد اصطلاحاً تالو اولئین نامیده می‌شود. حداقل حلال باقی‌مانده در تالو اولئین توسط گاز ازت خارج گردید. تالو اولئین بدست آمده در داخل ظرف شیشه‌ای تمیز و تیره رنگ پرشده و پس از دربندی، در دمای یخچال ($5^{\circ}c$) تا زمان مصارف بعدی نگهداری گردید. [۱۸و ۱۹و ۶].

خصوصیات فیزیکوشیمیایی تالو اولئین، شامل: نقطه ذوب (AOAC,920.157) [۲۰]، اندیس رفراکتومتری (AOAC,921.08) [۲۰]، اندیس یدی(AOCS,Cd 1c-85)[۲۱]، اندیس صابونی(AOCS, Cd 3-25) [۲۱]، اندیس پراکسید (AOCS,Cd 8-53)[۲۱]، اندیس اسیدی (AOCS,Cd 3d-63) [۲۱]، زمان مقاومت در برابر اکسیداسیون(استاندارد ملی شماره ۳۷۳۴) [۲۲] و ترکیب اسیدهای چرب به روش GC (AOAC ,28.060) [۲۰] با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف Varian مدلCP3800 تعیین گردید.

ترکیبات فنلی انتخاب‌شده (کاتچین، کوئرستین، اسیدکافئیک، اسیدگالیک، اسیدتانیک، اسیدالاجیک و اسیدسالیسیلیک) در ۶ غلظت۲۰۰ ،۱۰۰ ،۸۰ ،۶۰ ،۴۰ و mg/L ۴۰۰ به تالو اولئین تلقیح شده و طول دوره القاء توسط دستگاه رنسیمت (Metrohm مدل ۷۴۳) در دمای ۱۵۰ C در سه تکرار تعیین گردید[۲۲]. نتایج بدست آمده با نمونه شاهد(تالو اولئین فاقد آنتی اکسیدان) و نمونه تالو اولئین پایدار شده با α-توکوفرول مقایسه گردیدند.

ترکیبات فنلی مورد آزمایش از نوع طبیعی با درجه خلوص بیش از ۹۷ درصد (تخلیص شده بروش HPLC) تولیدی شرکت های Sigma-Aldrich و Fluka انتخاب گردیدند.

تمام آزمایش ها در ۳ تکرار، در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شده و به صورت "میانگین±انحراف معیار " گزارش گردیدند. داده های به دست آمده توسط نرم افزار آماری SPSS آنالیز و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه گردیدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تالو اولئین

در جدول ۱ نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی تالو اولئین ارائه شده است.همانطور که مشاهده می شود اندیس یدی تالو اولئین ۶۷/۹۳ است ودر دمای ۵ °C کاملا مایع می باشد. اندیس پراکسید و اندیس اسیدی پایین تالو اولئین نیز نشاندهنده آماده سازی مناسب آن طی مراحل جزءبه جزء کردن می باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

جدول۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تالوی اولیه و تالو اولئین

ویژگی	مقدار	
	تالوی اولیه	تالو اولئین
اندیس رفراکتومتری(c° ۲۵)	۱/۴۵۴±۰/۰۰۳	۱/۴۵۹±۰/۰۰۳
نقطه ذوب (c°)	۴۱±۳	در c° ۵ مایع
عدد یدی	۶۱/۷۶±۰/۰۶	۵۱/۶±۳
اندیس اسیدی	۰/۶±۰/۰۸	۶۷/۹۳±۰/۰۵
عدد پراکسید*(meq/1000g)*	۱/۳±۰/۳	۱/۶±۰/۲
عدد صابونی	۱۹۴±۲	۱۸۷/۷۷±۰/۰۵
زمان القاء (c° ۱۲۰)	۲/۲±۰/۰۵	۲/۵۱±۰/۰۳

در جدول۲ ترکیب اسیدهای چرب تالوی اولیه و اولئین حاصل از آن نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود از میان ۲۱ اسید چرب شناسایی شده در تالو اولئین، اسید اولئیک با ۴۶/۶۸ درصد بیشترین مقدار و اسید بهنیک (۲۲:۰) با ۰/۰۵ درصد کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. پس از اسید اولئیک، اسید پالمتیک با ۲۱/۳۲ درصد و اسید استئاریک با ۷/۵۳ درصد رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده اند.

مقدار کل اسیدهای چرب اشباع ۳۶/۹۲ درصد، مقدار کل اسیدهای چرب غیراشباع ۶۲/۵۶ درصد و مقدار کل اسیدهای چرب چند غیر اشباعی ۵/۳۸ درصد تعیین گردید که از این مقدار ۰/۸۲ درصد آن مربوط به اسید α- لینولنیک می‌باشد.

مقایسه نتایج بدست آمده از پروفیل اسیدهای چرب تالو اولئین با گزارشات سایر محققین، نشاندهنده وجود برخی اختلافات جزئی می‌باشد. به عنوان مثال قراچورلو(۱۳۸۵) میزان کل اسیدهای چرب اشباع را ۳۸/۸۲درصد و مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع را ۵۵/۸۰ درصد گزارش می‌نماید. این محقق مقدار اسید اولئیک، پالمتیک و استئاریک را در تالو اولئین، به ترتیب ۴۶/۱۶، ۲۱/۱۸ و ۹/۴۰ درصد تعیین نمود[۶].

جدول ۲ مقایسه ترکیب اسیدهای چرب تالو و اولئین حاصل از آن(٪)

اسید چرب	تالوی اولیه	تالو اولئین
۱۰:۰	۰/۲۲±۰/۰۲	۰/۳۱±۰/۰۳
۱۱:۰	۰/۱۶±۰/۰۳	۰/۰۸±۰/۰۵
۱۲:۰	۰/۳۶±۰/۰۳	۰/۲۴±۰/۰۳
۱۳:۰	۰/۱۸±۰/۰۲	۰/۱۳±۰/۰۲
۱۴:۰	۳/۸۲±۰/۰۲	۳/۷۵±۰/۰۵
۱۴:۱	۰/۷۴±۰/۰۵	۰/۷۶±۰/۰۳
۱۵:۰	۱/۷۵±۰/۰۸	۱/۳۶±۰/۰۶
۱۵:۱	۰/۳۵±۰/۰۷	۰/۳۵±۰/۰۳
۱۶:۰	۲۳/۲۵±۰/۵	۲۱/۳۲±۱/۰۵
۱۶:۱	۳/۱۵±۰/۰۸	۳/۶۰±۰/۰۴
۱۷:۰	۴/۰۵±۰/۰۳	۲/۰۷±۰/۰۶
۱۷:۱	۳/۲۵±۰/۰۴	۲/۵۶±۰/۰۵
۱۸:۰	۱۱/۰۱±۰/۱۵	۷/۵۳±۰/۰۵
۱۸:۱*t*	۲/۴۱±۰/۰۸	۲/۳۶±۰/۱۱
۱۸:۱*c*	۴۰/۲۱±۱/۵۵	۴۶/۶۸±۱/۰۳
۱۸:۲*t*	۱/۶۵±۰/۰۶	۱/۶۹±۰/۰۵
۱۸:۲*c*	۱/۹۰±۰/۰۳	۲/۸۷±۰/۰۸
۲۰:۰	۰/۱۳±۰/۰۵	۰/۰۸±۰/۰۲
۱۸:۳*alpha*	۰/۵۴±۰/۰۵	۰/۸۲±۰/۰۵
۲۰:۱	۰/۸۲±۰/۰۵	۰/۸۷±۰/۰۵
۲۲:۰	۰/۰۵±۰/۰۱	۰/۰۵±۰/۰۲
سایر	۰/۴۰±۰/۰۳	۰/۵۲±۰/۰۵

