

بررسی تاثیر عصاره حاصل از جوانه معمولی و قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک سه رقم مختلف گندم کشت شده در ایران بر پایداری اکسایشی روغن سویا

جواد توکلی^{۱*}، جواد خانی^۲، محمد شهروزی^۳

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، فارس، ایران.

۲- کارشناس ارشد صنایع غذایی و مدیر تولید شرکت آرد خوشه، ساری، مازندران.

۳- استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جهرم، جهرم، فارس، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۳۱)

چکیده

در تحقیق حاضر، اثر امواج اولتراسونیک بر فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره آبی- اتانولی (۵۰:۵۰) جوانه رقمهای گندم تجن، N8019 و مروراید بررسی شد. نتایج نشان داد که امواج اولتراسونیک باعث افزایش میزان ترکیبات پلی فنلی و توکوفرولی شد، اگرچه اثر آنها بر استخراج ترکیبات پلی فنلی خیلی بهتر بود. میزان ترکیبات پلی فنلی عصاره جوانه‌های گندم تجن، N8019 و مروراید به ترتیب ۶۷۹، ۷۸۳ و ۵۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود، که بعد از به کار بردن امواج اولتراسونیک میزان این ترکیبات به ترتیب به ۷۷۷، ۸۹۱ و ۵۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافت. همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی (آزمونهای مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و رنسیمت) تیمارهای مختلف نشان داد که بهترین نمونه، عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 تحت فرایند اولتراسونیک و بعد از آن به ترتیب ۱۰۰ پی‌پی‌ام TBHQ، عصاره جوانه گندم تجن تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروراید تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروراید تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره‌های معمولی جوانه گندم N8019 و تجنوعصاره معمولی گندم مروراید (۷۸،۹ درصد) قرار داشتند. بررسی نتایج نشان داد که ارتباط قوی بین میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی عصاره مختلف استخراج شده از جوانه گندم و قدرت آنتی اکسیدانی آنها وجود دارد. همچنین نتایج آزمون گرمخانه گذاری (به عنوان یک آزمون معتبر) در ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ روز نشان داد که TBHQ با اختلاف معنی‌داری بهترین تیمار جهت افزایش پایداری اکسایشی روغن سویا بود و بعد از آن به ترتیب عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 قرار گرفته تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم تجن تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروراید تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره‌های معمولی جوانه گندم N8019 و تجن و عصاره معمولی گندم مروراید قرار داشتند.

کلید واژگان: جوانه گندم، عصاره آبی- اتانولی، ترکیبات پلی فنلی، پایداری اکسایشی، فعالیت آنتی اکسیدان

*مسئول مکاتبات: javadtavakoli@jahromu.ac.ir

۱- مقدمه

گرفتن اینکه، تعداد زیادی از رقمهای گندم در کشور کشت می‌شود و در مورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها مطالعات کمی صورت گرفته است، لذا در تحقیق حاضر به بررسی تاثیر عصاره جوانه معمولی و قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک سه رقم گندم تجن، N8019 و مرارید بر پایداری اکسایشی روغن سویا پرداخته شد که از آنتی‌اکسیدان سنتزی و قدرتمند TBHQ به عنوان شاهد استفاده گردید.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

جوانه گندم رقمهای تجن، N8019 و مرارید از کارخانه آرد خوشه ساری تهیه شد. روغن آفتابگردان بدون آنتی‌اکسیدان نیز از کارخانه غنچه ساری تهیه گردید. نمونه های اشاره شده تا زمان آزمایشات در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد. همه استانداردها، مواد شیمیایی و حلالهای مورد استفاده در این تحقیق از دو کمپانی مواد شیمیایی سیگما و مرک تهیه گردید.

۲-۲- تهیه عصاره آبی- اتانولی جوانه گندم

به منظور تهیه عصاره، ابتدا جوانه گندم، در آن تحت خلا و با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت تا فرایند خشک شدن نمونه‌ها صورت گیرد. سپس جوانه گندم خشک شده به کمک آسیاب پودر شد و با حلالهای آب- اتانول (۵۰:۵۰) مخلوط شد و عمل استخراج عصاره‌ها به مدت یک ساعت صورت گرفت. در برخی تیمارها، نمونه خشک شده جوانه گندم به مدت ۲۰ دقیقه در حمام اولتراسوند (DT 102H, Bandelin, Germany) با دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و فرکانس ۲۰ کیلو هرتز تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفتند و سپس فرایند استخراج عصاره به صورت ذکر شده انجام شد [۷].

۲-۳- ترکیبات پلی فنلی^۱ و توکوفرولی^۲ کل

مقدار ترکیبات پلی فنلی کل به روش توضیح داده شده توسط Sfahlan و همکاران براساس اسید گالیک تعیین شدند [۱۰]. در این روش از معرف فولین سیوکالچو استفاده شد. مقدار ترکیبات توکوفرولی کل روغنهای مطالعه شده نیز به

امروزه تحقیق در مورد شناسایی فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان مختلف، در سطح جهان رو به گسترش است. رادیکالهای آزاد به خاطر آسیب به سلولهای بیولوژیک بدن، باعث بروز بسیاری از بیماری‌ها در انسان‌ها می‌شوند [۱]. با استفاده از آنتی‌اکسیدانها می‌توان اثرات زیان‌آور رادیکالهای آزاد را کاهش داد و باعث جلوگیری از بیماریهای ناشی از آنها شد [۲]. با توجه به مشکلات بیماری‌زایی از جمله ایجاد سرطان، استفاده از آنتی‌اکسیدانهای سنتزی در جهان رو به کاهش و استفاده از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی رو به افزایش است. اما استفاده از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی دارای مشکلات مختلف از جمله نداشتن فعالیت مناسب در طول زمان و دماهای بالا و عدم صرفه اقتصادی استخراج آنها می‌باشد. بنابراین شناسایی آنتی‌اکسیدانهای طبیعی مناسب و کاربردی، از اهداف مهم پژوهشگران است. یکی از محصولات جانبی کارخانجات تولید آرد، جوانه گندم می‌باشد که به‌طور معمول جهت تغذیه حیوانات و مصارف غیرانسانی استفاده می‌شود [۳]. این در حالی است که جوانه گندم منبع غنی از اسید آمینه لیزین، ویتامینهای ریوفلاوین، تیامین و E، ترکیبات پلی فنلی، فیتواسترونها، اسیدفرولیک و چربیهای غیراشباع می‌باشد [۴]. در تحقیقی که توسط مقیمی انجام شد، مشخص گردید که استفاده از جوانه گندم در فرمولاسیون کیک روغنی باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول نهایی به صورت خطی شد [۳]. همچنین در تحقیقی دیگر، تاثیر فرآیند حرارتی خشک، بر ویژگیهای تغذیه‌ای و فیزیکی شیمیایی جوانه گندم به عنوان یک مکمل غذایی فراسودمند بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که طی فرآیند حرارتی میزان ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی جوانه گندم کاهش، در حالیکه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها به طور معنی‌داری افزایش یافت [۵]. Mahmoud و همکاران ثابت کردند که روغن جوانه گندم دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسب می‌باشد و می‌تواند در جلوگیری از بیماریهای مختلف موثر باشد [۶]. یکی از راه‌های افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، استفاده از دستگاه اولتراسونیک است که اگر در شرایط بهینه استفاده شود، باعث استخراج بیشتر آنتی‌اکسیدانها به ویژه ترکیبات فنلی می‌شود و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها را به دنبال دارد [۷-۹]. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده و با در نظر

