



مقاله علمی-پژوهشی

بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره برگ گزنه *Urtica dioica* (L.) و گل ختمی *Alcea setosa* (L.) بر فتواکسیداسیون اسیدهای چرب

مهدی حاجی محمدی^{۱*}، اکبر محمدی^۲، فاطمه شیخ محبوبی^۳

۱- استادیار گروه شیمی فیزیک- شیمی معدنی و نانو، دانشکده شیمی، دانشگاه خوارزمی تهران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، شیمی معدنی دانشگاه خوارزمی تهران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، شیمی معدنی دانشگاه خوارزمی تهران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله : تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۷	انرژی نور، به ویژه در ترکیب با اکسیژن با تولید گونه فعال اکسیژن یکتای (O_2^1) می تواند با پیوندهای دوگانه اسید های چرب غیراشباع واکنش دهد و کیفیت غذا و چربی ها را کاهش دهد. در مطالعه حاضر اثر اکسیژن یکتایی بر اکسیداسیون اسیدهای چرب مورد بررسی قرار گرفت. تولید اکسیژن یکتایی و محصولات پراکسیدی در حضور کاتالیزگر نوری H_2TPP (مزو-تترا فنیل پورفیرین) و نور به وسیله روش های طیفسنجی روش های طیفسنجی رزونانس مغناطیسی هسته ای (1H NMR)، طیفسنجی مرئی-فرا بنفش (UV-Vis) و تیتراسیون یدومتری اثبات شد و مقدار پراکسید شدن به عنوان پارامتر اکسیداسیون در اولتیک اسید بلافاصله پس از اکسیداسیون به صورت (meq/kg) تعیین شد. در این مطالعه به مقایسه بررسی اثر عصاره هیدروالکلی برگ گزنه و گل ختمی به عنوان آنتی اکسیدان گیاهی و طبیعی در مقابل آنتی اکسیدان های سنتزی و مهارکننده های اکسیژن یکتایی پرداختیم. نتایج آنتی اکسیدانی این گیاهان نشان داد که به ترتیب عصاره های هیدرواتانولی برگ گزنه و گل ختمی توانستند به میزان ۷۹.۴۵ و ۸۱.۰۵ درصد از تبدیل فتواکسیداسیونی اولتیک اسید به پراکسید در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه جلوگیری کنند. در حالی که این مقدار برای ویتامین E (به عنوان یک آنتی اکسیدان شیمیایی محلول در چربی)، سدیم آزید (به عنوان مهارکننده بسیار قوی اکسیژن یکتایی) و دی متیل سولفوکساید (به عنوان حلال قوی در کاهش طول عمر اکسیژن یکتایی) به ترتیب ۸۳.۳۰، ۹۱.۶۵، ۹۳.۲۵ درصد بود. همچنین عصاره های هیدروالکلی برگ گزنه و ختمی توانستند به ترتیب درصد تبدیل اسید چرب لینوئیک اسید (به عنوان یک اسید چرب با درجه غیر اشباع بالا و اکسید پذیر) به گونه سمی پراکسید را تا ۵۶.۴۳ و ۵۹.۰۶ درصد کاهش دهند. این نتایج دلالت بر خاصیت آنتی اکسیدانی بالای برگ گزنه و گل ختمی در جلوگیری از فتواکسایش اسیدهای چرب دارد. در این مطالعه اثرات حلال، کاتالیزگر نوری، نور و اکسیژن نیز مورد بررسی قرار گرفتند.
کلمات کلیدی: اکسیژن یکتایی، آنتی اکسیدان، اسید های چرب غیراشباع، برگ گزنه، گل ختمی، فتواکسیداسیون	
DOI: 10.22034/FSCT.21.146.16 * مسئول مکاتبات: Hajimohammadi@khu.ac.ir	

۱-مقدمه

هنگامی که در یک سیستم، جزیی وجود داشته باشد که بتواند جاذب انرژی به خصوص نور باشد، عملی به نام حساس سازی نوری^۴ حاصل می شود که نتیجه آن تولید گونه فعال اکسیژن یکتایی از اکسیژن هوا است. به این جاذب انرژی، کاتالیزگر نوری یا، حساس ساز نوری^۵ می گویند [۱۳] و پورفیرین ها و متالوپورفیرین ها به دلیل داشتن الکترون های غیر مستقر زیاد در ساختار خود می توانند به عنوان حساس ساز (کاتالیزگر نوری) واکنش فتواکسیداسیون اسیدهای چرب را تسریع بخشند.

آنتی اکسیدان ها به وسیله غیر فعال کردن یا مهار گونه های فعال اکسیژن نقش مهمی در عملکرد سیستم ایمنی ما دارند. این مواد رادیکال های آزادی را که ناشی از مصرف انرژی است از بدن پاک می کنند. اگر رادیکال های آزاد در بدن باقی بمانند با توجه به اینکه در انجام واکنش های زنجیره ای نقش دارند می توانند به جدار سلول ها آسیب برسانند و باعث مرگ سلولی بشوند [۱۴]. در واقع آنتی اکسیدان ها به عنوان مهم ترین عامل از بین برنده ی واکنش های زنجیره ای رادیکالهای آزاد و بازسازی سلول های از بین رفته مطرح می شوند و به صورت شیمیایی یا طبیعی باعث خنثی شدن عملکرد رادیکال های آزاد می شوند. اسید اسکوربیک (ویتامین C)، ویتامین E، گلوکاتینون، ویتامین A، تیول ها، پلی فنول ها یا آنزیم هایی مانند کاتالاز برخی از آنتی اکسیدان ها هستند. همچنین عوارض ناشی از استفاده آنتی اکسیدان های مصنوعی مانند^۶ BHA،^۷ BHT،^۸ TBHQ و^۹ PG که دارای ساختار فنولی می باشند [۱۵] از جمله خاصیت سرطان زایی و بیماری های کرونری موجب شده تا مصرف آن ها به عنوان افزودنی مواد غذایی در برخی کشورها محدود شود و استفاده از عصاره های گیاهی به عنوان منابع آنتی