Unsal (2003) میزان اسیداولئیک، پالمتیک و استئاریک را به ترتیب ۴۹/۳۵، ۲۳/۱۶ و ۱۱/۲۳ درصد گزارش کرد. همانطور که مشاهده می‌شود اختلافاتی میان نتایج Unsal با نتایج حاصل از قراچورلو و نیز نتایج حاصل از این پژوهش وجود دارد که ناشی از تفاوت در دمای جزء به جزءکردن و نیز اختلاف در ترکیب و خصوصیات تالوی اولیه می باشد [۶و ۱۸].

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود در فرایند جزء به جزء کردن، میزان کل اسیدهای چرب اشباع از ۴۶/۶۲ درصد در تالوی اولیه به ۳۸/۶۲ درصد در تالو اولئین کاهش یافته اما میزان کل اسیدهای چرب غیراشباع از ۴۹/۷۸ درصد در تالو به ۵۷/۳۷ درصد در تالو اولئین افزایش یافته است. مقایسه نتایج نشان دهنده این مطلب است که جزءبه جزءکردن ۳ مرحله ای تالو با استفاده از حلال استن موجب افزایش میزان اسیدهای چرب نا اشباع و کاهش در اسید های چرب اشباع در مقایسه با تالوی اولیه شده است اما با این وجود تفاوت زیادی میان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

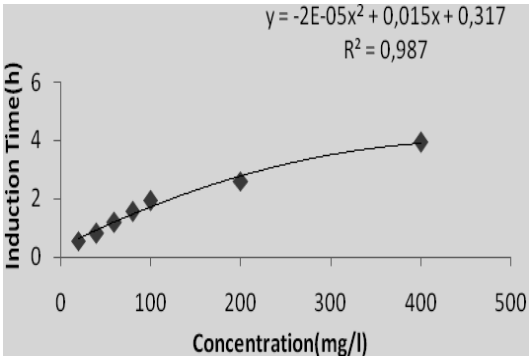
پروفیل اسیدهای چرب تالو اولئین و روغن‌های گیاهی مایع متداول(سویا، پنبه دانه، ذرت، گلرنگ، زیتون، آفتابگردان) وجود دارد. هرچند تالو اولئین از لحاظ میزان اسید اولئیک شباهت زیادی به روغن کنجد داشته و نسبت به روغن های ذرت ،آفتابگردان و سویا اسید اولئیک بالاتری دارد اما از لحاظ میزان کل اسیدهای چرب اشباع و مقدار کل اسیدهای چرب چند غیر اشباعی با روغن های گیاهی مایع تفاوت قابل توجه دارد. اندیس یدی تالو اولئین نیز به خوبی این مطلب را تایید می نماید. در هر صورت با توجه به نقطه ذوب تالو اولئین که در دمای یخجال($5^{o}C$) کاملا مایع می باشد، انتخاب آن جهت فرمولاسیون یک روغن خوراکی مناسب و بعنوان یک محیط پایه حیوانی در ارزیابی رفتار آنتی اکسیدانها، نسبت به تالو و سایر چربی های حیوانی قابل توجیه می باشد.

۳-۲- ارزیابی اثر پایدارکنندگی ترکیبات فنلی بر تالو اولئین

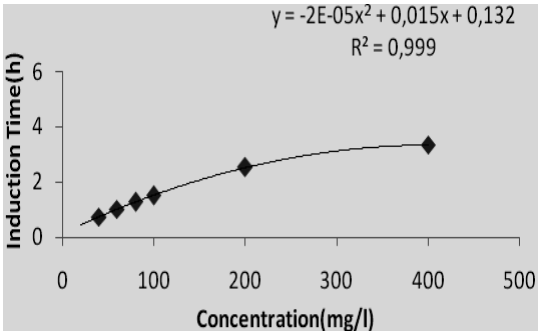
همانطور که در جدول۳ مشاهده می شود با افزایش غلظت آنتی اکسیدانها در محدوده ۴۰۰-۴۰ mg/L ، طول دوره القاء در تالو اولئین پایدار شده افزایش می‌یابد. بررسی الگوی تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر حسب غلظت، با استفاده از روشهای رگوسیون‌گیری ارتباط مناسبی را میان غلظت و فعالیت آنتی‌اکسیدان در اغلب موارد نشان می‌دهد.

در رگرسیون خطی با معادله کلی $y = a + bx$ ، b یا شیب خط نماد مناسبی از شدت افزایش زمان القاء بر حسب غلظت می‌باشد. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود معادله خطی اسید گالیک دارای بیشترین مقدار شیب یا ضریب زاویه است که در آن $b = ۰/۰۱۳$ می‌باشد پس از آن اسیدکافئیک با $b = ۰/۰۱۲$ در مرتبه بعدی قرار می‌گیرد. شیب خط در کوئرستین و کاتچین به ترتیب ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۷ تعیین گردید. از مقایسه شیب معادله خطی حاصل از رگرسیون‌گیری زمان القاء بر حسب غلظت، مشخص می‌شود که در میان ترکیبات مورد بررسی، فقط شیب خط اسید الاجیک کمتر از $\alpha-$ توکوفرول است و در سایر موارد شیب خط بیش از $\alpha-$ توکوفرول می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در اسید گالیک و اسید کافئیک، فعالیت آنتی اکسیدانی تاثیرپذیری بیشتری نسبت به افزایش غلظت داشته است در حالیکه اسید الاجیک کمترین تاثیرپذیری را نسبت به افزایش غلظت نشان داده است.

