# بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی عصاره فلفل قرمز رایج در ایران

**مجتبی محمدی[1]، اسماعیل عطای صالحی[2*]، رضا اسماعیل زاده کناری[2]**

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان ، ایران

[2] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

[3] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت:1392/8/1 تاریخ پذیرش: 1393/2/19

**چکیده**

کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی به دلیل اثرات مخرب بر سلامت مصرف کننده کاهش یافته است. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی قدرت آنتی اکسیدانی فلفل قرمز انجام شد. به منظور تهیه عصاره از فلفل قرمز از حلال هایی نظیر آب ، اتانل و مخلوط آب و اتانل با یا بدون اعمال امواج فراصوت ، استفاده شد. مقادیر ترکیبات توکوفرولی و فنلی موجود در عصاره ها به روش اسپکتروفتومتری و قدرت آنتی اکسیدانی عصاره با استفاده از آزمون های بتا کاروتن و DPPH مورد بررسی و اندازه گیری قرار گرفتند. در انتها شاخص پایداری اکسایشی عصاره ها تعیین شد. نتایج نشان دادند که میزان ترکیبات فنلی بر حسب اسید گالیک در عصاره های مختلف در محدوده 1172/27-1066/3 میلی گرم در کیلوگرم قرار داشت و میزان ترکیبات توکوفرولی عصاره ها بر حسب آلفا توکوفرول در محدوده ، 867/65-693/52 میلی گرم در میلی لیتر بود. شاخص پایداری اکسیداتیو در عصاره های مختلف 7/23-5/55 ساعت بود. درصد مهارکنندگی اکسیداسیون اسید لینولئیک در عصاره ها بین 83/6%-57/2 متغیر بود. و درصد مهار رادیکال های DPPH در عصاره های مختلف از 91/87%-71/33 متغیر بود. بیشترین و کمترین راندمان استخراج ترکیبات فنلی و توکوفرولی به ترتیب در اثر استفاده از حلال های اتانول و آب به دست آمدند. فلفل قرمز با داشتن قدرت آنتی اکسیدانی بالا می تواند کارایی زیادی در صنایع غذایی ، دارویی، آرایشی و بهداشتی داشته باشد.

**واژه های کلیدی**: ترکیبات فنلی، توکوفرول، فراصوت، فعالیت آنتی اکسیدانی، فلفل قرمز

*نویسنده مسوول: eatayesalehi@yahoo.com

**1-مقدمه**

یکی از مهمترین عوامل موثر بر فساد موادغذایی اکسیداسیون لیپیدها است، که نه تنها باعث کاهش عمر انبار مانی آنها می شود بلکه ارزش تغذیه ای آنها را هم تحت تاثیر قرار می دهد(28،8). عوامل مختلفی نظیر نور، اکسیژن، دما ، فلزات سنگین و نوع اسیدهای چرب بر سرعت پیشرفت اکسیداسیون در مواد غذایی دخالت دارند(23).

مناسب ترین راه جهت پایدارسازی روغن ها و جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها است. آنتی اکسیدانها ترکیباتی هستند که اغلب از طریق دادن هیدروژن به ترکیبات رادیکالی آنها را احیا نموده و از پیشرفت اکسیداسیون جلوگیری می کنند. این عمل آنتی اکسیدان ها نه تنها منجر به افزایش مدت ماندگاری روغن می‌شود بلکه با جلوگیری از تخریب مواد مغذی نظیر ویتامین ها و حتی پروتئین ها باعث حفظ آنها می شود(10).کارآیی آنتی‌اکسیدان‌ها بستگی به نوع ، شرایط فراوری و نگه‌داری ماده غذایی دارد. کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مانند بوتیل هیدروکسی آنیزول(BHA)، بوتیل هیدروکسی تولوئن(BHT) و تری بوتیل هیدرو کینون (TBHQ) به دلیل اثرات مخرب بر سلامت مصرف کننده نظیر: مختل کردن فعالیت آنزیم‌های کبدی و ایجاد انواع سرطان‌ها در بدن رو به کاهش است (21) . لذا شناسایی آنتی‌اکسیدان‌ها از منابع طبیعی ضروری به نظر می رسد. از جمله آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می توان به آنتی اکسیدان های استخراج شده ار فلفل قرمزاشاره کرد. فلفل شامل 1/5 درصد ترکیبات اولئورزینی است. مهم ترین ترکیب اولئورزینی، کاپسانتین می‌باشد که ساختمان فنلی دارد و بسیار تند بوده و به میزان 0/02 درصد در فلفل وجود دارد. هرچه هوای محل کشت آن گرم‌تر باشد، این ماده بیشتر تولید شده و فلفل تندتر می‌شود(4). ترکیبات مهم دیگر فلفل شامل مقدار کمی اسانس، کاروتنوئیدها، و یتامین هایC و A است که آنتی اکسیدان هایی قوی هستند و بر روی رادیکال های آزاد تاثیر می گذارند(1). هدف از انجام این تحقیق عصاره گیری از فلفل قرمز به عنوان منبعی از آنتی اکسیدان های طبیعی با استفاده از حلال هایی نظیر آب ، اتانل و آب-اتانل و به کمک امواج فراصوت می باشد اندازه گیری میزان ترکیبات توکوفرولی و فنلی عصاره ها با استفاده از روش های اسپکتروفتومتری، اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی عصاره ها با آزمون بی رنگ شدن بتا کاروتن و آزمون 2و 2دی فنیل-1- پیکریل هیدرازین (DPPH) در انتها ارزیابی شاخص پایداری اکسیداتیو OSI، با افزودن عصاره فلفل به روغن آفتابگردان فاقد آنتی اکسیدان و به کمک دستگاه رنسیمت بود.