گونه های فعال اکسیژن^۱ (ROS)، شامل آنیون رادیکال سوپراکسید، اکسیژن یکتایی، رادیکال هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن می باشند [۱۰،۲]. از نظر بیولوژیکی، گونه های فعال اکسیژن به عنوان یک محصول فرعی طبیعی از متابولیسم طبیعی اکسیژن تشکیل می شود. تحت شرایط خاص مانند گرما یا قرار گرفتن در معرض اشعه ماورابنفش سطح آن ها افزایش می یابد که این امر باعث آسیب رساندن به ساختار سلول و زمینه ساز بروز انواع بیماری ها می شود [۳-۵]. همچنین عواملی مثل دخانیات، دارو ها و اشعه ها هم در تولید گونه های فعال اکسیژن موثرند [۶]. حاصل فعالیت گونه های فعال اکسیژن در بدن انواع دژنراسیون^۲، سرطان، دیابت، نارسایی های قلبی، آسیب های مغزی، مشکلات عضلانی، پیری زودرس، آسیب های چشمی و در کل ضعف سیستم ایمنی بدن است [۳-۵]. یکی از گونه های فعال اکسیژن، اکسیژن یکتایی^۳ است که از برانگیخته شدن اکسیژن به وسیله نور، گونه فعال اکسیژن یکتایی بوجود می آید [۷]. گونه فعال اکسیژن یکتایی می تواند با پیوندهای دوگانه اسید های چرب غیراشباع واکنش دهد و منجر به تولید پراکسید شود که کیفیت غذا یا چربی را نامطلوب می سازد. از طرف دیگر واکنش های پراکسیداسیون لپیدی که از عوامل اساسی بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی مثل سرطان و مرگ سلول ها است توسط گونه سمی اکسیژن یکتایی موجود در مجاورت چربی آغاز می شود [۸-۱۱]. در واقع پراکسیداسیون آغازگر واکنش های زنجیره ای است که منجر به تجزیه فسفولیپیدها می شود و یا آغازگر واکنش های افزایشی پلیمریزاسیون اکسایش لیپیدها یا قسمتی از آن است [۱۲]. تولید اکسیژن یکتایی با روش های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی امکان پذیر است اما استفاده از یک روش بیشتر از روش های دیگر مورد توجه است و آن استفاده از حساس سازها یا فتوکاتالیزگرهای نوری است [۱۲،۱۳].

1-Butylatedhydroxyanisole
2- Butylatedhydroxytoluene
3-Tert-butylhydroquinone
4- Propyl gallate

1- Reactive oxygen species
2- degeneration
3- Singlet oxygen
4- Photosensitization
5-Photosensitizer

اکسیدان‌های طبیعی بیش از پیش مورد علاقه دانشمندان قرار گیرد [۱۶-۱۸].

گزنه با نام علمی *Urtica dioica* (L.) گیاهی علفی، یک‌ساله یا پاپا محسوب می‌شود این گیاهان بر اساس نوع گونه، مواد مغذی خاک و سایر موارد محیطی، ۱ تا ۳ متر رشد می‌کنند [۱۹-۲۲]. گونه‌های پایای گزنه دارای زمین‌ساقه هستند. دارای گونه‌ها و زیرگونه‌های متعددی بوده و در بسیاری از نقاط دنیا یافت می‌شوند. برای مثال، گونه ی گزنه دوپایه در سراسر آسیا، اروپا و آمریکای شمالی، گزنه کانابیده در سبیری، غرب آسیا و ایران، گزنه اینکیسا در استرالیا و نیوزیلند، گونه ی گزنه توپی (گزنه رومی) در جنوب اروپا، گزنه سگ (گزنه ی کوچک) در اروپا و آمریکای شمالی و گونه ی گزنه گراسیلنتا یا گزنه ی کوهی در مکزیک، تگزاس و نیومکزیکو یافت می‌شوند. گیاه گزنه ترکیباتی مثل تانن، لسیتین، اسید فرمیک، نیترات پتاسیم، کلسیم، ویتامین C و آهن دارد. ریشه‌ی گزنه را می‌توان به‌صورت قرص، چای، شربت، عصاره و کپسول استفاده کرد [۱۹-۲۲]. برگ گزنه دارای مقادیر قابل توجه ترکیبات پلی فنولی و فلاونوئیدی می‌باشد و معمولاً به‌عنوان دمنوش استفاده می‌شود. از عصاره‌ی روغن این گیاه می‌توان برای درمان‌های موضعی استفاده کرد.

ختمی با نام علمی *Alcea setosa* (L.) از تیره پنیرکیان است. گل و میوه و ریشه آن مصرف دارویی دارد [۲۳-۲۵]. گل ختمی به ارتفاع دو متر، گل‌های صورتی، قرمز و سفید دارد که برای روکش داروها استفاده می‌شود.

Alcea یک سرده از بیش از ۸۰ گونه از گیاهان گلدار در خانواده پنیرکیان است که معمولاً به عنوان هالی هاک شناخته می‌شود. بومی مناطق گرم، زیر گرمسیری استوایی و نواحی گرمسیری بین دو مدار شمال و جنوب استوا در جهان می‌باشد [۲۳-۲۵]. این گیاه در خاک غنی و دارای زهکشی، خوب رشد می‌کند. گل ختمی گیاهی زیستی است که کاربردهای درمانی فراوانی نیز دارد. بعضی افراد از گل ختمی برای پیشگیری و درمان اختلالات تنفسی و مشکلات دستگاه گوارشی استفاده می‌کنند. همچنین با توجه به مقادیر قابل توجه ترکیبات پلی فنولی و فلاونوئیدی، گل ختمی برای درمان جای زخم و تورم دردناک (التهاب) پوست، استفاده می‌شود [۲۳-۲۵].

ترکیبات فلاونوئیدی به عنوان مهارکننده اکسیژن یکتایی معرفی شده اند ولی مطالعات کمی در ارتباط با اثر آنتی اکسیدانی گونه های گیاهی روی فتواکسیداسیون اسیدهای چرب صورت گرفته است [۸-۱۰]. در ادامه مطالعات این گروه تحقیقاتی روی اثرات آنتی اکسیدانی گونه های طبیعی و سنتزی بر فتواکسیداسیون اسید های چرب [۸-۱۰]، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی خاصیت بازدارندگی آنتی اکسیدانهای طبیعی گل ختمی و برگ گزنه که دارای مقادیر قابل توجه ترکیبات فلاونوئیدی هستند در مقابل فتواکسیداسیون اسید های چرب اولئیک اسید و لینولئیک اسید به وسیله اکسیژن یکتایی تولید شده توسط نور مرئی است. (شکل ۱)