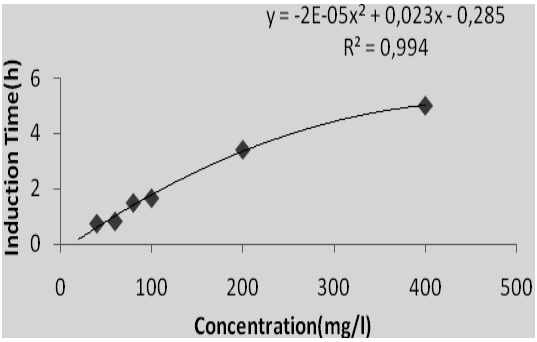
بررسی الگوی تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر حسب غلظت، با استفاده از رگرسیون گیری توسط معادله چند جمله ای، ارتباط خطی مناسبی را میان غلظت و فعالیت آنتی‌اکسیدان در غلظتهای ۱۰۰ mg/L و پایین تر از آن نشان می‌دهد. بر این اساس در کوئرستین، کاتچین، اسید گالیک ،اسید کافئیک و اسید تانیک با افزایش غلظت تا ۱۰۰ mg/L ، زمان القاء بطور خطی افزایش می یابد اما پس از آن شدت تغییرات زمان القاء بر مبنای غلظت کاهش یافته و منحنی از حالت خطی خارج می شود(شکل های ۱ تا ۶).



شکل ۱ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در کوئرستین

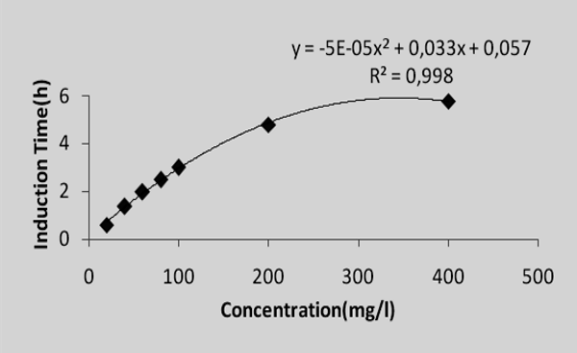


شکل ۲ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در کاتچین

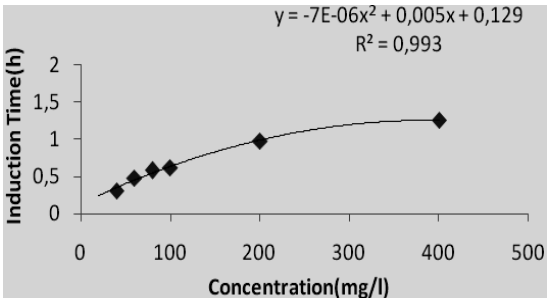


شکل۳ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در اسید کافئیک

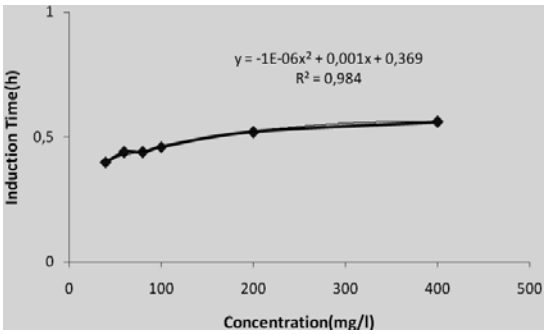
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]



شکل ۴ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در اسید گالیک



شکل۵ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در اسید تانیک



شکل۶ رگرسیون چند جمله ای غلظت بر حسب زمان القاء در اسید الاجیک

در جدول ۳ زمان القای نمونه تالو اولئین پایدار شده توسط آنتی‌اکسیدانهای پلی فنل طبیعی(کوئرستین، کاتچین، اسید کافئیک ، اسید گالیک ، اسید تانیک ، اسید الاجیک ، اسید سالیسیلیک) در محدوده غلظت‌های mg/L ۴۰۰-۴۰ نشان داده شده است. جهت ارزیابی خصوصیات آنتی اکسیدانی، نتایج بدست آمده با نمونه شاهد(تالو اولئین فاقد آنتی اکسیدان) و نمونه تالو اولئین پایدار شده با $\alpha-$ توکوفرول مقایسه گردیده است.

در غلظت mg/L ۴۰، اسید گالیک با زمان القای ۱/۳۷ ساعت بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را در دمای $150^{\circ}c$ نشان داده است و پس از آن کوئرستین بازمان القای ۰/۸۲ در مرتبه بعدی قرار گرفته است. کاتچین و اسید کافئیک با زمان القای ۰/۷۵ مشترکا در مرتبه سوم قرار گرفته‌اند. در این میان اسید تانیک با زمان القای ۰/۳۱ کمترین خاصیت آنتی اکسیدانی را نشان می‌دهد و اسید سالیسیلیک با زمان القای ۰/۱۸ مشابه نمونه شاهد بوده و بنابر این فاقد خاصیت آنتی اکسیدانی است.در میان آنتی‌اکسیدان‌های مورد بررسی، زمان القای اسید گالیک، کوئرستین، کاتچین و اسید کافئیک به طور معنی‌داری بیش از $\alpha-$ توکوفرول می‌باشد$(P \leq ۰/۰۱)$ و فقط اسید تانیک و اسیدالاجیک نسبت به $\alpha-$ توکوفرول پایداری کمتری نشان داده‌اند.

در غلظت mg/L ۶۰ نیز اسیدگالیک با زمان القای ۱/۹۷ ساعت بالاترین خصوصیات آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد و پس از آن کوئرستین و کاتچین به ترتیب با زمان القاء ۱/۱۸ و ۱/۰۳ ساعت در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

جدول۳ اثرغلظت بر طول دوره القاء در تالو اولئین پایدار شده با برخی انواع فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی در دمای $150^{\circ}c$