**2-مواد روش ها**

**2-1-مواد اولیه**

فلفل قرمز با نام علمی *Capsicum frutesens* از شهرستان بابلسر جمع آوری گردید و تا زمان انجام آزمایش در سرد خانه و در دمای 4 درجه نگه داری گردید.

کلیه مواد شیمیایی (معرف ها و محلول ها) مورد نیاز از شرکت مرک با خلوص بالا تهیه شد.

روغن آفتابگردان بدون آنتی اکسیدان از واحد صنعتی بهشهر تهیه گردید و تا زمان آزمایش در دمای 4 درجه سانتی گراد نگه داری گردید.

**2-2-تهیه عصاره فلفل قرمز**

فلفل قرمز در دمای 60 درجه خشک و سپس توسط آسیاب الکتریکی (ساخت فرانسه،مولینکس، مدل 684) پودر شد و تا زمان انجام آزمایشات در دمای فریز نگهداری شد. پودر فلفل با حلال اتانل به نسبت 1 به 5 مخلوط گردیده و به کمک همزن (ساخت ایران، دو زمانه TAM ایران) با دور 250RPM به مدت 48 ساعت هم زده و توسط کاغذ صافی واتمن شماره 1 صاف گردید. در روش ترکیبی حلال- فراصوت ، فلفل قرمز پس از خشک شدن در دمای 60 درجه سانتی گراد و اختلاط با حلال ها با نسبت 1 به 5 در دمای محیط و تحت تاثیر امواج فراصوت با شدت 75 هرتز به مدت 30 دقیقه داخل دستگاه فراصوت (ساخت آلمان،Sonorex Digitec DT 510H) قرار داده شد و عمل استخراج صورت گرفت. فرکانس دستگاه 20 کیلوهرتز و دستگاه با حداکثر شدت فعالیت کرد. پس از آن توسط کاغذ صافی واتمن شماره 1 صاف گردید. برای تبخیر حلال از آون تحت خلا (ساخت ایران،آریاطب) با دمای 50 درجه استفاده گردید. در مواردی که از حلال ترکیبی یعنی اتانل و آب استفاده نمودیم، 80 درصد از اتانل و 20 درصد از آب را با هم ترکیب نمودیم (13).

**2-3-اندازه گیری ترکیبات فنولی**

مطابق روش (Dorman et al., 2003)، از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-VIS-2100) در طول موج 765 نانومتر استفاده شد و منحنی جذب در برابر غلظت اسید گالیک (میلی گرم برکیلوگرم) رسم شد.

2/5 گرم عصاره در لوله سانتریفوژ وزن و پس از اضافه کردن 2.5 میلی لیتر هگزان نرمال به آن به مدت یک دقیقه ورتکس شد. سپس 2/5میلی لیتر محلول متانول : آب (به نسبت 80:20) اضافه شد و عمل ورتکس به مدت 40 ثانیه ادامه پیدا کرد. لوله حاوی نمونه به مدت 5 دقیقه با دور 5000 در دقیقه (Germany ،Heraeus Sepatech Gmbh ،Labofuge) سانتریفوژ شد. فاز روغنی با سرنگ خارج شد و در لوله سانتریفوژ دیگر قرار گرفت. فاز آبی نیز به صورت جداگانه نگهداری شد. دو و نیم میلی لیتر محلول اتانل : آب به فاز روغنی جدا شده از مرحله قبل اضافه شد و مشابه مرحله اول سانتریفوژ گردید. بعد از سانتریفوژ فاز روغنی با سرنگ خارج شد و در لوله دیگر قرار گرفت. فاز آبی به صورت جداگانه تهیه شد. به فاز روغنی حاصل از مرحله قبل نیز 2/5 میلی لیتر محلول اتانل : آب اضافه شد و به مدت 5 دقیقه با سرعت 5000 دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس فاز روغنی و فاز آبی جدا نگهداری شد. فازهای آبی نگهداری شده در بالن ژوژه 50 میلی لیتری با هم مخلوط گردیده، به ترتیب 2/5 میلی لیتر معرف فولین سیو کالچو و پنج میلی لیتر کربنات سدیم 7/5 درصد به فاز آبی اضافه و با آب مقطر به حجم 50 میلی لیتر رسانده شد. نمونه در طول شب نگهداری و سپس جذب آن در طول موج 765 نانومتر خوانده شد. مقدار ترکیبات فنلی بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم نمونه روغن، بر طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$P=\frac{Y}{W}\times \mathbf{1000}$$

که Y مقدار ترکیبات فنولی نمونه بر حسب میلی گرم بر میلی لیتر (فرمول قبل) و W وزن نمونه روغن است (11).