1. Total phenolics content (TP)

2. Total tocopherols content (TT)

با استفاده از ۲- پروپانول و ۴،۲- دکادیانال به ترتیب به عنوان حلال و استاندارد تعیین شد [۱۶].

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. میانگین ها با نرم افزار MStatC و بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ($p < 0/05$) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم گردیدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- فعالیت آنتی اکسیدانی

جدول ۱ اثر امواج اولتراسونیک بر میزان استخراج ترکیبات پلی فنلی و توکوفرولی عصاره آبی- اتانولی جوانه سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید را نشان می دهد. همانگونه که مشخص است از نظر آماری به کار بردن امواج اولتراسونیک، باعث افزایش استخراج ترکیبات پلی فنلی جوانه های سه رقم گندم شد، در حالیکه انجام این فرایند اثر معنی داری بر میزان ترکیبات توکوفرولی آنها نداشت. بیشترین میزان ترکیبات پلی فنلی در عصاره استخراج شده جوانه گندم N8019، که تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفت، مشاهده شد و بعد از آن به ترتیب عصاره جوانه گندم N8019 معمولی (بدون استفاده از امواج اولتراسونیک)، عصاره جوانه گندم تجن قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم تجن معمولی، عصاره جوانه گندم مروارید قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک و عصاره جوانه گندم تجن معمولی قرار داشتند. به صورت کلی بیشترین میزان ترکیبات پلی فنلی در عصاره های جوانه گندم N8019 مشاهده شد و بعد از آن به ترتیب عصاره های حاصل از جوانه های رقمهای تجن و مروارید قرار داشتند. همچنین مشخص شد که میزان ترکیبات توکوفرولی نیز در عصاره های استخراج شده جوانه های گندم رقمهای تجن و مروارید (از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند) بیشتر از عصاره های جوانه گندم N8019 بود. به صورت کلی دامنه تغییرات ترکیبات پلی فنلی بین عصاره های جوانه های رقمهای مختلف گندم با و بدون استفاده از امواج اولتراسونیک نسبت به ترکیبات توکوفرولی کاملاً گسترده تر بود.

روش Wong و همکاران بر اساس آلفا- توکوفرول تعیین شدند [۱۱].

۲-۴- اندازه گیری قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH^۳ و قدرت احیا کنندگی آهن (FRAP)^۴

قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH روغنهای مطالعه شده در این پژوهش به روش توضیح داده شده توسط Siger و همکاران تعیین شد [۱۲]. قدرت احیا کنندگی آهن (FRAP) و عصاره های مختلف نیز به روش توضیح داده شده توسط Benzie و استرین اندازه گیری گردید [۱۳].

۲-۵- آزمون رنسیمت

برای اندازه گیری شاخص اکسایش پذیری نمونه های روغن از دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ استفاده شد. برای هر آزمون، ۳ گرم نمونه روغن لازم بود و دما و سرعت جریان هوا در این دستگاه به ترتیب ۱۲۰ درجه سانتیگراد و ۱۵ لیتر بر ساعت تنظیم شد [۱۴].

۲-۶- کمی کردن نتایج با محاسبه اثر آنتی-

اکسیدانی نسبی

به منظور تفسیر بهتر نتایج حاصل از قدرت آنتی اکسیدانی تیمارهای مختلف، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نسبی هر عصاره، از فرمول ذیل محاسبه شد:

$$\text{اثر آنتی اکسیدانی نسبی} = \frac{100 \times \text{میزان فعالیت آنتی اکسیدانی هر تیمار در آزمون مورد نظر}}{\text{میزان فعالیت آنتی اکسیدانی TBHQ در آزمون مورد نظر}}$$

به کمک این فرمول مشخص می شود که میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های مختلف چند درصد فعالیت آنتی اکسیدانی TBHQ به عنوان یک آنتی اکسیدان رایج است.

۲-۷- عدد پراکسید و عدد کربونیل

روش اسپکتروفتومتری توضیح داده شده توسط شاتتاودکر برای تعیین عدد پراکسید استفاده گردید [۱۵]. عدد کربونیل روغن نمونه شاهد به روش توضیح داده شده توسط اندو و همکاران

3. 2,2- Diphenyl-1-picrylhydrazyl
4. Ferric reducing activity of plasma

Table 1 Amount of total polyphenolic and tocopherol compounds (mg/kg) aqueous-ethanolic extract (50:50) of wheat germ of Tajan, N8019 and Morvarid cultivars without and under the ultrasonic process.*

Total tocopherol compounds		Total polyphenolic compounds		Cultivar
Under ultrasonic process	Without ultrasonic process	Under ultrasonic process	Without ultrasonic process	
272±4 Aa	278±5 Aa	777±5 Ab	679±10 Bb	Tajan
246±3 Ab	238±6 Ab	891±6 Aa	783±8 Ba	N8019
272±5 Ab	264±8 Aa	593±7 Ac	545±7 Bc	Morvarid

Means±SD within a row with the same lowercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

Means±SD within a column with the same uppercase letters are not significantly different at $p < 0.05$.