نوع/غلظت آنتی اکسیدان(mg/L)	زمان القاء (ساعت)*						
	شاهد(۰)	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰
کوئرستین	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۸۲±۰/۰۳ b	۱/۱۸±۰/۰۵b	۱/۵۷±۰/۰۹b	۱/۹۳±۰/۰۵b	۲/۶۰±۰/۰۵c	۳/۹۳±۰/۰۳c
کاتچین	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۷۵±۰/۰۳c	۱/۰۳±۰/۰۳c	۱/۲۷±۰/۰۶d	۱/۵۰±۰/۰۳d	۲/۵۵±۰/۰۵c	۳/۳۶±۰/۰۵d
اسید کافئیک	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۷۵±۰/۰۲c	۰/۸۳±۰/۰۳e	۱/۵۰±۰/۰۵c	۱/۶۷±۰/۰۲c	۳/۴۲±۰/۰۴b	۵/۰۱±۰/۰۳b
اسید گالیک	۰/۱۸±۰/۰۰	۱/۳۷±۰/۰۵a	۱/۹۷±۰/۰۵a	۲/۵۰±۰/۱۱a	۳/۰۰±۰/۰۷a	۴/۸۲±۰/۰۵a	۵/۷۷±۰/۱۲a
اسید تانیک	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۳۱±۰/۰۴f	۰/۴۸±۰/۰۲f	۰/۵۸±۰/۰۳f	۰/۶۲±۰/۰۳f	۰/۹۸±۰/۰۵e	۱/۲۶±۰/۰۳f
اسید الاجیک	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۴۰±۰/۰۲e	۰/۴۴±۰/۰۲g	۰/۴۴±۰/۰۵g	۰/۵۲±۰/۰۲g	۰/۴۶±۰/۰۸f	۰/۵۶±۰/۰۳g
اسید سالیسیلیک	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۱۸±۰/۰۰g	۰/۱۸±۰/۰۰h	۰/۱۸±۰/۰۰h	۰/۱۸±۰/۰۰h	۰/۱۸±۰/۰۰g	۰/۱۸±۰/۰۰h
$\alpha-$ توکوفرول	۰/۱۸±۰/۰۰	۰/۵۷±۰/۰۵d	۰/۸۸±۰/۰۳d	۰/۸۸±۰/۰۵e	۰/۸۶±۰/۰۴e	۱/۱۹±۰/۰۸d	۱/۵۱±۰/۰۵e

میانگین های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری تفاوت معنی داری ندارند$(P<0.01)$.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

جدول۴ پارامترهای مربوط به رگرسیون خطی زمان القا بر حسب غلظت

نام ترکیب	رگرسیون خطی $y = a + bx$	ضریب رگرسیون (R^2)	شیب خط یا ضریب زاویه
کوئرستین	y=۰/۰۰۸۵x+ ۰/۷۰۱۸	۰/۹۵۱۵	۰/۰۰۸۵
کاتچین	y=۰/۰۰۷۲x+ ۰/۶۹۲	۰/۹۴۲۷	۰/۰۰۷۲
اسید کافئیک	y=۰/۰۱۲۱x+ ۰/۴۱۸۷	۰/۹۶۲	۰/۰۱۲۱
اسید گالیک	y=۰/۰۱۳x+ ۱/۱۹۱۶	۰/۸۷۴۹	۰/۰۱۳
اسید تانیک	y=۰/۰۰۲۵x+ ۰/۳۴۱۷	۰/۹۲۵۹	۰/۰۰۲۵
اسید الاجیک	y=۰/۰۰۰۴x+ ۰/۴۰۹۸	۰/۸۹۶۸	۰/۰۰۰۴
α – توکوفرول	y=۰/۰۰۲۲x+ ۰/۶۴۲۸	۰/۹۱۶۴	۰/۰۰۲۲

بررسی آماری نتایج نشان می‌دهد که زمان پایداری حرارتی سه آنتی‌اکسیدان فوق به طور معنی‌داری بیش از α– توکوفرول است در حالیکه زمان القای اسید کافئیک، اسید تانیک و اسیدالاجیک به طور معنی‌داری کمتر از α– توکوفرول می‌باشد $(P \leq ۰/۰۱)$. در این غلظت نیز اسید الاجیک با زمان پایداری ۰/۴۴ دارای کمترین اثر آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. تفاوت در زمان القای کلیه ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی در سطح اطمینان ۰/۰۱ درصد کاملا معنی‌دار است.

در غلظت mg/L ۸۰ نیز اسید گالیک با زمان القای ۲/۵ ساعت بالاترین پایداری را نشان می‌دهد و پس از آن کوئرستین، اسید کافئیک و کاتشین در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. بررسی آماری نتایج نشان می‌دهد که فعالیت آنتی اکسیدانی چهار ترکیب فوق در غلظت mg/L ۸۰ به طور معنی‌داری بیشتر از α– توکوفرول می‌باشد $(P \leq ۰/۰۱)$.

تفاوت در زمان القای کلیه ترکیبات مورد آزمایش در سطح اطمینان۰/۰۱ کاملا معنی‌دار است ضمن اینکه اسید سالیسیلیک با زمان القای۰/۱۸ ساعت مشابه نمونه شاهد بوده و فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد.

نتایج بدست آمده در غلظت mg/L ۱۰۰ مشابه غلظت قبلی می‌باشد به طوری که اسید گالیک با زمان القای ۳ ساعت دارای بالاترین پایداری بوده و کوئرستین، اسید کافئیک و کاتچین به ترتیب با زمان القای ۱/۹۳، ۱/۶۷و ۱/۵ ساعت در مرتبه‌های بعدی و بالاتر از α– توکوفرول قرار می‌گیرند. تفاوت در زمان القای نمونه‌های آنتی‌اکسیدان نسبت به یکدیگر، α– توکوفرول و شاهد در سطح اطمینان ۰/۰۱ کاملا معنی‌دار است.

در غلظت mg/L ۲۰۰ ، اسید گالیک با زمان القای ۴/۸۲ ساعت دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد و پس از آن اسید کافئیک، کوئرستین و کاتچین به ترتیب با زمان القای ۳/۴۲ ، ۲/۶۰ و ۲/۵۵ در مرتبه‌های بعدی و بالاتر از α– توکوفرول قرار می‌گیرند. اسید الاجیک و اسید تانیک در مقایسه با α– توکوفرول فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتری داشته اما نسبت به نمونه شاهد فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نشان می‌دهند. تفاوت در زمان القای ترکیبات آنتی‌اکسیدان مورد بررسی در مقایسه با استاندارد و شاهد در سطح اطمینان ۰/۰۱ کاملا معنی‌دار است اما میان کوئرستین و کاتچین تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود.

در غلظت mg/L ۴۰۰ نتایج کاملا مشابه غلظت mg/L ۲۰۰ می‌باشد. در این مورد نیز اسیدگالیک با زمان القای ۵/۷۷ ساعت دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسیدالاجیک با زمان القای ۰/۵۶ دارای کمترین فعالیت است. ضمن اینکه اسید سالیسیلیک فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد.

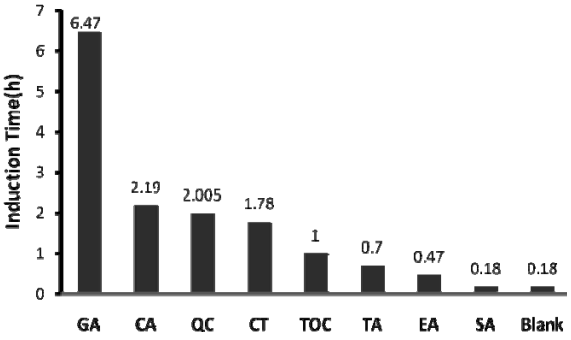
نتایج بدست آمده نشان می دهد که اثر غلظت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاملا معنی‌دار است $(P \leq ۰/۰۱)$ به طوری که با افزایش غلظت در محدوده mg/L ۴۰۰-۴۰ طول زمان القای تالو اولئین در تمامی نمونه‌ها(به استثناء اسید سالیسیلیک) به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد.