**2-4- اندازه گیری ترکیبات توکوفرولی**

مطابق روش (Wong et al., 1988) از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-VIS-2100) در طول موج 520 نانومتر استفاده شد و منحنی جذب در برابر غلظت آلفا-توکوفرول (میلی گرم به میلی لیتر) رسم گردید.

190 تا210 میلی گرم نمونه روغن بدقت داخل بالن ژوژه10میلی لیتری وزن شد. پنج میلی لیتر تولوئن به نمونه اضافه و بخوبی مخلوط شد. سپس 3/5 میلی لیتر محلول 2،2- بی پیریدین(0/07 درصد وزنی حجمی در اتانل آبی95 درصد) و 0/5 میلی لیتر کلرید آهنIII شش آبه 0/2 درصد وزنی حجمی در اتانل آبی 95 درصد) اضافه و مخلوط گردید. سرانجام، حجم محلولهای استاندارد با اتانل آبی95 درصد به 10 میلی لیتر رسانده شد. محلول حاصل به مدت یک دقیقه در حال سکون قرار گرفت و جذب آن در 520 نانومتر خوانده شد. مقدار ترکیبات توکوفرولی بر اساس میلی گرم بر کیلوگرم روغن بر طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$T=\frac{A-B}{M\times W}$$

که Bو A به ترتیب میزان جذب نمونه و شاهد در سل10 میلی لیتری هست. M شیب منحنی استاندارد میزان جذب در برابر غلظت آلفا - توکوفرول و w وزن نمونه به گرم است. مقدار M در این آزمایش 0/0039 با ضریب تبیین 0/99 تعیین شد.

T نیز غلظت توکوفرول بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم روغن است (26).

**2-5- بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی با آزمون 2 و 2 دی فنیل- ۱- پیکریل هیدرازین (DPPH)**

مطابق روش (Kukic et al.,2008) از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 517 نانومتر استفاده شد.

در این روش به عنوان ترکیب رادیکالی پایدار از DPPH به عنوان معرف استفاده شد، بدین ترتیب که 50 میکرولیتر از غلظت های مختلف 20، 40، 60، 80 و 100 میکروگرم در سی سی عصاره ها در اتانل به 5 میلی مول محلول 0/004 درصد DPPH در اتانل اضافه گردید، بعد از 30 دقیقه گرمخانه گذاری در دمای معمولی اتاق، جذب نوری نمونه ها در طول موج 517 nm مقابل شاهد خوانده شد.

درصد مهار رادیکال آزاد DPPH

$$\%I=(\frac{\text{جذب نمونه}}{\text{جذب شاهد}}-\text{جذب شاهد})\times 100$$

**جذب نمونه**

میزان جذب نوری غلظت های مختلف عصاره را بیان می کند. در این تست توانائی دادن اتم هیدروژن یا الکترون توسط ترکیبات و عصاره های مختلف با میزان بیرنگ کردن محلول بنفش 2و2- دی فنیل- ۱- پیکریل هیدرازین (DPPH) در اتانل مورد سنجش قرار گرفت(19).

**2-6-بررسی خاصیت آنتی رادیکالی با آزمون بی رنگ شدن بتا کاروتن (بتاکاروتن- لینولئیک اسید)**

مطابق روش (Juntachote and Berghorfer, 2005) از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 490 نانومتر استفاده شد. برای انجام آزمایش ابتدا یک محلول پایه از بتاکاروتن- لینولئیک اسید (سیگما- آلدریچ) به صورت زیر تهیه گردید:

نیم میلی گرم بتاکاروتن در 1 میلی لیتر کلروفرم حل شد و سپس 25 میکرولیتر لینولئیک اسید و 200 میلی گرم توئین 40 به آن اضافه گردید و کاملاً مخلوط شد. سپس با روش تبخیر در خلاء کلروفرم جدا گردیده و 100 میلی لیتر آب مقطر اشباع شده از اکسیژن (30 دقیقه تحت فشار 100 میلی لیتر در دقیقه) همراه با تکان شدید به آن اضافه شد. 2/5 میلی لیتر از محلول تهیه شده فوق به لوله آزمایش منتقل شد و 350 میکرولیتر از عصاره (غلظت 2گرم در لیتر در اتانل) به لوله آزمایش اضافه گردید.. بعد از 48 ساعت گرمخانه گذاری در دمای اتاق، جذب نوری نمونه ها در 490 نانومتر خوانده شد و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی، از مقایسه جذب نوری نمونه ها با زمان صفر و از روی میزان پایداری رنگ زرد بتاکاروتن به درصد مورد سنجش قرار گرفت (18).

**2-7-شاخص پایداری اکسایشی(OSI[1])**

برای تعیین پایداری اکسایشی، 600 ppm از هر کدام از عصاره های استخراج شده ازفلفل قرمز به روغن آفتابگردان بدون آنتی اکسیدان را اضافه و پایداری اکسایشی را توسط دستگاه رنسیمت مدل، 743 تحت شرایط دمائی 120 درجه سانتی گراد و سرعت جریان هوا 20 لیتر بر ساعت تعیین شد (17).