شده جوانه گندم تجن معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته (به ترتیب ۶۵ و ۶۶ درصد) (از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو نمونه وجود نداشت)، عصاره معمولی جوانه گندم N8019 و عصاره جوانه گندم مروارید قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک (به ترتیب ۶۴ و ۶۳) (از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو نمونه وجود نداشت) و عصاره معمولی استخراج شده جوانه گندم مروارید (۶۲ درصد) قرار داشتند.

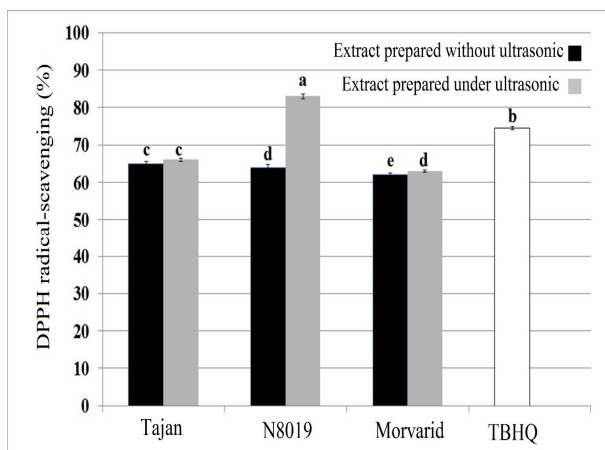


Fig 1 Amount of DPPH radical-scavenging of different aqueous-ethanolic extract (50:50) (800 ppm) of wheat germ and TBHQ. Means±SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

با توجه به نتایج این آزمون مشخص شد عصاره های مختلف جوانه سه رقم گندم می توانند به عنوان یک آنتی اکسیدان اولیه موثر معرفی شوند که در جلوگیری از تخریب رادیکالهای آزاد به صورت مفیدی فعالیت می کنند. این نتایج از این جهت حائز اهمیت است که TBHQ به عنوان یکی از قویترین آنتی-اکسیدانها در صنعت غذا شناخته شده است و اثرات ضد سلامتی انسان آن اثبات شده است [۲۲]. همچنین معلوم شد که اثر امواج اولتراسونیک بر میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد، به جز در جوانه گندم N8019 باعث تفاوت قابل توجه در نتایج نشد. در تحقیقی که توسط توکلی و همکاران در مورد اثر

در تحقیقی که توسط Tavakoli و همکاران در مورد فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های آبی- اتانولی پوست کدو صورت گرفت، مشخص شد که با استفاده از امواج اولتراسونیک میزان ترکیبات پلی فنلی در عصاره های کدو افزایش یافت در حالیکه در مورد استخراج ترکیبات توکوفرولی اختلاف معنی داری ایجاد نشد [۷]. همچنین در تحقیقی دیگر، Muñiz- Márquez و همکاران با تغییر شرایط استخراج عصاره از *Laurus nobilis L* از جمله زمان فرایند اولتراسونیک، میزان ترکیبات پلی فنلی موجود در عصاره را از ۳,۵۲ میلی گرم بر گرم گیاه به ۱۷,۳۲ میلی گرم بر گرم افزایش دادند [۱۷]. در برخی تحقیقات، نتایج متفاوتی در مورد اثر امواج اولتراسونیک بر استخراج ترکیبات فنلی گزارش شده است. در مطالعه ای که Goli و همکاران (۲۰۰۵) انجام دادند، مشخص شد که کاربرد امواج اولتراسونیک اثر معنی داری بر میزان ترکیبات فنلی عصاره آبی و متانولی پوست *Pistachia vera* ندارد [۱۸]. در تحقیقات گذشته ثابت شده است که استفاده از امواج اولتراسونیک در بازهدمایی ۴۵ تا ۶۰ درجه سانتیگراد میتواند باعث افزایش راندمان استخراج ترکیبات زیست فعال شود. به این خاطر که اثرات حرارتی و کاویتاسیون ایجاد شده در فاز مایع در طی امواج فراصوت، منجر به تخریب دیواره سلولی و کاهش اندازه ذرات و در نهایت افزایش افزایش راندمان استخراج ترکیبات زیست فعال میشود. در صورتیکه استفاده از دماهای بالاتر منجر به تبخیر حلال و آسیب به ترکیبات زیست فعال میشود [۱۹-۲۱].

میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH ۸۰۰ پی پی ام عصاره های آبی - اتانولی جوانه سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید و ۱۰۰ پی پی ام TBHQ در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است بهترین نمونه عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 تحت فرایند اولتراسونیک (۸۳ درصد) شناخته شد و بعد از آن به ترتیب آنتی اکسیدان TBHQ (۷۴,۵ درصد)، عصاره های استخراج

گرفت مشخص شد استفاده از این امواج حتی دارای اثر منفی بر آزمون بی رنگ شدن بتاکاروتن است [۷].

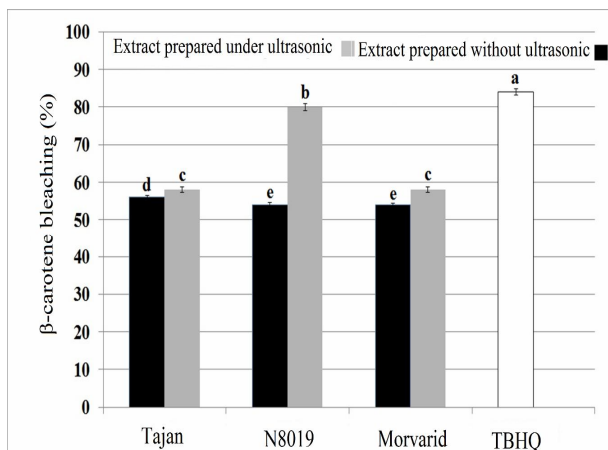


Fig 2 Amount of β -carotene bleaching of different aqueous-ethanolic extract (50:50) (800 ppm) of wheat germ and TBHQ. Means \pm SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

طاهانژاد و همکاران در تحقیقی که در مورد ارزیابی فعالیت آنتی رادیکالی عصاره پنیرک (*Malva sylvestris* L.) صورت گرفت گزارش کردند که در آزمون بی رنگ شدن بتاکاروتن، فعالیت حذف کنندگی رادیکال توسط BHA (۷۴ تا ۷۸ درصد) بیشتر از عصاره های آبی پنیرک (۱۲٫۹ تا ۵۲٫۶ درصد) بود [۲۵].