میانگین طول دوره القاء آنتی اکسیدانهای مورد بررسی در غلظتهای متفاوت در شکل ۷ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود اسیدگالیک دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسیدالاجیک دارای پایین‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده ضمن اینکه اسید سالیسیلیک فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. پس از اسید گالیک، اسید کافئیک در مرتبه دوم و کوئرستین، کاتچین و اسید تانیک به ترتیب در مرتبه های بعدی قرار می گیرند. در غلظتهای بالاتر(mg/L ۴۰۰ و۲۰۰) پس از اسید گالیک، اسید کافئیک در مرتبه بعدی قرار می گیرد اما در غلظتهای پایین تر(mg/L ۱۰۰-۴۰) کوئرستین پس از اسید گالیک در مرتبه دوم قرار دارد. بین اسید

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

کافئیک، کوئرستین وکاتچین رقابت نزدیکی وجود دارد که در غلظتهای بالاتر اسید کافئیک و در غلظتهای پایین تر کوئرستین بر سایرین پیشی می گیرد.

در میان آنتی اکسیدانهای مورد آزمایش، اسید گالیک، کوئرستین، کاتچین و اسید کافئیک در مقایسه با $\alpha-$ توکوفرول فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند اما اسید الاجیک و اسید تانیک در مقایسه با $\alpha-$ توکوفرول فعالیت کمتری نشان می‌دهند.



شکل ۷ مقایسه میانگین فعالیت آنتی اکسیدانی برخی ترکیبات فنلی طبیعی در تالو اولئین دردمای c° ۱۵۰ (اسید گالیک:GA، اسید کافئیک:CA، کوئرستین:QC، کاتچین:CT، α-توکوفرول:TOC، اسید تانیک:TA، اسید الاجیک:EA، اسید سالیسیلیک:SA، تالو اولئین فاقد آنتی اکسیدان یا شاهد: $Blank$)

نتایج بدست آمده با مطالعات Dziedzic & (1984) Hudson تطابق دارد.این محققین در تحقیقات خود فعالیت آنتی‌کسیدانی اسیدگالیک و اسید کافئیک را در لارد (در دمای c° ۱۲۰) مورد بررسی قرار داده و زمان پایداری لارد پایدار شده با اسید گالیک را در غلظت ۰/۰۲۵ درصد، ۱۶/۳ ساعت، در غلظت ۰/۰۵ درصد، ۲۸/۶ ساعت و در غلظت ۰/۱ درصد، ۳۸/۲ ساعت و زمان پایداری لارد پایدار شده با اسید کافئیک را در غلظت ۰/۰۲۵درصد، ۱۴ ساعت، در غلظت ۰/۰۵ درصد ، ۲۳/۳ ساعت و در غلظت ۰/۱ درصد، ۳۰/۷ ساعت گزارش کردند[۱۳و ۱۲].

خصوصیات آنتی‌اکسیدانی کوئرستین توسط محققین مختلف و در روغن‌های متفاوت بررسی شده است. در اغلب موارد فعالیت آنتی‌اکسیدانی کوئرستین تایید شده است اما Skerget و همکاران (۲۰۰۵) از کوئرستین به عنوان یک پروکسیدان در روغن آفتابگردان نام می برند.Skerget و همکارانش اثر آنتی اکسیدانی برخی انواع فلاونوئیدها را در روغن آفتابگردان در دمای c° ۹۸ و در غلظتهای ppm۵۰۰ و ۲۰۰ از طریق ارزیابی تغییرات اندیس پراکسید مورد بررسی قرار دادند. این محققین گزارش کردند که در میان ترکیبات مورد بررسی فقط میریستین دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است و سایر ترکیبات شامل کوئرستین، لوتئولین، کامپفرول و آپیجنین فعالیت پروکسیدانی نشان می دهند(۲۳). Becker و همکارانش (۲۰۰۷) اثر آنتی‌اکسیدانی کوئرستین را در روغن آفتابگردان بروش رنسیمت مورد بررسی قرار دادند. این محققین چنین نتیجه‌گیری کردند که کوئرستین در مقایسه با $\alpha-$ توکوفرول فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نشان می دهد(۲۴). Chen و همکاران (۱۹۹۶) فعالیت آنتی‌اکسیدانی کوئرستین را در مقایسه با ۴ فلاونوئید طبیعی دیگر شامل میریستین، مورین، کامپفرول و آپیجنین در روغن کلزا مورد بررسی قرار دادند. این محققین فعالیت آنتی‌اکسیدانی کوئرستین را پس از میریستین در مرتبه دوم گزارش کردند[۲۵]. Pekkarinen و همکاران (۱۹۹۹) اثر آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدهای کوئرستین، میریستین، کامپفرول، کاتشین و روتین را در محلول متیل لینولئات از طریق اندازه‌گیری پراکسیدهای حاصل از اکسیداسیون بروش HPLC بررسی کردند. این محققین نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی کوئرستین را پس از میریستین در مرتبه دوم گزارش کردند[۲۶]. Hudson & Lewis (1983) از کوئرستین جهت پایدار سازی لارد در غلظت $^{-3}$ ۱۰ ×۲/۳ (۰/۰۷ درصد) استفاده کردند. این محققین طول دوره القاء در نمونه لارد پایدار شده توسط کوئرستین را ۲ ساعت در دمای c° ۱۴۰ گزارش کردند[۱۵].