**2-8-تجزیه و تحلیل آماری**

کلیه آزمایشها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد . میانگین ها با نرم افزارMStatC و بر اساس آزمونهای دانکن و t در سطح 5 درصد مقایسه شدند . نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم شدند.

## 3-نتایج و بحث

**3-1-میزان ترکیبات فنولی**

مطابق شکل 1 میزان ترکیبات فنلی بر حسب اسید گالیک در عصاره های مختلف در محدوده 1172/27-1066/3 میلی گرم بر کیلوگرم قرار داشت. بیشترین استخراج ترکیبات فنولی توسط روش های اتانل- فراصوت و اتانل- آب- فراصوت و آب- اتانل انجام شد که اختلاف معنی داری بین آنها مشهود نبود و از نظر آماری در یک محدوده بودند و کمترین میزان استخراج ترکیبات فنولی در روش استفاده از آب به تنهایی مشاهده شد.

صمد لوئی و همکاران، 1386 در پژوهشی ترکیبات فنولی هسته ده رقم انار را با حلال استون و به کمک امواج فراصوت استخراج و ضمن اندازه گیری مقدار آنها به روش فولین- سیوکالچو، اثر آنتی اکسیدانی نمونه ای را که بیشترین مقدار ترکیبات فنولی داشت بررسی نمودند. نتایج نشان داد که ترکیبات فنولی هسته انار حدود 1/02 % متغیر بوده و بیشترین ترکیب فنولی در رقم پوست سیاه به طور جداگانه در سه سطح 100 ppm ، 200 ppm ، 350 ppm و همچین آنتی اکسیدان سنتزی BHA در دو سطح 100 ppm، 200 ppm به نمونه روغن سویای بی بو اضافه شد. اثر تیمارها در به تاخیر انداختن اکسیداسیون روغن خام ( در دماهای 60 درجه سانتی گراد) از طریق اندازه گیری دو عدد پراکسید و تیوبار بیوتیک اسید (TBA) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اولاً ترکیبات فنولی هسته انار اثر آنتی اکسیدانی دارند و ثانیاً 350ppm از ترکیبات فنولی استخراج شده از هسته انار بیشترین اثر آنتی اکسیدانی را دارد. عدد پراکسید و TBA تیمار 350ppm ترکیبات فنولی هسته انار و نمونه شاهد در روز 12 به ترتیب 60/69 میلی اکی والان پراکسید در 1000 گرم و 0/1883؛ 91 میلی اکی والان پراکسید در 1000 گرم و 0/3587 می باشد(2).

[1] Oxidative stability index

نیا و همکاران[1]،2009 ترکیبات فنلی موجود در روغن های تخم خربزه 18 میلی گرم بر کیلوگرم، دانه کنف 17/5 میلی گرم بر کیلوگرم و تخم کدو 18/7 میلی گرم بر کیلوگرم گزارش دادند (23).

ژانگ و همکاران[2]، 2012 ویژگی های زیست فعال و فعالیت های آنتی اکسیدان 9 رقم فلفل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که همه ی نمونه های فلفل تازه سرشار از ویتامین ث، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنلی بودند. میزان ترکیبات فنولی در فلفل قرمز از سایر فلفل ها بالاتر بود ($p <0/05$) (29).

گیل و همکاران[3]، 2009 خصوصیات و ویژگی های فلفل شیرین را در چهار مرحله رشد مورد مطالعه قرار دادند. فلفل سبز نارس محتوای فنول بسیار بالایی داشت، میزان فنل در فلفل های سبز، قرمز نارس و رسیده 4 تا 5 برابر کمتر بود (15).

گورینستین و همکاران[4]، 2009 یک مطالعه ی مقایسه ای در مورد ترکیبات فنولی و فعالیت های آنتی اکسیدان در سبزیجات خامِ مصرفی را انجام دادند. هدف آنها ارزیابی ارزش آنتی اکسیدان و فعالیت ضدتکثیری برخی سبزیجات مانند سیرخام، پیازهای سفید یا زرد، و قرمز، فلفل های قرمز و سبز، و کلم سفید در طول یک سالِ و در شرایط جغرافیایی و اقلیمی یکسان بود. نتایج نشان دادند که بالاترین میزان ترکیبات زیست فعال و فعالیت آنتی اکسیدان در پیاز قرمز بود(14).

### 2-3-محتوای توکوفرول

مطابق شکل 2 میزان ترکیبات توکوفرولی عصاره های مختلف بر حسب آلفا توکوفرول در محدوده 693/52-867/65 میلی گرم بر میلی لیتر بود. بیشترین استخراج ترکیبات توکوفرولی توسط روش های اتانل- فراصوت و اتانل- آب- فراصوت و آب- اتانل انجام گرفت که از نظر آماری در یک محدوده بودند و کمترین میزان استخراج ترکیبات توکوفرولی در روش استفاده ازآب بدون استفاده از امواج فراصوت مشاهده شد.

لای و همکاران[5]، 2009 میزان محتوای توکوفرول در سبوس برنج واریته ژاپونیکا ،در استخراج با متانول 573 میلی گرم بر کیلوگرم و در استخراج با اتیل استات (EtOAc) 770 میلی گرم بر کیلوگرم و هگزان 196 میلی گرم بر کیلوگرم بوده است(20).