اثر ۸۰۰ پی پی ام عصاره های مختلف استخراج شده از جوانه های سه رقم مختلف گندم و ۱۰۰ پی پی ام TBHQ بر شاخص پایداری اکسایشی روغن تخلیص شده آفتابگردان در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد در شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است، بیشترین اثر بر شاخص پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان مربوط به عصاره حاصل از جوانه گندم N8019 تحت امواج اولتراسونیک و TBHQ (به ترتیب ۴٫۸۸ و ۴٫۸۲ ساعت که اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد) بود و بعد از آن به ترتیب عصاره های حاصل از جوانه های گندم تجن و مروارید تحت امواج اولتراسونیک و عصاره معمولی جوانه گندم N8019 (بین ۴٫۴۹ تا ۴٫۶ ساعت) و عصاره های معمولی جوانه های گندم تجن و مروارید (به ترتیب ۴٫۲۵ و ۴٫۳ ساعت) قرار داشتند.

با توجه به اینکه میزان شاخص پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان 3.7 ± 0.1 ساعت تعیین شد، این نتیجه حاصل می شود که عصاره های اضافه شده باعث افزایش پایداری اکسایشی این روغن بین ۱۴٫۹ تا ۳۱٫۹ درصد شدند، در حالیکه میزان افزایش این شاخص با استفاده از TBHQ ۳۰٫۳ درصد بود.

امواج اولتراسونیک بر فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره آبی-اتانولی پوست کدو انجام شد، مشخص گردید امواج اولتراسونیک باعث تفاوت معنی دار در میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره پوست کدو سبز نگردید که با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی داشت [۷].

Mahmoud و همکاران میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره هگزانی جوانه گندم را بررسی کردند و مقدار این شاخص را در غلظت ۸۰۰ پی پی ام عصاره، ۶۳ درصد گزارش کردند که به میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد تمامی عصاره ها به جز عصاره جوانه گندم N8019 تحت فرآیند اولتراسونیک نزدیک بود. همچنین در این تحقیق مشخص شد که در آزمون مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH، بین عصاره هگزانی جوانه گندم و آنتی اکسیدانهای سنتزی BHT و BHA اختلاف معنی داری وجود نداشت [۶].

Hesam و همکاران ظرفیت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره متانولی (۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر) سه رقم سیب زمینی ساوالان، اگریا و سانته را به ترتیب ۹۲٫۸۹، ۹۴٫۱ و ۹۱٫۳۶٪ گزارش کردند [۲۳]. Wan و همکاران گزارش کردند که بین میزان ترکیبات پلی فنلی و قدرت مهار کنندگی رادیکالهای آزاد همبستگی خوبی وجود دارد [۲۴]. در تحقیقات دیگر نیز مشخص شد که استفاده از امواج اولتراسونیک باعث افزایش استخراج ترکیبات پلی فنلی و در نتیجه افزایش میزان مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره *Laurus nobilis* L شد [۱۷].

شکل ۲ میزان بازدارندگی در برابر تغییر رنگ بتاکاروتن ۸۰۰ پی پی ام عصاره های آبی - اتانولی جوانه های گندم تجن معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته، گندم N8019 معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته و گندم مروارید معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته و ۱۰۰ پی پی ام TBHQ را نشان می دهد که به ترتیب ۵۶، ۵۸، ۵۴، ۸۰، ۵۴، ۵۸ و ۸۴ درصد تعیین شد. همانند آزمون مهار کنندگی رادیکال آزاد، در بین عصاره های مختلف جوانه های گندم، بهترین نمونه عصاره حاصل از گندم N8019 تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته بدست آمد که بعد از TBHQ قرار داشت. میزان اثر عصاره های مختلف جوانه های سه رقم گندم در این آزمون بین ۶۴٫۳ تا ۹۵٫۲ درصد آنتی اکسیدان قدرتمند TBHQ بود. همچنین نتایج این آزمون نشان داد که در بین جوانه سه رقم مختلف گندم، استفاده از امواج اولتراسونیک بیشترین اثر را بر جوانه گندم N8019 داشت. در تحقیقی که در مورد اثر امواج اولتراسونیک بر فعالیت آنتی اکسیدانی پوست کدو صورت

۳-۲- محاسبه اثر آنتی‌اکسیدانی نسبی

با بررسی نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف تحقیق حاضر به صورت کیفی، عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 تحت فرایند اولتراسونیک بهترین نمونه تعیین شد که دارای اثر مشابه ۱۰۰ پی پی ام TBHQ بود و مابقی عصاره‌ها در رتبه بعدی قرار داشتند. با کمی کردن نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف، می‌توان تفسیر بهتری از کیفیت نمونه‌های مورد تحقیق داشت. جدول ۲ میزان اثر آنتی‌اکسیدانی نسبی عصاره‌های مختلف جوانه گندم در سه آزمون مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و رنسیمت و اثر آنتی‌اکسیدانی نسبی میانگین آنها را نشان می‌دهد. همانگونه که قبلاً ذکر شد، بهترین نمونه، عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 تحت فرایند اولتراسونیک با اثر آنتی‌اکسیدانی میانگین ۱۰۲٫۷ درصد بود و بعد از آن به ترتیب ۱۰۰ پی پی ام TBHQ (۱۰۰ درصد)، عصاره جوانه گندم تجن تحت فرایند اولتراسونیک (۸۴٫۳ درصد)، عصاره جوانه گندم مروارید تحت فرایند اولتراسونیک (۸۲٫۳ درصد)، عصاره‌های معمولی جوانه گندم N8019 و تجن (به ترتیب ۸۱٫۱ و ۸۰٫۷ درصد) و عصاره معمولی گندم مروارید (۷۸٫۹ درصد) قرار داشتند. اثر آنتی‌اکسیدانی نسبی میانگین عصاره‌های مختلف نشان داد که استفاده از امواج اولتراسونیک باعث افزایش فعالیت آنتی-اکسیدانی عصاره سه جوانه گندم شد گرچه نحوه اثر این امواج کاملاً متفاوت بود و بیشترین و کمترین اثر بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به ترتیب در جوانه گندم N8019 و جوانه مروارید مشاهده شد.