فعالیت آنتی اکسیدانی کاتشین و مشتقات آن توسط محققین بسیاری مورد تایید قرار گرفته است. Huang و همکاران (۱۹۹۷) فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاتشین و مشتقات آن را در روغن ذرت در دمای c° ۵۰ مورد بررسی قرار دادند. این محققین گزارش کردند که استفاده از کاتشین در غلظت ppm۴۰ (معادل μm۱۴۰) حدود ۵۰ درصد تشکیل هیدروپراکسیدها را مهار می کند[۲۷]. همچنین اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پلی فنلی چای سبز که حاوی کاتشین و سایر ترکیبات آن می باشد در روغن کبد ماهی، روغن سویا و لارد گزارش شده است [۲۸]. Pekkarinen و همکاران (۱۹۹۹) چنین نتیجه‌گیری کردند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی کاتشین از میریستین، کوئرستین و $\alpha-$ توکوفرول کمتر اما از کامپفرول و روتین بیشتر است[۲۶].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

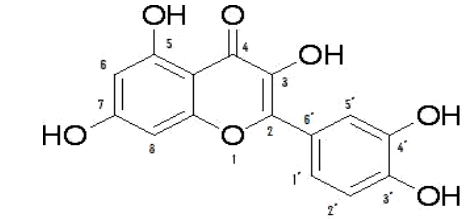
همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود اسید تانیک(گالوتانن) شامل ۱۰ مولکول اسید گالیک است. در این ساختار یک مولکول گلوکز قرار گرفته است که با ۵ مولکول اسید گالیک از طریق ۵ اتصال استری پیوند برقرار کرده است. به همین ترتیب هر یک از مولکولهای مذکور با ۵ مولکول باقی مانده اسید گالیک از طریق اتصال استری(هیدروکسیل- کربوکسیل) اتصال یافته‌اند(۷). بنابراین هر مولکول اسیدتانیک حاوی ۲۵ گروه هیدروکسی آزاد است. با این وجود اسید تانیک در مقایسه با اسید گالیک و نیز سایر ترکیبات مورد بررسی شامل کاتچین، کوئرستین(شکل ۸) و اسید کافئیک خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار ضعیفتری نشان می‌دهد. اسید تانیک با فرمول مولکولی $C_{۷۶}H_{۵۲}O_{۴۶}$ و وزن مولکولی ۱۷۰۱/۲۰g یک مولکول بسیار سنگین محسوب می‌شود در حالیکه اسید گالیک با فرمول بسته $C_۷H_۶O_۵$ و جرم مولی۱۷۰/۱۲g یک مولکول نسبتا سبک می‌باشد. بر این اساس مشخص می‌شود که استفاده از اسید تانیک مثلا در غلظت$\left(w/v\right)$ ۰/۰۱ درصد معادل با مولاریته$^{-۵}$ ۱۰×۵/۸ مول در لیتر است در حالیکه غلظت $\left(w/v\right)$ ۰/۰۱ درصد اسید گالیک معادل با مولاریته$^{-۴}$ ۱۰×۵/۸ مول در لیتر می باشد. بنابراین می توان گفت که در غلظت وزنی- حجمی یکسان، غلظت مولی یا مولاریته اسید گالیک بطور قابل توجهی بیش از اسید تانیک است.

علاوه بر این در اسید تانیک به علت وجود گروههای متعدد هیدروکسی و کربونیل یک ترکیب به شدت قطبی و هیدروفیل است و حلالیت پایینی در سیستم‌های چربی و غیر قطبی دارد. حلالیت آنتی اکسیدان در سیستم مورد استفاده اهمیت زیادی دارد به طوری که پیش بینی می شود اسید تانیک در محیط‌های قطبی‌تر، قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری از خود نشان دهد.

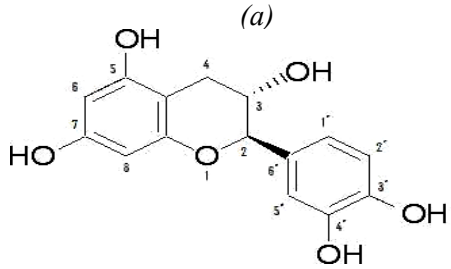
همانطور که در شکل۹ نشان داده شده است اسیدالاجیک، دیمرلاکتون اسید گالیک محسوب می‌شود. به نحوی که از دو مولکول اسید گالیک تشکیل شده است که در آن گروههای کربوکسیل با یکی از گروههای هیدروکسی موقعیت اورتوی مولکول دیگر از طریق پیوند استری متصل شده و تشکیل لاکتون داده‌اند[۱۰ و ۱۱]. هر چند اسید الاجیک حاوی ۴ گروه هیدروکسیل‌فنلی می‌باشد و از لحاظ ظاهری دارای ویژگی‌های یک آنتی‌اکسیدان خوب است اما عملا پایین‌ترین سطح آنتی اکسیدانی را در میان ترکیبات مورد آزمایش نشان می‌دهد.

Dziedzic & Hudson(1984) از اسیدالاجیک جهت پایدارسازی لارد استفاده کرده و زمان القاء روغن پایدار شده در دو غلظت ۰/۰۵ و ۰/۰۲۵ درصد را در دمای c° ۱۲۰ ، ۰/۳۵ ساعت گزارش کردند. بر این اساس مشخص گردید که زمان القاء نمونه‌های پایدار شده با نمونه شاهد(لارد فاقد آنتی اکسیدان) مشابهت دارد لذا اسیدالاجیک در محیط لارد فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد . این محققین چنین گزارش کردند که خاصیت هیدروفیل بالا و حلالیت کم اسید الاجیک در محیط چربی می‌تواند یکی از دلایل عمده خصوصیات آنتی‌اکسیدانی ضعیف این ترکیب در لارد باشد [۱۲].

از رفتار اسید سالیسیلیک در تالو اولئین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که هیدروکسی بنزوئیک اسیدهای حاوی یک گروه هیدروکسی آزاد، فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سیستم‌های چربی هستند. حداقل وجود دو و یا ترجیحا سه گروه هیدروکسی فنلی مجاور(ساختار کاتشول یا پیروگالول) جهت بروز فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی ضروری می‌باشد[۱۲-۱۰]. با این وجود برخی انواع هیدروکسی سینامیک اسیدها که دارای ساختار منوفنل هستند خصوصیات آنتی‌اکسیدانی ضعیفی از خود نشان می‌دهند. به عنوان مثال(1984) Dziedzic & Hudson، تاثیر پارا- کوماریک اسید(۴-هیدروکسی) را بر طول دوره القاء در لارد مورد بررسی قرار دادند. طول دوره القاء در دمای c° ۱۲۰، در غلظت ۰/۰۵ درصد، ۰/۸ ساعت و در غلظت ۰/۱ درصد ۱ ساعت تعیین گردید .در مقایسه با زمان القای نمونه لارد فاقد آنتی‌اکسیدان(۰/۳۵ ساعت) مشخص شد که اسید پاراکوماریک دارای فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد هر چند که در مقایسه با سایر انواع فنلیک اسیدها نظیر اسید کافئیک، اسید گالیک، اسید سیناپیک، اسید فرولیک و اسید پروتوکاتچوئیک به طور قابل توجهی ضعیف‌تر است[۱۲].



(a)



[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

(b)

شکل ۸ ساختمان شیمیایی دو فلاونوئید مورد آزمایش: کوئرستین(*a*)، کاتچین(*b*)[۱۰و۱۱].