آگویلار گارسیا و همکاران[6]، 2007 میزان محتوای کل توکوفرول در سبوس برنج برای 3 واریته برنج ونزوئلا 61/3 – 41 میکروگرم بر کیلوگرم بوده است(5).

اقبال و همکاران[7]، 2005 میزان محتوای توکوفرول را با روش HPLCو در برخی از واریته های پاکستان 512-392 میلی گرم بر کیلو گرم تخمین زدند(16).

چن و همکاران[8]،2005 میزان محتوای توکوفرول از سبوس دو رقم برنج سیپروس و بنگال به روش HPLC بدست آمد، که سیپروس 3900-3400 میلی گرم بر کیلوگرم و بنگال 4200-3800 میلی گرم بر کیلوگرم بود(9).

### 2-4-خاصیت آنتی اکسیدانی با آزمون بی رنگ شدن بتا کاروتن (بتا کاروتن – لینولئیک اسید)

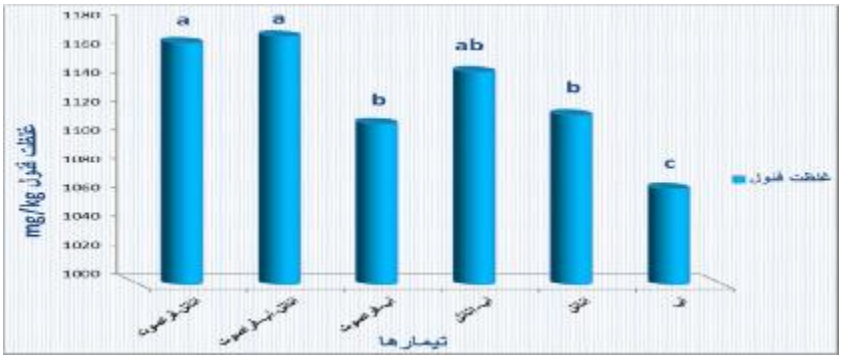
درصد مهارکنندگی اسید لینولئیک توسط عصاره های مختلف در شکل 3-3 مشخص شده است. نتایج نشان می دهد که روش های اتانل- فراصوت و اتانل- آب- فراصوت بیشترین قدرت مهارکنندگی و روش آب به تنهایی کمترین قدرت مهارکنندگی را دارا بود. دلیل این امر احتمالا تخریب بیشتر بافت های گیاهی در فرایند فراصوت و همچنین حلالیت بیشتر ترکیبات با خاصیت آنتی اکسیدانی در حلال های قطبی کمتر است.

اقبال و همکاران[9]، 2005 فعالیت آنتی اکسیدانی در سیستم لینولئیک اسید را در برخی از واریته های برنج پاکستان را بین20-10 درصد تخمین زدند و فعالیت آنتی اکسیدانی در سیستم لینولئیک اسید در برخی از واریته ها از فعالیت آنتی اکسیدانی توکوفرول بیشتر نبود ولی بیشتر از فعالیت آنتی اکسیدانی BHT بود(16).

ین و همکاران[10]،1994 فعالیت آنتی اکسیدانی در سیستم های پراکسیداسیون لینوئیک اسید را در پوسته بادام زمینی بین 94/8-92 درصد بیان کرده که دارای حداکثر قدرت مهار پراکسید لینوئیک اسید بوده است (27).

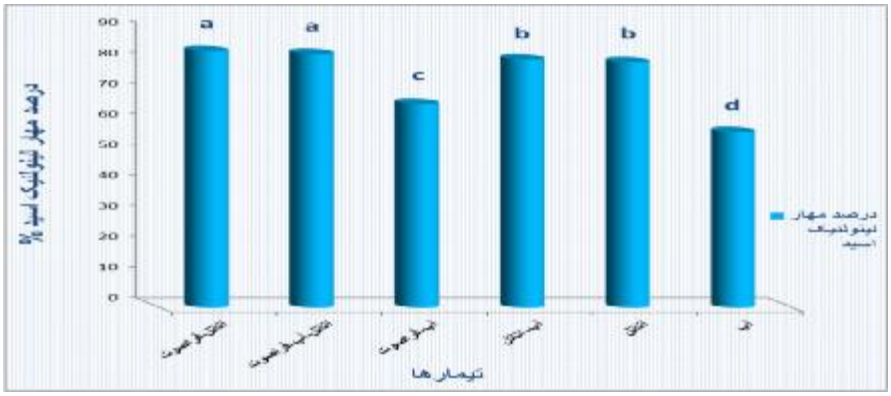
---

[1] Niu, H.
[2] Zhuang, Y.
[3] Gil, I.
[4] Gorinstein, S.
[5] Lai.P.
[6] Aguilar-Garcia,
[7] Iqbal, S. and Bhanger, M. I.
[8] Chen. M. H.
[9] Iqbal, S., Bhanger, M. I., and Anwar, F., 2005
[10] Yen. G.C.




شکل1- اثر نوع حلال و فراصوت بر میزان ترکیبات فنولی عصاره فلفل قرمز ایرانی حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).

شکل 2- اثر نوع حلال و فراصوت بر میزان توکوفرول عصاره فلفل قرمز ایرانی حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).