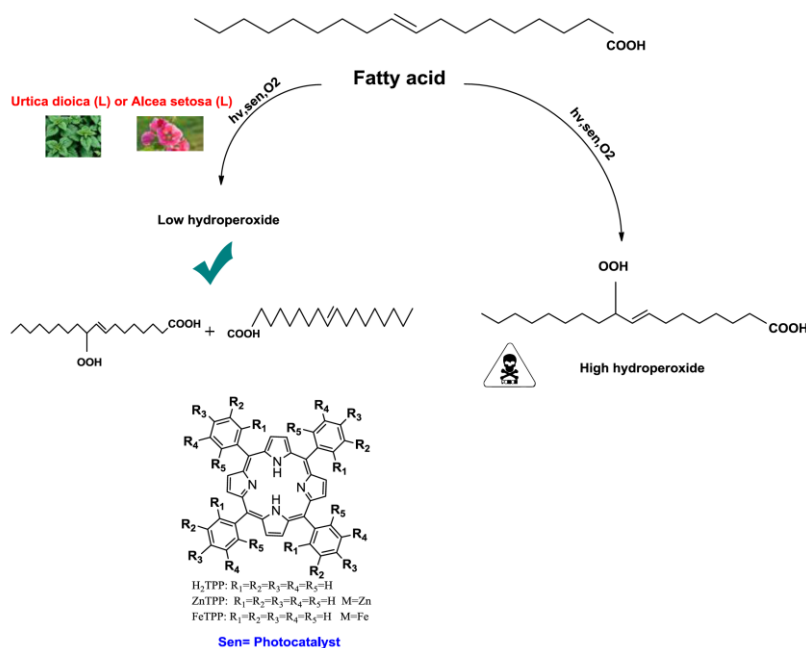


Fig 1 Fatty acid photooxidation in the presence and absence of *Urtica dioica* (L) or *Alcea setosa* (L)

۲-۲- روش انجام آزمایش فتواکسیداسیون اولئیک اسید

در شرایط حضور آنتی اکسیدان گیاهی

برای فتواکسیداسیون اسیدهای چرب، محلولی که حاوی ۰.۲ میلی لیتر (۶.۳×۱۰^{-۴} مول) اسید اولئیک یا ۰.۱ میلی لیتر لینولئیک اسید (۳.۲×۱۰^{-۴} مول) به همراه ۱ میلی لیتر کاتالیزگر نوری H₂TPP، MnTPP، ZnTPP (۴-)⁻ ۱۰×۱۰ مولار) و همچنین ۲ میلی لیتر از محلول هیدروالکلی آنتی اکسیدان با حلال استونیتریل به حجم ۲۰ میل لیتر رسانده شد. سپس به مدت ۱۲۰ دقیقه نورتابی با ۲۸۸ عدد لامپ (قدرت ۱ وات، Power LED) با شدت ۵۹۶۶۰ LUX، و طول موج بیشتر از ۳۵۰ نانومتر انجام شد. لازم به ذکر است که دمای دستگاه نورتابی به وسیله یک فن خنک کننده در ۲۹-۳۰°C تنظیم شد.

۲-۳- سنجش پروکسید به روش تیتراسیون یدومتری:

۲.۵ میلی لیتر نمونه در فلاسک ارلن مایر قرار داده شد و سپس ۱۸ میلی لیتر اسید استیک و ۱۲ میلی لیتر کلروفرم به نمونه در فلاسک اضافه شد. سپس تا زمانی که نمونه در محلول حل شود، فلاسک تکان داده شد. در ادامه ۰/۵ میلی لیتر محلول اشباع پتاسیم یدید به محتویات داخل فلاسک اضافه شد و به مدت یک دقیقه تکان داده شد تا در ترکیب

۲- روش تحقیق

۲-۱- مواد شیمیایی لازم:

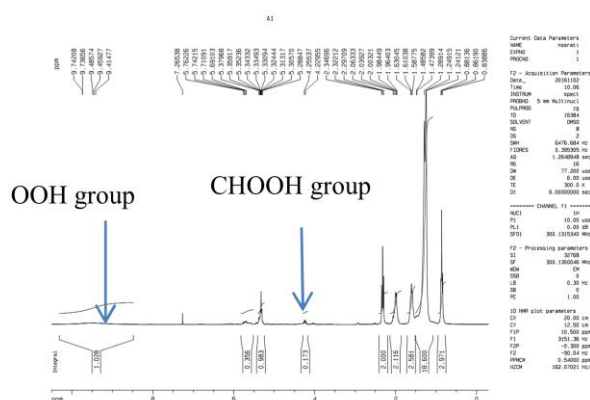
تمام آنتی اکسیدان های مورد آزمایش از شرکت زردبند تهیه شده اند. به صورت هیدرو اتانولی بوده است. غلظت فلاونوئید تام در محلول هیدروالکلی گل ختمی mg/ml ۰.۰۱۵ بود. همچنین غلظت فلاونوئید تام در محلول هیدروالکلی برگ گزنه mg/ml ۰.۰۱۳ بود. لینولئیک اسید مورد استفاده در این آزمایش (خالص تحلیلی) از sigma خریداری شد. همچنین اولئیک اسید، دی متیل سولفوکسید (DMSO)، سدیم آزید، پیروول، بنزالدهید، پروپیونیک اسید، دی کلرومتان، دی متیل فرماید (DMF)، روی (II) کلرید (ZnCl₂.4H₂O) و منگنز (II) کلرید (MnCl₂.4H₂O) حلال ها از Merck و Fluka و کیمیا اکسیر خریداری و بدون تصفیه بیشتر مورد استفاده قرار گرفتند. تترا فنیل پورفیرین (H₂TPP) پورفیرین های فلزدار MnTPP و ZnTPP بر اساس روش لیندسی تهیه شدند [۲۶].

کلیدی در انجام واکنش ها ایفا می کنند (جدول ۱، ردیف ۱) و نبود هر یک از آن ها به معنی عدم پیشرفت واکنش است. (جدول ۱، ردیف ۲، ۳ و ۴) لازم به ذکر است که سدیم آزید به عنوان به دام اندازنده قوی اکسیژن یکتایی [۲۸]، تولید پراکسید را متوقف کرد (جدول ۱، ردیف ۵). همچنین پیک های طیف $^1\text{H NMR}$ با مقادیر جابجایی شیمیایی 4.25 ppm و 9.4 ppm مویید انجام واکنش فتواکسیداسیون اولئیک اسید به وسیله کاتالیزگر نوری بود و نشان داد که تولید پرواکسید از اولئیک اسید به وسیله اکسیژن یکتایی صورت گرفته است. (شکل ۲)

Table 1 Oleic acid oxidation by singlet oxygen in different condition^a

Entry	Photocatalyst	Light	Oxidant	PV(meq/kg)
1	H ₂ TPP	LED Lamp	O ₂	623
2	H ₂ TPP	LED Lamp	-	Trace
3	-	LED Lamp	O ₂	Trace
4	H ₂ TPP	-	O ₂	Trace
5 ^b	H ₂ TPP	LED Lamp	O ₂	Trace

^a 6.3×10^{-4} mol oleic acid, 19ml acetonitrile (solvent), 1 ml (0.0001 M) H₂TPP, air (1atm) and 288 power LED lamps, 1 W, 2.3 V (59660 LUX). ^b 0.5gr NaN₃ was added as a singlet oxygen scavenger.