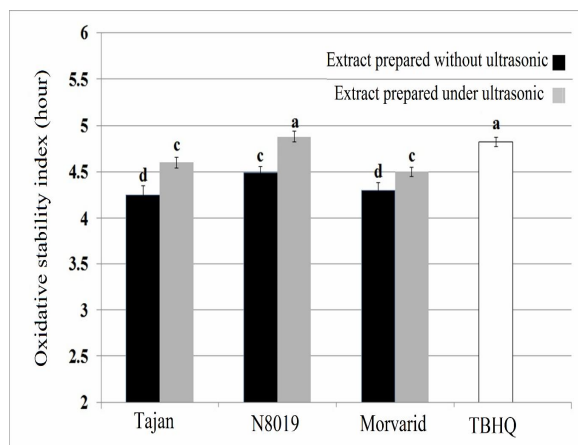


Fig 3 Amount of oxidative stability index of different aqueous-ethanolic extract (50:50) (800 ppm) of wheat germ and TBHQ. Means±SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

در مجموع با توجه به ناخالص بودن عصاره‌های جوانه‌های گندم نسبت به TBHQ نشان از فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسب آنها در روغن آفتابگردان داشت. همچنین بر خلاف دو آزمون قبل، استفاده از امواج اولتراسونیک باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در تمامی عصاره‌های جوانه سه رقم گندم شد که مشابه نتایج حاصل از تحقیق Tavakoli و همکاران در مورد شاخص پایداری اکسایشی عصاره اتانولی آبی پوست کدو در روغن آفتابگردان بود [۷].

در مطالعه ای که توسط Lim و همکاران صورت گرفت، اثر آنتی‌اکسیدانی ۱۰۰ پی پی ام عصاره اتانولی ۱۱۶ گیاه دارویی در روغن پالم و گوشت خوک توسط آزمون رنسیمت ارزیابی شد که عصاره‌های *Paeonia*، *Caesalpinia sappan* L و *Crcumae* و *Dendrobium moniliforme japonica longa* L دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند [۲۶].

Table 2 Amount of relative antioxidant effect (%) of aqueous-ethanolic extract (50:50) of wheat germ of Tajan, N8019 and Morvarid cultivars in DPPH radical-scavenging assay, β -carotene bleaching assay and Rancimat test.*

Treatments	The relative antioxidant effect of different test			The mean relative antioxidant effect
	DPPH radical-scavenging assay	β -carotene bleaching assay	Oxidative stability index	
TBHQ	100±0.00 b	100±0.00 a	100±0.00 b	100±0.00 b
Extracted extract of usual wheat germ (Without ultrasonic process)				
Tajan	87.2±0.08 d	66.7±0.25 e	88.1±2.92 bc	80.7±1.36 e
N8019	85.9±0.38 e	64.3±20 d	93.1±2.38 b	81.1±0.60 e
Morvarid	83.2±0.02 g	64.3±0.13 d	89.1± 0.88 c	78.9±0.26 f
Extracted extract of usual wheat germ under ultrasonic process				
Tajan	88.6±0.02 c	69.1±0.27 c	95.4±2.11 b	84.3±0.62 c
N8019	111.4±0.02 a	95.3±0.11 b	101.3±2.28 a	102.7±0.72a
Morvarid	84.6±0.18 f	69±0.18 f	93.2±0.08 b	82.3±0.07 d

Means±SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

این افزایش، حالت تصاعدی داشت. در بین عصاره مختلف، عصاره حاصل از جوانه گندم N8019 قرار گرفته در برابر امواج اولتراسونیک دارای بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود که علت این حالت، وجود بیشترین مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به خصوص ترکیبات پلی فنلی در این عصاره بود.

۳-۳- آزمون گرمخانه گذاری

نتایج آزمونهای فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که جوانه های سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مطلوب بود. اما برای داشتن اطلاعات کاملتر نیاز به استفاده از عصاره‌های جوانه گندم سه رقم ذکر شده در آزمون گرمخانه گذاری است، تا بتوان اطلاعات کاملتری در مورد اثر آنتی-اکسیدانی آنها بیان کرد. تغییرات عدد پراکسید و عدد کربونیل روغن سویا تحت‌تأثیر ۸۰۰ پی پی ام عصاره‌های آبی-اتانولی مختلف جوانه سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید و ۱۰۰ پی پی ام TBHQ طی ۲۴ روز نگهداری در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد در جدول ۳ و ۴ آورده شده است. اندازه گیری هیدروپراکسیدها از جمله رایج ترین و قدیمی ترین آزمونهای اندازه گیری پیشرفت اکسایش لیپیدی است.

به منظور بررسی رابطه بین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عصاره های مختلف و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها نمودار تغییرات مجموع ترکیبات توکوفرولی و پلی فنلی عصاره های مختلف در برابر اثر آنتی اکسیدانی نسبی میانگین آنها رسم شد (شکل ۴).

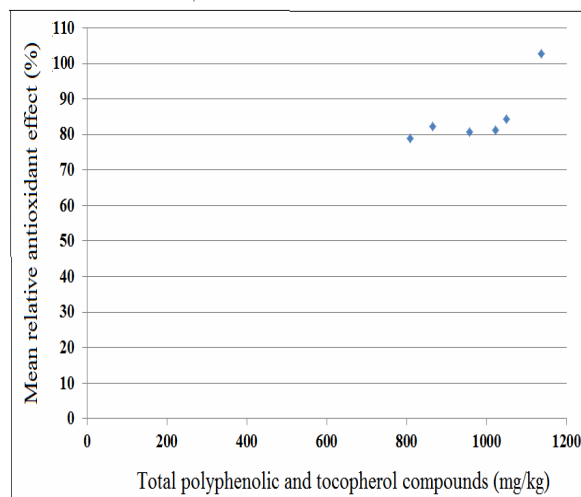


Fig 4 Correlation between mean relative antioxidant effect of different aqueous-ethanolic extract of wheat germ against their total polyphenolic and tocopherol compounds.

همانگونه که مشخص است با افزایش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در عصاره ها، اثر آنتی‌اکسیدانی نسبی میانگین آنها افزایش یافت که در غلظتهای بالا آنتی‌اکسیدانها،

Table 3 Changes in the peroxide value (meq O₂/kg oil) of pure soybean oil as affected by 800 ppm of aqueous-ethanolic extract (50:50) of different wheat germ (Tajan, N8019 and Morvarid cultivars) during 24 day storage at 60 °C.