شکل3- اثر نوع حلال و فراصوت بر میزان خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره فلفل قرمز ایرانی حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).

**2-5-بررسی خاصیت آنتی رادیکالی با آزمون 2 و 2 دی فنیل – 1- پیکریل هیدرازین (DPPH)**

مطابق شکل3، درصد مهار رادیکال های DPPH در عصاره های مختلف بین 91/87-71/33 درصد متغییر بود. روش های اتانل-فراصوت و اتانل-آب- فراصوت و آب- اتانل بیشترین قدرت مهارکنندگی و روش آب به تنهایی کمترین قدرت مهارکنندگی را دارا بود. دلیل این امر احتمالا تخریب بیشتر بافت های گیاهی در فرایند فراصوت و همچنین حلالیت بیشتر ترکیبات با خاصیت آنتی اکسیدانی در حلال های قطبیت کمتر است.

بوتسات و همکاران[1]، 2010 آزمایش مربوط به فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH واریته سبوس برنج تایلند ( Khao Dawk Mali 105) انجام دادند که میزان فعالیت مهار رادیکال DPPH در 3 منطقه مختلف در تایلند 86/7-85/9% بود که در محدوده واریته های مورد آزمون است(7).

گلی موحد و همکاران، 1387 فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد رادیکالی سبزیجات برگی که به صورت تازه خوری مصرف می شوند (تره، شاهی، نعناع، ریحان، ترخون و گشنیز) را بررسی و مقایسه نمودند. آنها از برگهای خشک شده نمونه ها، عصاره متانولی تهیه و فعالیت آنتی اکسیدانی آنها را در سیستم های مدل اسید لینولئیک بررسی نمودند. فعالیت ضد رادیکالی عصاره های بدست آمده را نیز با استفاده از سیستم مدل حاوی رادیکال DPPH ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد شاهی بیشترین (11/62 درصد) و ریحان کمترین (4/42 درصد) بازده استخراج داشتند. هم چنین در سیستم مدل امولسیون اسید لینوئیک مشخص شد عصاره متانولی ترخون بیشترین کارایی را در پیشگیری از اکسایش از خود بروز داد. (طول دوره القاء معادل 60/3 ساعت در مقایسه با 13/4 ساعت برای نمونه شاهد). در سیستم حاوی DPPH نعناع و ترخون بالاترین فعالیت را از خود نشان دارند. به طوریکه کمترین مقدار IC50 (219 میکروگرم در میلی لیتر) به نعناع تعلق داشت. این مقدار حتی از میزان IC50 ترکیب سنتزی BHT نیز کمتر بود. هر چند بین نعناع، BHT و ترخون اختلاف معنی دار مشاهده نشد. در مجموع مشخص شد عصاره متانولی ترخون و نعناع بالاترین میزان فعالیت ضد رادیکالی و آنتی اکسیدانی را دارا بود(3).

سوجا و همکاران[2]، 2004 فعالیت آنتی اکسیدانی پلی فنل های عمده روغن کنجد را با آنتی اکسیدان سنتزی BHA با روش DPPH مقایسه کردند. نتایج نشان داد که سرعت بی رنگ شدن رادیکال DPPH توسط سزامول بسیار بیشتر از BHT (تقریباً 11 برابر) است. با این وجود سرعت بی رنگ شدن رادیکال DPPH توسط دیگر گونه های فنلی روغن کنجد (سزامین، سزامولین، و سزامینول) نسبت به BHT تفاوت زیادی ندارد (25).

**آزمایش شاخص پایداری اکسیداتیو OSI**

میزان OSI در میان روش های استخراجی بین 7/23-5/55 ساعت متغیر بود. و در بین روش های مختلف، روش اتانل-فراصوت بیشترین و روش آبی کمترین میزان OSI را دارا بود. میزان شاخص پایداری اکسیداتیو نمونه شاهد یعنی روغن حاوی BHT ، 4/1 بود که کمتر از روش های استخراجی استفاده شده می باشد. که دلیل آن، مقادیر بالای توکوفرول ها و ترکیبات فنولیک موجود در عصاره می باشد که توانسته است منجر به پایداری روغن شود.

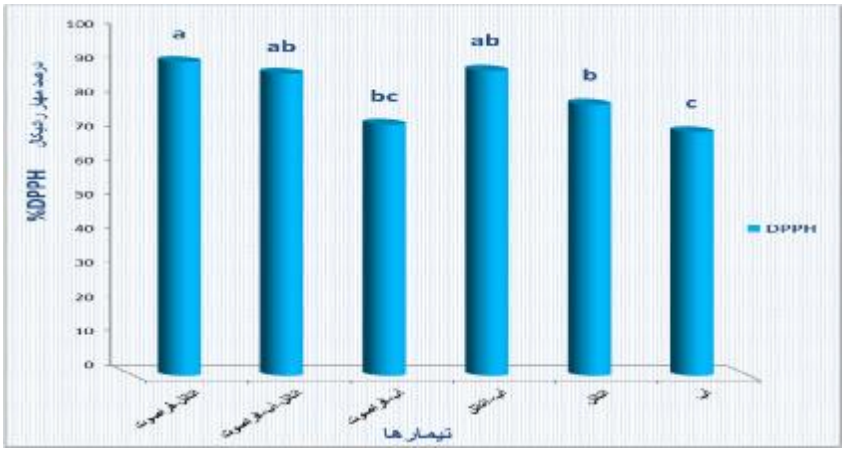
انوار و همکاران[3]، 2005 نیز در شرایطی مشابه کمیتهای 5/99 تا 7/40 ساعت را برای نمونه های مختلف روغن سبوس برنج اندازه گیری کرده اند. همانگونه که دیده میشود اعداد گزارش شده در رنج اعداد این تحقیق می باشد (6).