حل شود و ۳۰ میلی لیتر آب مقطر به محلول اضافه شد. سپس محتویات داخل ارلن مایر در برابر محلول استاندارد تیو سولفات سدیم ۰.۱ نرمال تیترا شد تا اینکه رنگ زرد تقریباً ناپدید گردید. در نهایت حدود ۰/۵ میلی لیتر محلول شاخص نشاسته اضافه شد. تیتراسیون تا زمانی ادامه داشت تا اینکه رنگ آبی در محلول از بین رفت [۲۷].

۲-۴- دستگاه های مورد استفاده برای آنالیز: جهت شناسایی پورفیرین های سنتزی از دستگاه اسپکتروفوتومتر UV/Vis مدل Shimadzu-2100 مجهز به لامپ دوتریوم- تنگستن و آشکارساز آرایه ای در طول موج ۳۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر استفاده شد. جهت شناسایی فرآورده های حاصل از اکسایش اسید اولئیک مورد استفاده از دستگاه NMR مدل BRUKER AMX-300 MHz استفاده شد.

۲-۵- تجزیه تحلیل آماری آزمایشات در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۳/۹ انجام و سپس میانگین نتایج با استفاده از آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت و نمودارها با کمک نرم افزار Excell ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- فتواکسیداسیون اولئیک اسید بدون حضور آنتی اکسیدان های گیاهی

فتواکسیداسیون اولئیک اسید به محصولات پراکسیدی نشان داد که حضور نور، هوا و کاتالیزگر نوری H₂TPP نقش

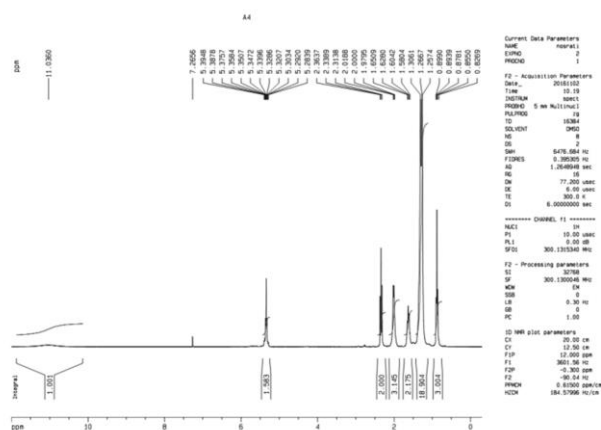


Fig 2 ^1H NMR spectra of oleic acid after photooxidation in the absence (right) and in the presence (left) of H_2TPP as a photocatalyst (photosensitizer)

یکتایی با بازده کوانتومی کمتر می شود و در نهایت میزان پراکسید تولیدی هم کاهش می یابد. همچنین مقایسه فتواکسیداسیون اولئیک اسید در زمان های متفاوت مشخص کرد که در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه بیشترین مقدار اولئیک اسید به پراکسید تبدیل می شود. در مطالعه ای دیگر در اثر تغییر حلال از استونیتریل به اتانول و متانول میزان تولید پروکسید در واکنش فتواکسیداسیون اولئیک اسید به ترتیب ۳۷.۵۴ و ۸۱.۴۱ درصد کاهش پیدا کرد که تاییدی دوباره بر انجام واکنش فتواکسیداسیون به وسیله اکسیژن یکتایی بود زیرا در حلال های قطبی مثل متانول و اتانول به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی، طول عمر اکسیژن یکتایی کمتر می شود [۳۰].

نتایج جدول ۲ نشان می دهد که H_2TPP به عنوان کاتالیزگر نوری بدون فلز نسبت به پورفیرین های فلزدار ZnTPP و MnTPPCl توانست اولئیک اسید را با راندمان بالاتری به پراکسید تبدیل کند. این نتیجه موید پیشرفت واکنش از مسیر اکسیژن یکتایی است زیرا مطابق با آنچه که در مقالات علمی آمده است پورفیرین های فلز دار توانایی خوبی در تولید اکسیژن یکتایی را ندارند [۲۹]. در واقع کمپلکس های فلزات پارامغناطیس دارای طول عمر حالت سه تایی کوتاه تری نسبت به کمپلکس های فلزات دیامغناطیس یا پورفیرین های بدون فلز دارند و همین امر منجر به تولید اکسیژن

Table 2 Effect of Photocatalyst on oleic acid photooxidation^a

Entry	Photocatalyst	60 min	120min	240 min
1	TPP	311	623	419
2	ZnTPP	138	207	103
3	MnTPP Cl	69	124	96

^a 6.3×10^{-4} mol oleic acid, 19ml acetonitrile (solvent), 1 ml (0.0001 M) Photocatalyst, air (1atm) and 288 power LED lamps, 1 W, 2.3 V (59660 LUX).

که اکسیژن یکتایی حضور موثری در واکنش داشته است که کاتالیزگر نوری را تخریب کرده است.