Time (day)	Pure soybean oil	Soybean oil samples contain usual extract of wheat germ			Soybean oil samples contain usual extract of wheat germ under ultrasonic process			Soybean oil contain TBHQ
		Tajan	N8019	Morvarid	Tajan	N8019	Morvarid	
0	0.5±0.1 a	0.51±0.1 a	0.52±0.1 a	0.52±0.1	0.54±0.08 a	0.51±0.1 a	0.5±0.1 a	0.51±0.1 a
4	2.5±0.2 a	2.8±0.1 b	2.2±0.1 cd	2.4±0.2 bc	1.8±0.1 de	1.8±0.2 de	2±0.1 d	1.2±0.1 f
8	5.2±0.3 a	4.6±0.2 b	4.2±0.2 b	4.4±0.3 b	3.6±0.1 c	2.8±0.1 d	3.4±0.2 c	1.5±0.2 e
12	9.4±0.3 a	7±0.3 b	5.8±0.2 c	5.6±0.3 c	4.4±0.2 d	3.2±0.2 e	4.2±0.3 d	2.25±0.2 f
16	17.7±0.4 a	9.8±0.4 b	7.6±0.5 d	8.1±0.5 c	6.5±0.5 e	5.4±0.3 f	6±0.2 e	4.2±0.4 g
20	23.1±0.4 a	13.1±0.6 b	10.5±0.7 c	10.9±0.6 c	8.2±0.4 d	6.9±0.6 e	8±0.4 d	5.7±0.2 f
24	28.9±0.6	15.6±0.5 b	13.4±0.7 c	14.1±0.5 c	11.2±0.6 d	8.6±0.8 f	10.4±0.4 e	6.9±0.5 g

Means±SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

گرفته و گندم مروارید معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته و ۱۰۰ پی پی ام TBHQ پس از پایان دوره گرم‌خانه گذاری به ترتیب به ۵۷٫۸، ۳۰٫۶، ۲۰٫۷، ۲۵٫۸، ۱۶٫۹، ۲۷٫۱، ۲۰٫۸ و ۱۳٫۵ برابر مقدار اولیه خود در لحظه صفر رسید که نشان می‌دهد همه تیمارهای به کار رفته باعث کاهش سرعت تولید هیدروپراکسیدها در مقایسه با روغن سویا خالص شد. با توجه به این آزمون، بهترین تیمار در به تعویق انداختن اکسایش اولیه، آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ بود و بعد از آن

هیدروپراکسیدها محصولات اکسایش اولیه لیپیدها هستند و مقدار آنها طی فرایند اکسایش، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد [۲۷]. در تحقیق حاضر، عدد پراکسید تمامی نمونه های روغن، دارای روند افزایشی بود (جدول ۳). همانگونه که مشخص است، عدد پراکسید روغن سویای خالص و نمونه‌های روغن حاوی ۸۰۰ پی پی ام عصاره های آبی-اتانولی جوانه-های گندم تجن معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته، گندم N8019 معمولی و تحت امواج اولتراسونیک قرار

کاهش ارزش تغذیه ای غذاهای سرخ شده هستند [۲۷]. این ترکیبات در فرایند حرارتی مقاوم تر از هیدرو پراکسیدها هستند و به همین دلیل عدد کربونیلک شاخص مناسب برای ارزیابی تغییرات اکسایشی در روغنهای طی فرایند حرارتی میباشد. در تحقیق حاضر همانند آزمون پراکسید، روند تغییرات عدد کربونیل تمامی نمونه‌های روغن سویا تا روز بیست و چهارم، افزایشی بود (جدول ۴). همانگونه که مشخص است، کمترین میزان افزایش عدد کربونیل در تیمار حاوی ۱۰۰ پی پی ام TBHQ مشاهده شد (میزان عدد کربونیل نسبت به لحظه صفر ۷,۳ برابر شد) و بعد از آن به ترتیب نمونه‌های روغن حاوی عصاره جوانه گندم N8019 قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروارید و تاجن، قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک، عصاره معمولی جوانه گندمهای N8019 و مروارید و عصاره معمولی جوانه تاجن و روغن سویا خالص بود که میزان عدد کربونیل آنها به ترتیب به ۸,۲، ۸,۸، ۸,۹، ۱۰,۱، ۱۰,۲، ۱۱,۲ و ۲۴,۶ برابر لحظه صفر رسید که نشان می‌دهد همه تیمارهای به کار رفته، باعث کاهش سرعت تولید ترکیبات کربونیلی در مقایسه با روغن سویا خالص شد. بررسی نتایج آزمون عدد کربونیل نشان داد که تا روز شانزدهم بین اثر عصاره‌های معمولی و قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک بر پایداری اکسایشی روغن سویا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مشخص شد که در بین تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی، TBHQ با اختلاف معنی‌داری بهترین آنتی اکسیدان جهت افزایش پایداری اکسایشی روغن سویا بود.

به ترتیب عصاره جوانه گندم N8019 تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفته، عصاره جوانه گندم تاجن و مروارید قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم معمولی، عصاره جوانه مروارید معمولی و عصاره جوانه گندم تاجن معمولی قرار داشتند. همانگونه که مشخص است، عصاره حاصل از نمونه‌های قرار گرفته تحت امواج اولتراسونیک دارای اثر آنتی‌اکسیدانی برتر از عصاره نمونه‌های معمولی بود. روند تغییرات عدد پراکسید در تحقیق حاضر افزایشی بود اما این حالت همیشه وجود ندارد و پس از افزایش ترکیبات هیدروپراکسیدی، ممکن است این ترکیبات کاهش یابند. در تحقیقی که در مورد فعالیت آنتی اکسیدانی روغن پوست بنه انجام شد مشخص گردید، تغییرات عدد پراکسید طی ۱۰ روز گرم خانه گذاری در ۵۰ درجه سانتیگراد در تیمارهای مختلف روغن افتابگردان همانند تحقیق حاضر روند افزایشی داشت و سپس کاهش یافت [۲۸]. نتایج مطالعه ای دیگر نشان داد که طی ۸ ساعت فرایند سرخ کردن روغن نارگیل، تغییرات عدد پراکسید تا ساعت ششم روند افزایشی داشت و سپس حالت کاهشی داشت [۲۹]. بنابراین آزمون پراکسید به تنهایی نمی‌تواند، شدت فساد روغن را تخمین بزند چون این ترکیبات در برابر حرارت ناپایدار هستند و در اثر تجزیه به ترکیبات کربونیلی مانند آلدوئیدها تبدیل میشوند. لذا انجام آزمونهای دیگر مانند آزمون عدد کربونیل، در کنار آزمون پراکسید امری از ماست [۲۷].