فرج و همکاران[4]، 2004 تاثیر عصاره های فنلی حاصله از گیاه زیتون را بر روی پایداری روغن آفتابگردان بررسی کردند که تاثیر آن در مقایسه با BHT جهت پایدار سازی روغن آفتابگردان بیشتر بود(12).

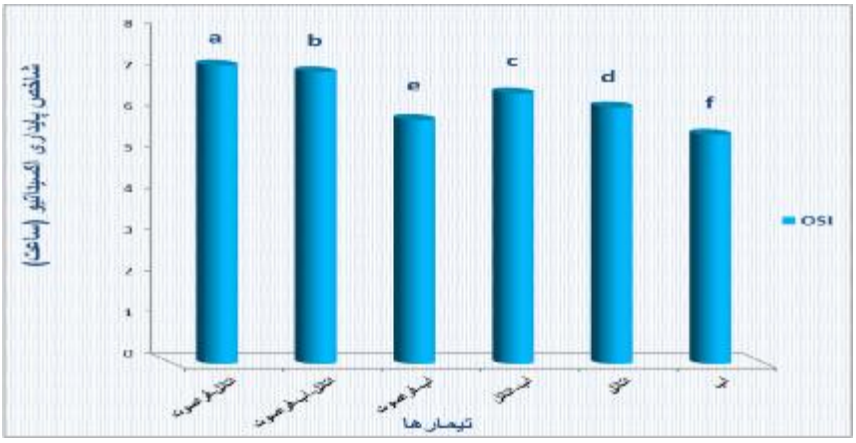
سوجا و همکاران[5]، 2004اثر آنتی اکسیدانی عصاره متانولی کنجد را در روغنهای سویا،آفتابگردان،گلرنگ بررسی نمودند که نتیجه گرفتند در غلظتهای متفاوت(کمتر از 100ppm) ، عصاره کنجد در شرایط ذخیره سازی در دمای 60 درجه سانتیگراد، موثرتر از آنتی اکسیدان BHT در غلظت 200ppm جهت پایداری اکسایشی روغنها عمل نمودند (24).

[1] Butsat, S.

[2] Suja, K.P.
[3] Anwar, F.
[4] Farag , R.S.
[5] Suja, K.P.




شکل 4- اثر نوع حلال و فراصوت بر میزان خاصیت آنتی رادیکالی عصاره فلفل قرمز ایرانی حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).




شکل 5- اثر نوع حلال و فراصوت بر شاخص پایداری اکسیداسیونی عصاره فلفل قرمز ایرانی حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).

## 4-نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق در بین روش های مختلف مورد استفاده جهت عصاره گیری از فلفل قرمز، بین روش های استخراجی اتانل- فراصوت، اتانل- آب- فراصوت و آب- اتانل از نظر استخراج ترکیبات فنولی و توکوفرولی و مهار رادیکال های DPPH از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد. با این وجود در قدرت مهار اکسیداسیون لینولئیک اسید هر چند بین روش های اتانل- فراصوت و اتانل-آب- فراصوت تفاوت معنی داری از نظر آماری وجود ندارد ولی بین این روش ها و روش آب- اتانل اختلاف معنی دار است. از طرفی بین این سه روش از نظر شاخص پایداری اکسیداسیونی تفاوت معنی داری وجود دارد.

در مجموع می توان نتیجه گیری نمود که در بین روش های مختلف عصاره گیری از فلفل قرمز روش اتانل- فراصوت روش مناسب تری از نظر استخراج ترکیبات با خاصیت آنتی اکسیدانی است و فلفل قرمز منبعی غنی از توکوفرول ها و ترکیبات فنولی می باشد و دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی است و می تواند علاوه بر صنعت غذا، در صنایع پزشکی، دارویی و آرایشی- بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد.

## 5-منابع


1- شریعتی، ا.، پردلی، ح.ر.، خادمیان، آ.ن.، آیدانی، م.، 1389، ارزیابی پتانسیل عصاره گونه های *Capsicum annuum* و *Capsicum frutescens* (فلفل قرمز)، علیه سویه های استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم؛ فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی، 5(1) ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

2- صمد لوئی، ج.، عزیزی، م.، برزگر، م.،(1386)، اثر آنتی اکسیدانی ترکیبات فنولیک هسته انار بر روغن سویا، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، 14(4).

3- گلی موحد، غ.، مهربان سنگ آتش، م.، 1387، مقایسه خواص انتی اکسیدانی و ضد رادیکالی عصاره متانولی سبزی های برگی خوراکی، فصلنامه گیاهان دارویی، 1(29).