لازم به ذکر است، تخریب کاتالیزگر نوری H_2TPP که به وسیله طیف سنجی UV-Vis ثبت شد (شکل ۳)، نشان داد

Time (min)	Abs	H ₂ TPP photodegradation (%)
0	1.14	0
30	0.78	31.58
60	0.69	39.48
90	0.66	42.11
120	0.61	46.5

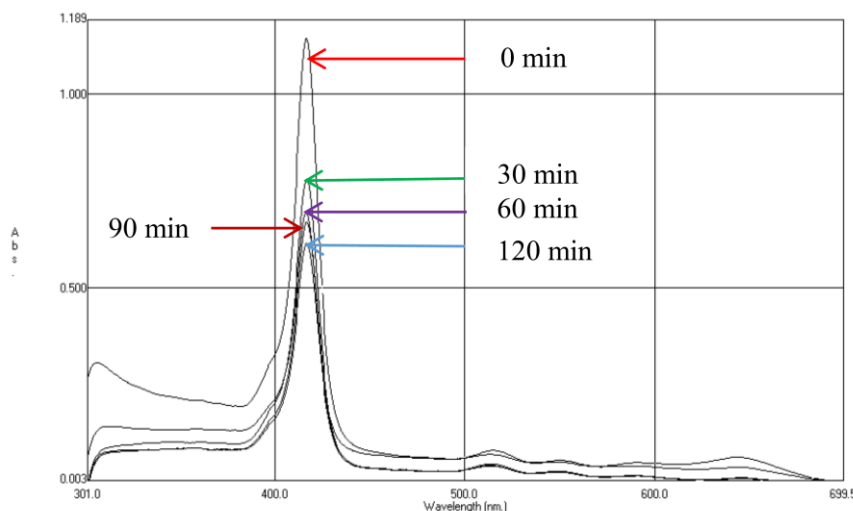


Fig 3 Effect of photooxidation time on H₂TPP degradation

۹۱.۶۵، ۹۳.۲۵ درصد بود. این نتایج دلالت بر خاصیت آنتی اکسیدانی بالای برگ گزنه و گل ختمی در جلوگیری از فتواکسایش اسیدهای چرب دارد.

۳-۲- عملکرد آنتی اکسیدانی عصاره برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی بر روی فتواکسایش اولئیک اسید

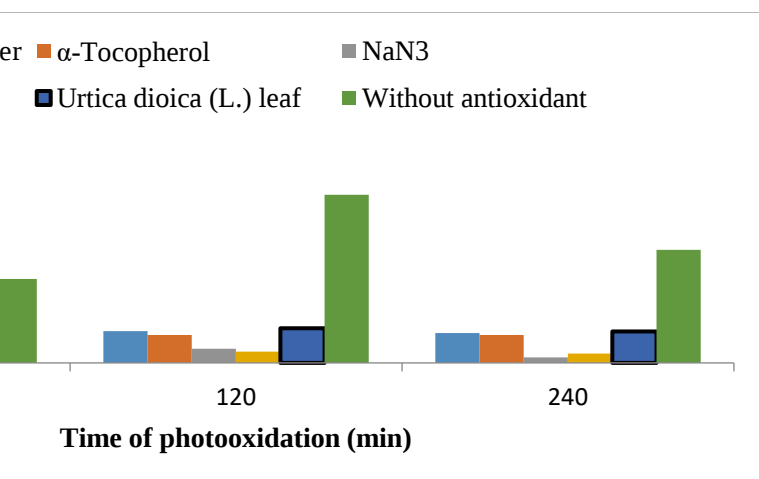


Fig 4 Effect of hydroalcoholic extract of *Urtica dioica* (L.) leaf, *Alcea setosa* (L.) flower and singlet oxygen scavengers on oleic acid photooxidation in acetonitrile as a solvent, 1- Dimethyl sulfoxide (DMSO) was used as a solvent, 2- 15 mg of α -Tocopherol (the daily intake of an adult) was used.

میزان عملکرد آنتی اکسیدانی برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی بر روی فتواکسایش اولئیک اسید در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول، عصاره هیدروالکلی برگ گزنه و گل ختمی به ترتیب توانستند در زمان بهینه ۱۲۰ دقیقه، درصد تبدیل اسید چرب اولئیک اسید به گونه سمی پراکسید را تا ۷۹.۴۵ و ۸۱.۰۵ درصد کاهش دهند در حالی که این مقدار برای ویتامین E^{۱۰} (به عنوان یک آنتی اکسیدان شیمیایی محلول در چربی)، سدیم آزید^{۱۱} (به عنوان مهارکننده بسیار قوی اکسیژن یکتایی) [۲۸]، و دی متیل سولفوکساید^{۱۲} (به عنوان حلال قوی در کاهش طول عمر اکسیژن یکتایی) [۳۰]، به ترتیب ۸۳.۳۰،

۳-۳- عملکرد آنتی اکسیدانی برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی بر روی فتواکسایش لینولئیک اسید

لینولئیک اسید نسبت به اولئیک اسید به دلیل درجه غیر اشباع بیشتر واکنش پذیری بیشتری در مقابل اکسید شدن دارد. نکته

قابل توجه این تحقیق اثر قابل توجه آنتی اکسیدانی برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی بر روی فتواکسایش لینولئیک اسید می باشد. بر اساس شکل ۵ عصاره گزنه و ختمی توانستند، در زمان بهینه ۱۲۰ دقیقه به ترتیب درصد تبدیل اسید چرب لینولئیک اسید به گونه سمی پراکسید را تا ۵۶.۴۳ و ۵۹.۰۶ درصد کاهش دهند.

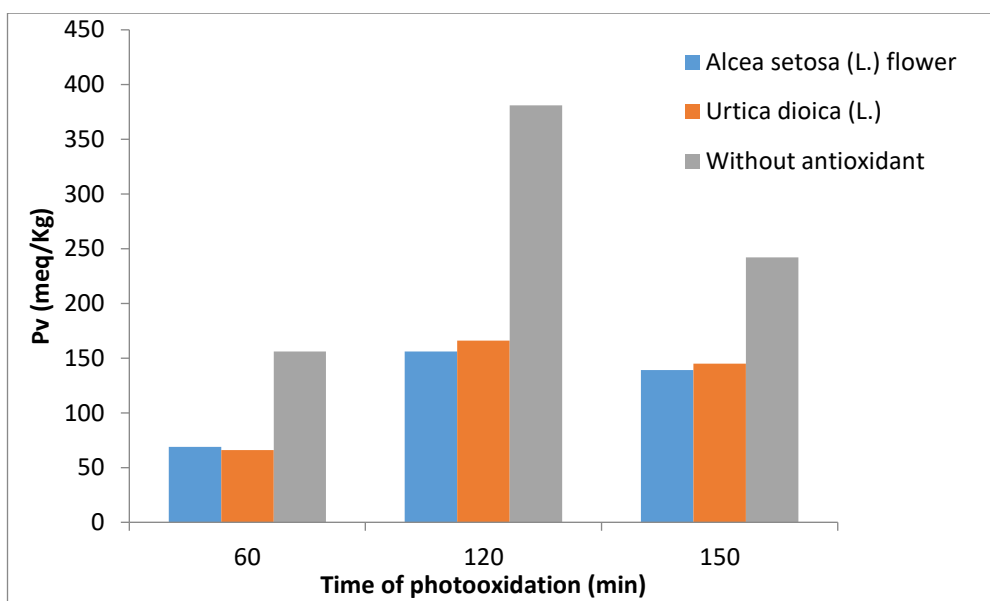


Fig 5 Effect of Effect of hydroalcoholic extract of *Urtica dioica* (L.) leaf, *Alcea setosa* (L.) flower on linoleic acid photooxidation in acetonitrile as a solvent, $1 \cdot (3.2 \times 10^{-4})$ mol) linoleic acid was used.