ترکیبات کربونیلی مانند آلدوئیدها و کتونها، محصولات اکسایش ثانویه چربیها هستند که از تجزیه هیدروپراکسیدها ایجاد میشوند و عامل اصلی طعم نامطلوب همراه با فساد و

Table 4 Changes in the carbonyl value (CV, $\mu\text{mol/g}$) of pure soybean oil as affected by 800 ppm of aqueous-ethanolic extract (50:50) of different wheat germ (Tajan, N8019 and Morvarid cultivars) during 24 day storage at 60 °C.

Time (day)	Pure soybean oil	Soybean oil samples contain usual extract of wheat germ			Soybean oil samples contain usual extract of wheat germ under ultrasonic process			Soybean oil contain TBHQ
		Tajan	N8019	Morvarid	Tajan	N8019	Morvarid	
0	1.5±0.5 a	1.5±0.6 a	1.5±0.4 a	1.5±0.5 a	1.6±0.3 a	1.4±0.4 a	1.6±0.5 a	1.5±0.4 a
4	7.6±0.4 a	5.2±0.4 b	5.6±0.4 b	5.3±0.3 b	5.5±0.5 b	5.6±0.4 b	5.9±0.7 b	4.3±0.4 c
8	13.2±0.7 a	7.9±0.6 b	7.7±0.8 b	8.2±0.9 b	7.8±0.7 b	7.6±0.6 b	7.8±0.7 b	5.5±0.5 c
12	21.4±0.6 a	10.8±0.8 b	11±0.9 b	10.4±0.7 b	10.9±0.8 b	11.1±0.7 b	10.9±0.6 b	7.9±0.6 c
16	23.4±0.4 a	11.8±0.3 b	12.4±0.6 b	12.1±0.5 b	11.5±0.6 b	11.4±0.5 b	11.6±0.4 b	8.3±0.3 c
20	27.9±0.8 a	14.6±0.8 b	14.2±0.8 b	15.3±0.6 b	12.2±0.3 c	12.1±0.4 c	12.6±0.5 c	9.5±0.4 d
24	36.9±0.9 a	17.2±0.8 b	15.3±0.4 c	15.1±0.3 c	14.2±0.5 d	13.1±0.4 e	14±0.4 d	10.9±0.5 f

Means±SD within a column with the same letters are not significantly different at $p < 0.05$.

۴- نتیجه گیری

در تحقیق حاضر اثر امواج اولتراسونیک بر فعالیت آنتی-اکسیدانی عصاره آبی- اتانولی جوانه سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید به کمک آزمونهای مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، بی رنگ شدن بتا کاروتن و رنسیمت بررسی شد. بررسی نتایج سه آزمون در مجموع نشان داد که در بین نمونه های مختلف، عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 قرار گرفته تحت فرایند اولتراسونیک بهترین بود و بعد از آن به ترتیب آنتی اکسیدان قدرتمند TBHQ در سطح ۱۰۰ پی پی ام، عصاره جوانه گندم تجن تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروارید تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره های معمولی جوانه گندم N8019 و تجن و عصاره معمولی گندم مروارید قرار داشتند. همچنین مشخص شد که ارتباط قوی بین میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی عصاره مختلف استخراج شده از جوانه گندم به خصوص ترکیبات فنلی و قدرت آنتی اکسیدانی آنها وجود دارد به طوریکه با افزایش غلظت ترکیبات آنتی اکسیدانی از یک حد به بعد، فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت تصاعدی افزایش یافت. کاربرد امواج اولتراسونیک نیز به خاطر استخراج بیشتر ترکیبات آنتی اکسیدانی به خصوص ترکیبات فنلی از جوانه های گندم، باعث افزایش قدرت آنتی اکسیدانی جوانه هایی که تحت این امواج قرار گرفته اند، شد. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد، جوانه های سه رقم گندم تجن، N8019 و مروارید در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ دارای فعالیت آنتی اکسیدانی مطلوب بود. همچنین نتایج آزمون گرمخانه گذاری (به عنوان یک آزمون معتبر) در ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ روز نشان داد که TBHQ با اختلاف معنی داری بهترین تیمار جهت افزایش پایداری اکسایشی روغن سویا بود و بعد از آن به ترتیب عصاره استخراج شده از جوانه گندم N8019 قرار گرفته تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم تجن تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره جوانه گندم مروارید تحت فرایند اولتراسونیک، عصاره های معمولی جوانه گندم N8019 و تجن و عصاره معمولی گندم مروارید قرار داشتند.

۵- منابع

- [1] Flanagan, J., 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAP) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: A comparative study. *Agricultur and Food Chemistry*, 50: 3122-3128.
- [2] Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, M.A., Naghdibadi, H., 2008. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63: 183-188.
- [3] Moghimi, M., 2017. Evaluation of physicochemical, antioxidant and sensory properties of cupcake containing wheat germ and sesame meal. *Food Science and Technology*, 69: 307-318 [in Persian].
- [4] Zhu, K., Zhou, H., 2005. Purification and characterization of a novel glycoprotein from wheat germ water-soluble extracts. *Process Biochemistry*, 40: 1469-1474.
- [5] Hashemi Gahrue, H., Ghiasi, F., Eskandari, M. H., Majzoobi, M., 2016. Evaluation of oven drying effects on physicochemical and nutritional properties of wheat germ as a functional food supplements. *Food Researches*, 26: 37-47[in Persian].
- [6] Mahmoud, A.A., Mohdaly, A.A., Nady, A.A., 2015. Elneairy wheat germ: An Overview on nutritional value, antioxidant potential and antibacterial characteristics. *Food and Nutrition Sciences*, 6: 265-277.
- [7] Tavakoli, J., Rashidi, M.J., Hashemi, S.M.B., 2017. Evaluating Antioxidative Activity of the Peel of *Cucurbita pepo* Cultivated In Two Areas of Mazandaran, Iran. *Current Nutrition and Food Science*, 13: 319-322.
- [8] Esmaeilzadeh, Kenari., R, Mohsenzadeh, F., Raftani Amiri, Z., 2014. Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. *Food Science and Nutrition*, 2: 426-435.
- [9] Szydłowska-Czerniak, A., Tułodziecka, A., 2014. Antioxidant Capacity of Rapeseed Extracts Obtained by Conventional and Ultrasound-Assisted Extraction. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 91: 2011-2019.
- [10] Sfahlan, A.J., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R., Jamei, R., 2009. Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 115: 529-533.