4- مقدم نیا، ع.، حیدری، ب.، پورهادی، م.، برادران، م.، 1382، مقایسه اثرات درمانی پماد حاوی ماده مؤثره فلفل قرمز و ژل دیکلوفناک را در درمان استئوآرتریت تک مفصلی؛ مجله *دانشگاه علوم پزشکی بابل*،سال پنجم،شماره3، بابل، مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل

5- Aguilar-Garcia, C., Gavino, G., Baragaő-Mosqueda, M., Hevia, P., & Gavino, V. C. 2007. Correlation of tocopherol, tocotrienol, -oryzanol and total polyphenol content in rice bran with different antioxidant capacity assays. *Food Chemistry*, 102, 1228–1232.

6- Anwar, F., Anwer, T., & Mahmood, Z., 2005.Methodical characterization of rice bran oil from Pakistan, Grasasy acietes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56,126-134.

7- Butsat, S., Siriamornpun, S., 2010. Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 85, 243-247

8- Chan. K. M, Decker. E. A, Means. W. J., 1993.Extraction and activity of carnosine. a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *Journal of Food Science*, 58: 1-4.

9- Chen. M. H, Bergman. S. J., 2005.Arapid procedure for analyzing rice bran tocopherol, tocotrienol and γ-oryzano; contents, *Journal of Food Composition and Analysis*,18: 319-331.

10- Coppen, D. P. 1983. Use of antioxidants. In: Rancidity in Foods. Allan, J.C., and Hamilton, R.J., Applied Science, London

11- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. 2003. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueos extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83, 255 – 262.

12- Farag, R.S. El-Baroty .G. S. Basuny. A. M. 2002. The influence of phenolic extracts obtained from the olive plant (cvs. Picual and Kronakii), on the stability of sunflower oil. *International Journal of Food Science & Technology*. 38:81-87.

13- Farhoosh. R., esmaeilzade kenari.R. 2009. Anti- Rancidity of sesame and Rice bram oil on canola oil during deep frying. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 86. 539-544.

14- Gorinstein, S. Park, S.P. Heo, B.G. Namiesnik, J. Leontowicz, H. Leontowicz, M. Ham, K.S. Cho, J.Y. 2009. Acomparative study of phenolic compounds and antioxidant and antiproliferative activities in frequently consumed raw vegetables. *European Food Research Technology* 228:903-911.

15- I. Gil, M. Marin, A. Ferreres, F. Tomas-Barberan, F.A. 2009.Characterization and Quantitation antioxidant constituents of sweet pepper(capsicum annuum L.). Department of Food Science and Technology. Murcia, Spain.

16- Iqbal, S., Bhanger, M. I., & Anwar, F. 2005. Antioxidant properties and componentsof some

commercially available varieties of rice bran in Pakistan. *Food Chemistry*, 93, 265–272

17- Iqbal, S., Bhanger, M.I. 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry*, 100, 246 - 254.

18- Juntachote, T., Berghofer, E. (2005). Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. *Food Chemistry*, 92, 193 – 202.

19- Kukic, J. Popovic, V. Petrovic, S. Muneagi, P. Ciric, A. Stojkovic, D. and sokovic , M. 2008. Antioxidant and antimicrobical activity of cynera cardunculus extracts. *Food chemistry*, 107: 867-868.

20- Lai. P, Li. K.Y., Lu. S., Chen. H. 2009. Phytochemicals and antioxidant properties of solvent extracts from Japonica rice bran..*Food Chemistry*, 117: 538–544.

21- Namiki, M., 1990. Antioxidants/antimutagens in food. Crit. Rev. *Food Science and Nutrition. 29:273.*

22- Niu, H. Huang, W. Jia, Z. Wang, J. Xue, A. 2009. Optimised ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from Folium eucommiae and evalution of antioxidant activity in multi-test systems in vitro. *Food Chemistry*114. 1147-1154.

23- Sikwese, F.E., Duodu, K.G. 2007. Antioxidant effect of a crude phenolic extract from Sorghum bran in sunflower oil in the presence of ferric ions. *Food Chemistry*.10, 32-331.

24- Suja,K.P., Abraham,J.T., Thamizh,S.N., Jayalekshmy, A and Arumughan, C. 2004. Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. *Food Chemistry*, 84, 393-400.

25- Suja, K.P., jJayalekshmy, A. and Arumughan, Cc. 2004. Free radical scavenging behavior antioxidant compounds of sesame (sesamum indicuml) in DPPH system. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 52: 912-915.

26- Wong, W., M.L., Timms R.E and Goh E.M, 1988. Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *Journal of American Oil Chemistry Society*,.65:253-261.

27- Yen. G.C, Duh, P.D., 1994. Scavenging effect of methanolice extract of peanut hull of free radical and active oxygen species. *Food Chemistry*,. 42:629-639.

28- Yin. M. C, Cheng. W. S., 1997. Oxymyoglobin and lipid oxidation in phosphatidylcholine liposomes retarded by α-tocopherol and β-caroten *Journal of Food Science* 62:1095-1097.

29- Zhuang, Y. Chen, L. Sun, L. Cao, J. 2012. Bioavtive charavteristics and antioxidant activities of nine peppers. *Journal of Functional Foods* 4. 331-338.