۳-۴- بحث

زیتون، ذرت و سویای مورد مطالعه را کاهش دادند [۳۳]. اتواکسیداسیون روغن ها و چربی ها از طریق یک مکانیسم رادیکال آزاد خودتکثیری روی می دهد. بر اساس نظریه فارمر و بولاند واکنش زنجیره ای رادیکالی اتواکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع از ۴ مرحله: آغازی، انتشار، شکست هیدروپراکسیدها و پایانی تشکیل شده است که می تواند منجر به تولید پراکسید شود [۵-۱۱]. این در حالی است که در واکنش فتواکسیداسیون، یک حساس کننده نظیر کلروفل انرژی نورانی را جذب کرده و برانگیخته می شود. حساس کننده برانگیخته شده می تواند به حساس کننده بنیادی یا یکتایی تبدیل شود و یا این که انرژی خود را به مولکول پایه اکسیژن که به فرم سه تایی می باشد منتقل کرده و تولید گونه فعال اکسیژن یکتایی کند. مشخص شده که اکسیژن یکتایی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ بار سریع تر از اکسیژن سه تایی واکنش می کند [۵-۱۱]. به این ترتیب در مقایسه با اتواکسیداسیون،

مطالعات زیادی در ارتباط با اکسیداسیون روغن ها و چربی ها در حضور اکسیدان های طبیعی انجام شده است. در پژوهش انجام شده توسط نور و همکاران، مشاهده شد که اندیس یدی روغن پالم حاوی عصاره برگ زردچوبه در مقایسه با روغن حاوی هیدروکسی تولوئن بوتیل در طی مدت زمان سرخ کردن اندیس یدی بالاتری را نشان می دهد [۳۱]. هم چنین در تحقیق انجام شده توسط مان و همکارانش مشاهده شد که سطح اسیدهای چرب در نمونه های روغن حاوی ۰/۲٪ عصاره برگ زردچوبه مشابه روغن حاوی ۰/۴٪ زرماری و عصاره مریم گلی می باشد [۳۲]. در تحقیق انجام شده توسط ناز و همکاران نیز مشاهده شد که اسید وانیلیک، اسید کافئیک و اسید فرولیک (فنول های باز دارنده) و ۰/۰۲٪ عصاره چای، اندیس پراکسید روغن های

گرم گل [۲۴] می باشند، این گیاهان می توانند خواص آنتی اکسیدانی مناسبی از خود نشان دهند. نتایج این پژوهش نشان داد که روند به دام انداختن گونه فعال اکسیژن یکتایی در این گیاهان بسیار نزدیک به ویتامین E می باشد. نکته قابل توجه در این مطالعه این بود که فتواکسیداسیون لینولئیک اسید که دارای واکنش پذیری و قابلیت اکسایش بیشتری نسبت به اولئیک اسید است، در حضور عصاره هیدروالکلی برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی به طور معناداری کاهش پیدا کرد. به نظر می آید عملکرد آنتی اکسیدانی بالای برگ گونه ی گیاهی گزنه و گل گونه ی گیاهی ختمی در مقابل واکنش های فتواکسیداسیون به دلیل گروه های فنولی و مخصوصا فلاونوئیدی است که به میزان بالایی در این گیاهان یافت می شود [۳۴] زیرا بر اساس مقالات علمی معتبر گروه های فلاونوئیدی نقش بسیار مهمی در به دام انداختن گونه فعال اکسیژن یکتایی دارند (شکل ۶) و اندام گل گونه گیاهی ختمی و اندام برگ گونه گیاهی گزنه غنی از این ترکیبات است.

فتواکسیداسیون واکنشی بسیار سریع تر است. همچنین مکانیسم اکسیداسیون از نظر نوع و مقدار هیدروپراکسیدهای حاصله متفاوت می باشد [۵-۱۱]. با توجه به این مطالب، در این پژوهش یک روش نوین برای اکسیداسیون اسید چرب اولئیک اسید در حضور و در غیاب عصاره هیدروالکلی برگ گزنه و گل ختمی ارائه شد. به این منظور از انرژی نورانی LED برای فعال سازی اکسیژن مولکولی سه تایی (3O_2) به اکسیژن مولکولی یکتایی (1O_2) در حضور کاتالیزگر نوریهای پورفیرینی و متالوپورفیرینی در جهت اکسیداسیون اولئیک اسید استفاده شد. در ابتدا برای اثبات اینکه واکنش ها از مسیر اکسیژن یکتایی انجام می گیرند، بررسی هایی انجام شد و نتایج طیف سنجی NMR و طیف سنجی UV-Vis اثبات کرد که اکسایش اولئیک اسید به وسیله اکسیژن یکتایی انجام می شود. در ادامه در یکی از مهمترین آنالیزهایی که انجام شد خاصیت آنتی اکسیدانی تعدادی از آنتی اکسیدان های طبیعی و شیمیایی از جمله برگ گزنه، گل ختمی و ویتامین E بر روی فتواکسایش اولئیک اسید بررسی شد. از آنجا که بر اساس یافته های علمی برگ گزنه دارای ۶۵ میلی گرم ترکیبات پلی فنولی در ۱۰۰ گرم از برگ [۲۲] و گل ختمی دارای ۷۳ میلی گرم ترکیبات پلی فنولی در ۱۰۰

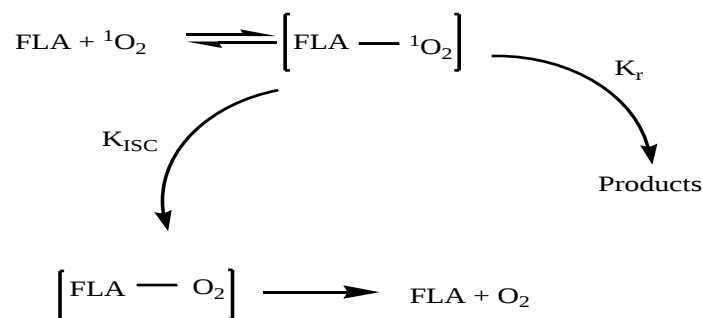


Fig 6 The mechanism of flavonoids barricade against singlet oxygen

جلوگیری از فتواکسایش و فساد اکسیداتیو چربی ها استفاده کرد.