- Phenolic Antioxidants from Leaves of *Capparis spinosa*. *Food Analytical Methods*, 9, 2321-2334.
- [21] Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L., 2015. Optimisation of phenolic extraction from *Averrhoa carambola* pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry*, 171, 144-152.
- [22] Shahidi, F., 2005. *Baile's Industrial Oil and Fat Productions*. 10th ed. Wiley Interscience.
- [23] Hesam, F., Balali, G.R., Taheri Tehrani, R., 2012. Evaluation of antioxidant activity of three common potato (*Solanum tuberosum*) cultivars in Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 2: 79-85.
- [24] Wan, Ch., Yu, Y., Zhou, Sh., Liu, W., Tian, Sh., Cao, Sh., 2011. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of *Gynura divaricata* leaf extracts at different temperatures. *Pharmacognosy Magazine*, 7: 40-45.
- [25] Tahanejad, M., Barzegar, M., Sahari, M.A., Naghdi Badi, H., 2012. Evaluating antiradical activity of *Malva sylvestris* L extract and its application in oil system. *Medical Plants*, 42: 86-97 [in Persian].
- [26] Lim, D.K., Choi, U., Shin, D.H., 1996. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 28: 83-89.
- [27] Shahidi, F., Zhong, Y., 2005. Lipid Oxidation: Measurement Methods. In: Shahidi F (ed) *Bailey's industrial oil and fat products*. 6rd edn. Wiley, New Jersey, pp 370-373.
- [28] Farhoosh, R., Tavassoli-Kafrani, M.H., Sharif, A., 2011. Antioxidant activity of sesame, rice bran and bene hull oils and their unsaponifiable matters. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113: 506-512
- [29] Srivastava, Y., Dutt Semwal, A., 2013. A study on monitoring of frying performance and oxidative stability of virgin coconut oil (VCO) during continuous/prolonged deep fat frying process using chemical and FTIR spectroscopy. *Food Science and Technology*, 52: 981-984.
- [11] Wong, M.L., Timms, R.E., Goh, E.M., 1988. Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 65: 258-261.
- [12] Siger, A., Nogala-kalucka, M., Lampart-Szczapa, E., 2007. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Food Lipid*, 15: 137-149.
- [13] Benzie, I.F.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Anal Biochemistry*, 239: 70-76.
- [14] Tavakoli, J., Emadi, T., Hashemi, S.M.B., Mousavi Khaneghah, A., Munekata, P.E.S., Lorenzo, J.M., Brnčić, M., Barba, F.J., 2018. Chemical properties and oxidative stability of Arjan (*Amygdalus reuteri*) kernel oil as emerging edible oil. *Food Research International*, 107: 378-384.
- [15] Shantha, N. C., Decker, E. A., 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International*, 77: 421-424.
- [16] Endo, Y., Li, C.M., Tagiri-Endo, M., Fugimoto, K., 2001. A modified method for the estimation of total carbonyl compounds in heated and frying oils using 2-propanol as a solvent. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 10:1021-1024.
- [17] Muñoz-Márquez, D.B., Martínez-Ávila, G.C., Wong-Paz, J.E., Belmares-Cerda, R., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar, C.N., 2013. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Laurus nobilis* L. and their antioxidant activity. *Ultrason Sonochemistry*, 20: 1149-54.
- [18] Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A., 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food chemistry*, 92: 521-525.
- [19] Carciochi, R. A., Manrique, G. D., Dimitrov, K., 2015. Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 4396-4404.
- [20] Fattahi, M., Rahimi, R., 2016. Optimization of Extraction Parameters of

Investigating the effect of extracts from thegerms of different wheat cultivars(usual and under the ultrasonic process) in oxidative stability of soybean oil

Tavakoli, J.^{1*}, Khani, J.², Shahroozi, M.³

1. Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Technology, Jahrom University, Jahrom, Fars, Iran

2. Master of Science in Food Science and Technology and Production Manager of Khoushkeh Sari Flour Mills

3. Faculty of Basic Science, Department of Mathematics, Jahrom University, Jahrom, Fars, Iran

(Received: 2019/03/03 Accepted:2019/04/20)

In the present study, the effect of ultrasonic waves on the antioxidant activity of aqueous-ethanolic extract (50:50) of wheat germ of Tajan, N8019 and Morvarid cultivars was investigated. The results showed that ultrasonic waves increased the amount of, although their effect on the extraction of polyphenol compounds was much better. The amount of polyphenolic compounds of Tajan, N8019 and Morvarid wheat germ extracts were 679, 783 and 545 mg / kg, respectively. After applying ultrasonic waves, these compounds were 777, 891 and 593 mg/kg increased. Also, antioxidant activity (DPPH radical-scavenging assay, β -carotene bleaching assay and Rancimat test) of different treatments showed that the extracted extracts from wheat germ of N8019 under ultrasonic process was the best sample and then were 100 ppm TBHQ, extract of Tajan wheat germ under ultrasonic process, extract of Morvarid wheat germ under ultrasonic process, extracts of common wheat germ of N8019 and Tajan and extract of common Morvarid wheat germ, respectively. The results showed that there is a strong correlation between the amount of antioxidant compounds of different extracts extracted from wheat germ, especially phenolic compounds and their antioxidant power. Also, the results of oven test (at 60 °C during 24 day) indicated TBHQ was the best treatment and followed by extracted extracts from wheat germ of N8019 under ultrasonic process, Tajan under ultrasonic and Morvarid under ultrasonic and extracts of common wheat germ of N8019, Tajan and Morvarid, respectively.

Keywords: Wheat germ, Aqueous-ethanolic extract, Polyphenol compounds, Oxidative stability, Antioxidant activity

* Corresponding Author E-Mail Address: javadtavakoli@jahromu.ac.ir