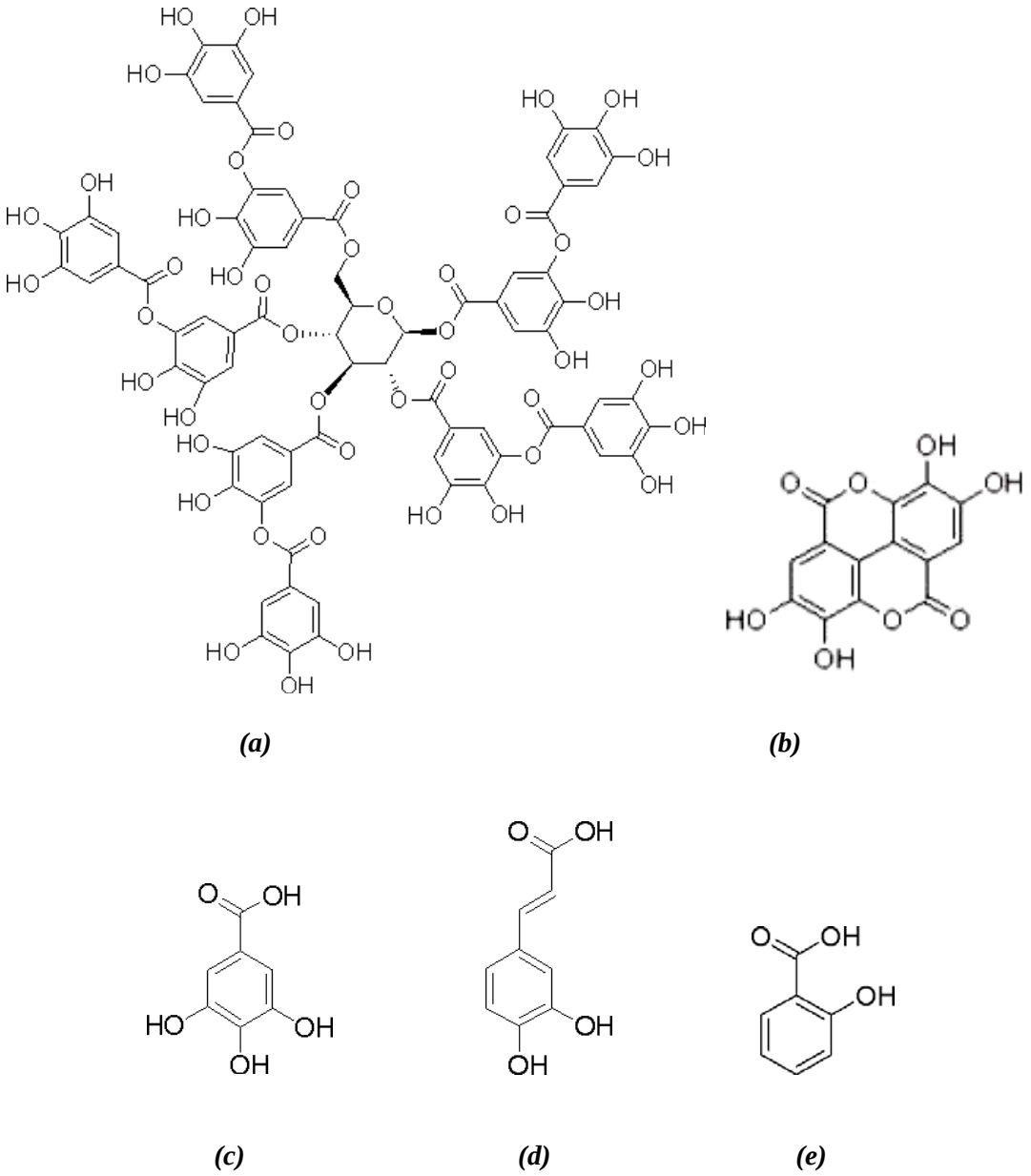
۴-نتیجه گیری

از بررسی کلی نتایج بدست آمده می‌توان گفت:

- در میان ترکیبات پلی‌فنل مورد استفاده در این پژوهش، اسیدگالیک دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسیدالاجیک دارای پایین‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بوده ضمن اینکه اسید سالیسیلیک فاقد فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد.

- اثر غلظت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تمامی تیمارهای مورد بررسی معنی‌دار است $(P \leq ۰/۰۱)$ به طوری که با افزایش غلظت در محدوده ۴۰۰-۴۰ mg/L طول زمان القای تالو اولئین در تمامی نمونه‌ها (به استثناء اسید سالسیلیک) به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد.

- در میان آنتی اکسیدانهای مورد آزمایش اسید گالیک، کوئرستین، کاتچین و اسید کافئیک در مقایسه با $\alpha-$ توکوفرول فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند.



(a) ***(b)*** ***(c)*** ***(d)*** ***(e)***

شکل ۹ ساختمان شیمیایی انواع فنلیک اسیدها و مشتقات آنها : اسید تانیک (*a*)، اسید الاجیک(*b*)، اسید گالیک(*c*)، اسید کافئیک(*d*)، اسید سالسیلیک(*e*) [۱۰ و۱۱و ۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

اما اسید الاجیک و اسید تانیک در مقایسه با α- توکوفرول فعالیت کمتری نشان می‌دهند.

- فعالیت آنتی اکسیدانی اسید کافئیک برحسب غلظت، تغییرات جالب توجهی نشان می‌دهد. در غلظتهای mg/L ۶۰ و۴۰ ، اسید کافئیک پس ازکاتچین در رتبه چهارم از لحاظ طول دوره القاء(زمان پایداری حرارتی) قرار می‌گیرد در غلظتهای mg/L ۱۰۰-۸۰ ، فعالیت آنتی اکسیدانی اسید کافئیک نسبت به کاتچین بهبود یافته و در رتبه سوم قرار می‌گیرد.اما در غلظتهای بالاتر(mg/L ۴۰۰-۲۰۰) فعالیت آنتی اکسیدانی اسید کافئیک نسبت به کوئرستین نیز بیشتر می‌شود به طوری که پس از اسید گالیک در رتبه دوم قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تاثیرغلظت در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسید کافئیک قابل توجه می‌باشد.

۵- منابع

[1]Zandi, P. 2004. Report on the status of edible oils in iran. National Food and Nutrition Council. National Nutrition and Food Technology Research Institute.

[2]Izadi, F. 1999. Comparison of selection based on total body weight with selection based on weight and tail weight in fat tailed sheep. M.Sc. Theses in Animal Sciences, Mazandaran University, Sari, Iran.