۴- نتیجه گیری:

برگ گزنه و گل ختمی دارای خواص آنتی اکسیدانی بسیار مناسبی در جهت جلوگیری از فساد اکسیداتیو اسیدهای

نکته حائز اهمیت این پژوهش این است که تا به حال تحقیقاتی روی خواص آنتی اکسیدانی گزنه و گل ختمی در مقابل گونه فعال اکسیژن یکتایی انجام نشده است و از این پس می توان این گیاهان را هم در زمره موادی که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی هستند قرار داده و در جهت

تا بتوان از این سرمایه ایرانی در شرکت های داروسازی استفاده گردد.

۵- سپاسگزاری

این مقاله از رساله کارشناسی ارشد در دانشگاه خوارزمی تهران استخراج شده و با حمایت مالی این دانشگاه انجام گرفته است که موجب امتنان و سپاسگزاری است.

۶- منابع

- [1]Wang, S.Y. and Jiao, H. (2000), "Scavenging Capacity of Berry Crops on Superoxide Radicals, Hydrogen Peroxide, Hydroxyl Radicals, and Singlet Oxygen," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, pp 5677-5684.
- [2]Schumacker, P.T. (2015) "Reactive Oxygen Species in A Dance with the Devil," *Cancer Cell*, **27**, pp 156-157.
- [3]Andrade-Cuvi, M.J. Moreno, Carlota. Zaro, M.J. Vicente, A.R. and Concellón, A. (2017), "Improvement of the Antioxidant Properties and Postharvest Life of Three Exotic Andean Fruits by UV-C Treatment," *Journal of Food Quality*, **2017**, pp 1-10.
- [4]Berneburg, M. Plettenberg, H. Medve-Konig, K. Pfahlberg, A. Gers-Barlag, H. Gefeller O. and Krutmann, J. (2004) "Induction of the photoaging-associated mitochondrial common deletion in vivo in normal human skin," *J. Invest. Dermatol.*, **122**, pp 1277-1283.
- [6]Hanson, K.M. and Simon, J.D. (1998), Epidermal trans-urocanic acid and the UV-A-induced photoaging of the skin," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **95**, pp 10576-10578.
- [6]Devary, Y. Gottlieb, R.A. Smeal, T. and Karin, M. (1992), "The mammalian ultraviolet response is triggered by activation of src tyrosine kinases," *Cell*, **71**, pp 1031-1091.
- [7]Min, D.B. and Boff, J.M. (2002), "Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Foods," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **1**, pp 58-61.
- [8]Wu, H. Tatiyaborworntham, N. Hajimohammadi M, Decker, EA. Richards, MP. And Undeland I. (2022), "Model systems for studying lipid oxidation associated with muscle foods: Methods, challenges, and prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*," **1-19**. doi: 10.1080/10408398.2022.2105302.
- [9]Hajimohammadi, M. Vaziri Sereshk, A, Schwarzsinger, C. and Knör G. (2018)," Suppressing

چرب است و می توان آن را جهت پیشگیری از بیماری های ناشی از استرس اکسیداتیو محیط بیولوژیکی به صورت خوراکی مصرف کرد. همچنین می توان عصاره این گیاهان را به عنوان افزودنی به روغنهای خوراکی جهت جلوگیری از فساد اکسیداتیو اسید های چرب اضافه کرد. در نهایت پیشنهاد می شود که از این گیاه در محیط جاندار استفاده شود

Effect of 2-Nitrobenzaldehyde on Singlet Oxygen Generation, Fatty Acid Photooxidation, and Dye-Sensitizer Degradation," *Antioxidants*, **18**;7(12), 194 pp 1-10.

[10]Hajimohammadi, M. and Nosrati, P. (2018), "Scavenging effect of pasipay (passiflora incarnate L.) on singlet oxygen generation and fatty acid photooxidation," *Food Science & Nutrition*. **20**, pp 1670-1675.

[11]Gęgotek, L.A. ybałowska-Kawałko, P.R. and Skrzydlewska, E. (2017), Rutin as a Mediator of Lipid Metabolism and Cellular Signaling Pathways Interactions in Fibroblasts Altered by UVA and UVB Radiation," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, **2017**, pp 1-20.

[12]Dobarganes, M.C. and Velasco, J. (2002), "Analysis of lipid hydroperoxides," *European Journal of Lipid Science and Technology*, **104**, pp 420-428.

[13]DeRosa, M. and Crutchley, R. (2002), "Photosensitized singlet oxygen and its applications," *Coordination Chemistry Reviews*, **233**, pp 351-371.

[14]Zhao, H. Zhang, H. Yang S. (2014), "Phenolic compounds and its antioxidant activities in ethanolic extracts from seven cultivars of Chinese jujube," *Food Science and Human Wellness*, **3**, pp 183-190.

[15]Huda- Faujan, N. Noriham, A. Norrakiah, A. and Babji, A. (2009),"Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds," *African Journal of Biotechnology*, **8**, pp 484- 489.

[16]Abebe, W. (2002), "Herbal medication: potential for adverse interactions with analgesic drugs," *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, **27**, pp 391-401.

[17]O'Hara, M. Kiefer, D. Farrell, K. and Kemper, K.A. (1998), "A review of 12 commonly used medicinal herbs," *The Archives of Family Medicine*, **7**, pp 523-36.

[18]Kobayashi, Y. Nakano, Y. Sakai, A. and Kamiya, K.T. (2003), "Dietary intake of the flower extracts of German chamomile (*Matricariae recutita* L.) inhibited compound 48/80-induced itch-scratch responses in mice," *Phytomedicine*, **10**, pp 657-64.

[19]Di Virgilio, N. Papazoglou, E.G. Jankauskiene, Z. Di Lonardo, S. Praczyk, M. and Wielgus, K. (2015), "The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses," *Industrial Crops and Products*, **68**, pp 42-49.