[3] Imamjome, N. 1993. Study of fattening and carcass characteristics of lambs in two sheep breed chal and zandi and mixed them. Journal of Agricultural Sciences 24 (2):47-63.

[4]Imamjome, N. , Alipanah, M. and Eghbaleh , A. 1996. Evalution of fatty acids composition in tail fat, omental fat and meat fat in three breed of Iranian fat tailed sheep, Proceeding of 1 th research conference on Iranian sheep and goat, Iran, Tehran, National Animal Science Research Institute, 283pp.,223-230.

[5] Alipanah , M. 1995. Evaluation of Qulitative properties of fat in Balouchi,Kordi and Badghisi sheep breeds. M.Sc. Theses in Animal Sciences, Faculty of Agriculture ,Tarbiatmodares University, Tehran, Iran.

[6] Gharachorlo, M. 2006. Quality assessment, fractionation and improvement the quality properties of animal fat to produce oils with appropriate Applied characteristics in the food industry, Ph.D. Theses in Agricultural Engineering, Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Faculty of Agriculture. Tehran, Iran.

[7]Belitz, H. D. and Grosch, W. 1999. Food Chemistry,Springer., Berlin, pp. 305-310.

[8]Mehran, M. and Filsoof, M. 1976. Fatty acid composition of sheep tail-fats from five Iranian native breeds, Fette Seifen Anstrichmittel, 78(5) :187-189.

[9]Asadian ,A. and Mézes, M. 1996. Effects of vitamins A and E supplementation on vitamins A and E status of blood plasma, liver and tail fat of fat-tailed sheep, Small Ruminant Research , 23, (1):1-6.

[10]Pokorny,J.,Yanishlieva,N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food, Practical Applications,CRC Press.

[11]Shahidi, F. and Naczk, M. 2004. Phenolics in Food and Nutraceuticals,CRC Press.

[12]Dziedzic S.Z. and Hudson, B. J. F. 1984. Phenolic acids and related compounds as antioxidants for edible oils, Food Chemistry, 14, (1): 45-51.

[13]Dziedzic S.Z. and Hudson, B.J.F. 1983. Polyhydroxy chalcones and flavanones as antioxidants for edible oils ,Food Chemistry, 12,(3):205-212.

[14]Dziedzic S. Z. and Hudson, B. J. F. 1983. Hydroxy isoflavones as antioxidants for edible oils ,Food Chemistry, 11(3) :161-166.

[15]Hudson B. J. F. and Lewis, J. I. 1983. Polyhydroxy flavonoid antioxidants for edible oils.Phospholipids as synergists , Food Chemistry, 10(2): 111-120.

[16]Liang,C. and Schwarzer, K. 1998. Comparison of four accelerated stability methods for lard and tallow with and without antioxidants, JAOCS, 75(10):1441-1449.

[17]Yin, J. and Birch, J. 2003. A rapid test for the antioxidant status of green and black tea extracts in hot tallow.Food New Zealand,3(5):29-33.

[18] Ünsal,M. and Aktas, N. 2003. Fractionation and characterization of edible sheep tail fat ,Meat Science 63:235-239.

[19]Ünsal,M., and Yanlic,K.O. 2005. Fractionation and cahracterization of tail fats from morkaraman lambs fed with diets containing Rosa canina L. seed at different levels, International Journal of Food Properties,8:301-312.

[20] Firestone,D. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

Analytical Chemists,15 th edn., Arlington,USA.
[21] Firestone,D. 1994.Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society,4 edn., AOCS Press ,Champaign,IL.
[22] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1994. Animal and vegetable fats and oils-Determination oxidative stability(accelerated oxidation). ISIRI No 3734, 1st. Revision.
[23] Skerget, M., Kotnika P., Hadolin ,M., Hrasb, A. R., Simonic, M., and Knez, Z. 2005. Phenols, proanthocyanidins,flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities,Food Chemistry ,89: 191–198.
[24] Becker,E.M., Ntouma,G., and Skibsted, L.F.2007, Synergism and antagonism between quercetin and other chain breaking antioxidants in lipid systems of increasing structural organization, Food Chemistry,103:1288-1296.
[25] Chen, Z. Y. Chan, P. T. Ho, K. Y. Fung K. P. and Wang, J. 1996. Antioxidant activity of natural flavonoids is governed by number and location of their aromatic hydroxyl groups , Chemistry and Physics of Lipids , 79(2):157-163.
[26] Pekkarinen, S. S., Heinonen, I. M., and Hopia, A. I. 1999. Flavonoids quercetin, myricetin, kaempferol and (+)-catechin as antioxidants in methyl linoleate, Journal of Science and Food Agriculture, 79:499–506.
[27] Huang,S.W., and Frankel, E.N. 1997. Antioxidant activity of tea catechins in different lipid systems,J. Agric. Food Chem.,45:3033-3038.
[28] Gramza ,A. and Korczak, J. 2005. Tea constituents (Camellia sinensis L.) as antioxidants in lipid systems,Trends in Food Science & Technology ,16 : 351–358.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]

Evaluation of antioxidant activities of some phenolic compounds in mutton tallow olein

Elhami Rad, A. H. [1*],Ghavami, M. [2], Haddad Khodaparast, M. H. [3]

1- Assistant Professor, Department of Food Science & Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar ,Iran.
2- Associate Professor of the College of Food Science & Technology, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Professor of the College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(Received:87/8/27 Accepted: 89/11/24)

To evaluate antioxidant activity of some natural phenolics , tallow olein was employed as a lipid system. Since animal fats are weak in natural antioxidants, studying antioxidant activity will provide a desirable behavior profile for them. Edible sheep tail fat was effectively fractionated by acetone crystallization at constant temperatures of 25, 15 and 5°C. In order to stabilize mutton tallow olein, antioxidant activities of some phenolic compounds including gallic acid, caffeic acid, catechin,quercetin, tannic acid, ellagic acid and salicylic acid were studied in tallow olein as a lipid system ,at 150 ° C at 40 , 60 ,80 ,100 ,200 and 400 mg/L concentrations, by measuring induction time. Rancimat apparatus was employed as a mean to evaluate the antioxidant activity. The results indicated that gallic acid had the highest stabilizing effect on tallow olein while ellagic acid had the least effect as primary antioxidants. Among phenolic compounds investigated, only salicylic acid showed no antioxidant activity which is in contrast to all other antioxidant compounds. The results showed that, in tallow olein, the antioxidant activities of the ellagic and tannic acid are comparable to α-tocopherol whereas quercetin, catechin, gallic acid and caffeic acid are much more potent than α-tocopherol.

Keywords*:* Mutton Tallow Olein, Fractionation, Antioxidants , Phenolic Compounds

*Corresponding Authur E-Mail Address: ah_elhami@iaus.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-21]