- [20]Kregiel, D. Pawlikowska, E. and Antolak, H. (2018), "Urtica spp.: Ordinary plants with extraordinary properties," *Molecules*, **23**, pp 1664.
- [21]Upton, R. (2013), "Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine," *Journal of Herbal Medicine*, **3**, pp 9–38.
- [22] Naushad, M. Alizadeh Behbahani, Behrouz. Rahmati Junidabad, M. (2023), "Evaluation of Antimicrobial Activity, Antioxidant Power, Phenolic, and Total Flavonoids of Nettle Extract: A Laboratory Study," *Iranian Journal of Food Science and Industry*, No. 125, Volume 19, 156-147.
- [23]Zamankhani, M. Moeini S. Mahasti Shotorbani, P. Mirsaeedghazi, H. and Jafarpour, A. (2022), "Antioxidant and antibacterial properties of borage (*Echium amoenum* L.) and hollyhock (*Althaea rosea* var. *Nigra*) extracts obtained through soaking and ultrasonic-assisted extraction methods," *Iranian Food Science and Technology Research*, **18**, pp. 53-68.
- [24]Ammar, N.M. El-Kashoury, E.A. Abou El-Kassema, L.T, amd Abd El-Hakeem R.E. (2013), "Evaluation of the phenolic content and antioxidant potential of *Althaea rosea* cultivated in Egypt" *Journal of the Arab Society for Medical Research*, **8**, pp 48–52 .
- [25]Hosaka, H. Mizuno, T. and Iwashina, T. "Flavonoid Pigments and Color Expression in the Flowers of Black Hollyhock (*Alcea rosea* 'Nigra')," *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series B*, **38**, pp. 69–75.
- [26]Lindsey, J.S., Wagner, R.W. 1989 Investigation of the Synthesis of Ortho-Substituted Tetraphenylporphyrins. *JOC.*, **54**, 828–836.
- [27]Barthel, G., Grosch, W. (1974). Peroxide value determination-Comparison of some methods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 540-544.
- [28]Hajimohammadi, M. Safari, N. Mofakham, H. and Deyhimi, F. (2011), "Highly selective, economical and efficient oxidation of alcohols to aldehydes and ketones by air and sunlight or visible light in the presence of porphyrin sensitizers," *Green Chemistry*, **13**, pp 991-997.
- [29]Bonnett, R. and Martinez, G. (2001), "Photobleaching of sensitisers used in photodynamic therapy," *Tetrahedron Letter*, **57**, 9513-9547.
- [30]Chen, Y, Xu, S. Li, L. Zhang, M.J. and Shen, T. (2001), "Active oxygen generation and photo-oxygenation involving temporfin (m-THPC)," *Dyes and Pigments*, **51**, 63-69.
- [31]Nor, F.M. Mohamed, S. Idris, N.A. and Mail, R. (2008), "Antioxidative properties of curcumaga leaf extract in accelerated oxidation and deep frying studies," *Journal of the American Oil Chemists Society*, **86**, 141-147.
- [32]Che Man, Y.B. and Jaswir, I. (2000), "Effect of rosemary and sage extracts on frying performance of refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein during deep-fat frying," *Food Chemistry*, **69**, 301–307.
- [33]Naz, S. Siddigi, R. Sheikh, H. and Saeed, SA. (2005), "Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep frying," *Food Research International*, **38**, 127-134.
- [34]Chaouche, T.M. Haddouchi, Farah. Ksouri, R. and Atik-Bekkara, F. (2014), "Evaluation of antioxidant activity of hydromethanolic extracts of some medicinal species from South Algeria," *Journal of the Chinese Medical Association.*, **77**, pp 302-307.



Investigation of antioxidant effect of *Urtica dioica* (L.) leaf and *Alcea setosa* (L.) flower extracts on fatty acids photooxidation

Mahdi Hajimohammadi,^{*1} Akbar Mohammadi², Fatemeh Sheikh Mahboobi³

1-Assistant Professor of Inorganic chemistry and Nanochemistry Department, Faculty of Chemistry, Kharazmi University, Tehran, Iran

2-MSc graduated of Inorganic chemistry and Nanochemistry Department, Faculty of Chemistry, Kharazmi University, Tehran, Iran

3-MSc graduated student of Inorganic chemistry and Nanochemistry Department, Faculty of Chemistry, Kharazmi University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2022/12/2 Accepted: 2023/10/19 Keywords: Singlet oxygen, Antioxidant, unsaturated fatty acids, <i>Urtica dioica</i> (L.) leaf, <i>Alcea setosa</i> (L.), Photooxidation DOI: 10.22034/FSCT.21.146.16 *Corresponding Author E-Mail: hajimohammadi@khu.ac.ir	Light energy, especially in combination with oxygen by producing singlet oxygen ($^1\text{O}_2$), can react with the double bonds of unsaturated fatty acids and reduce the quality of food and fats. In this study, the effect of singlet oxygen on photooxidation of fatty acids was investigated. The generation of singlet oxygen and peroxide products in the presence of meso-tetraphenylporphyrin (H_2TPP) as a photocatalyst and light was proved by nuclear magnetic resonance spectroscopy (^1H NMR), visible-ultraviolet spectroscopy (UV-Vis) and iodometric titration. The rate of fatty acid peroxidation determined immediately after photooxidation using meq/kg unit. Effect of hydroalcoholic extracts of <i>Urtica dioica</i> (L.) leaf and <i>Alcea setosa</i> (L.) flower was compared with synthetic antioxidants and well-known singlet oxygen scavengers. The antioxidant activities of these plants showed that hydroethanolic extracts of <i>Urtica dioica</i> (L.) leaf and <i>Alcea setosa</i> (L.) flower, respectively diminished conversion of oleic acid to peroxide products 79.45 and 81.05% after 120 minutes photooxidation. While these value for vitamin E (as a fat-soluble chemical antioxidant), sodium azide (as a very strong inhibitor of singlet oxygen) and dimethyl sulfoxide (as a strong solvent in reducing the lifetime of singlet oxygen) were 83.83%, 91.65% and 93.25%, respectively. Also, the hydroalcoholic extracts of <i>Urtica dioica</i> (L.) leaf, <i>Alcea setosa</i> (L.) reduced the conversion of linoleic acid (as a oxidizable fatty acid with high degree of unsaturation) to peroxide products by 56.43 and 59.06%, respectively. These results declare high antioxidant efficiency of <i>Urtica dioica</i> (L.) leaf and <i>Alcea setosa</i> (L.), in preventing of photooxidation of fatty acids. In this study, the effects of solvent, photocatalyst, light and oxygen in fatty acid photooxidation were also investigated.