اثر روش‌های استخراج با کمک اولتراسوند و سیال فوق بحرانی بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی عصاره دارچین

سپیده سهراب پور[1*]، رضا اسماعیل زاده کناری[2]، زینب رفتنی امیری[2]

۱- دانش آموخته کارشناسی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی و زراعی
۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی و زراعی

(تاریخ دریافت: ۰٦/۱۸ ۹۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۰)

چکیده

با توجه به مشکلات متعدد گزارش شده، علاقه مصرف کنندگان به استفاده از افزودنی‌های طبیعی به جای افزودنی های سنتتیک امری اجتناب ناپذیر گردیده است. تحقیق پیش رو با استفاده از تیمارهای استخراج با کمک اولتراسوند و سیال فوق بحرانی، پس از اندازه گیری میزان ترکیبات فنولی، به اندازه گیری فعالیت ضد اکسایشی عصاره ها با آزمون‌های حذف کنندگی رادیکالهای آزاد DPPH، رنگبری بتاکاروتن و قدرت کاهندگی فریک (FRAP) و درنهایت اندازه گیری مقدار توکوفرول کل نمونه ها پرداخته است. نتایج حاصل نشان داد که فراصوت (دمای ٤٥ درجه سانتیگراد در مدت زمان ۳۰ دقیقه) قادر به استخراج ترکیبات فنولی بیشتری می باشد و قدرت آنتی اکسیدانی این عصاره در هر سه آزمون در مقایسه با عصاره سیال فوق بحرانی (فشار ۱۰۰ بار، دما ۵۵ درجه سانتیگراد، سرعت جریان دی اکسید کربن ۱٦ گرم بر دقیقه، سرعت جریان اتانول (بعنوان اصلاحگر) ٤ میلی لیتر بر دقیقه و زمان استخراج ۳ ساعت، بیشتر می‌باشد(بترتیب 10.13 ±29.95 و 10.13 ±21میلی‌گرم بر میلی‌لیتر). قدرت آنتی‌اکسیدانی این عصاره در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ در غلظت های مختلف متفاوت بود بطوریکه در غلظتهای کمتر از ppm ۲۰۰۰ آنتی اکسیدان TBHQ قدرت آنتی اکسیدانی بالاتری از عصاره فراصوت از خود نشان داد (بترتیب 16.96 ±70.57 و 16.96 ±60.26درصد). فعالیت ضد باکتریایی (حداقل غلظت بازدارندگی و کشندگی) این عصاره ها در برابر چهار باکتری بیماری‌زا و عامل فساد مواد غذایی شامل دو گونه گرم منفی *اشرشیاکلی* و *سودوموناس آئروژینوزا*، و دو گونه گرم مثبت *باسیلوس سوبتیلیس* و *استافیلوکوکوس اورئوس* ارزیابی گردید و نتایج نشان داد که غلظت ppm ۵۰۰ هر دو عصاره قادر به بازدارندگی و نیز کشندگی کلیه باکتری‌های مورد بررسی در این مطالعه می‌باشد.

کلید واژگان: فراصوت، سیال فوق بحرانی، عصاره دارچین، فعالیت ضدباکتریایی، فعالیت آنتی اکسیدانی

*مسئول مکاتبات: sepidesohrabpour@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

۱- مقدمه

امروزه مصرف کنندگان نگرانی‌های عمده ای در ارتباط با استفاده از محصولات با کیفیت بالا، سالم و طبیعی با هدف بهره مند شدن از زندگی سالم دارند[۱]. تنش اکسیداتیو به عنوان عدم تعادل دینامیکی بین تعدادی از رادیکال‌های آزاد تولید شده در بدن و سطوح آنتی اکسیدانی برای از بین بردن و/یا مهار آنها و محافظت از بدن در برابر اثرات زیان بار آنها مطرح می‌باشد [۲]. ترکیبات تولید شده در طی اکسیداسیون از جمله هیدروپراکسید، رادیکال هیدروکسیل و اکسیژن یگانه می‌تواند باعث آسیب‌های بیولوژیکی مولکول‌ها گردد [۳]. این امر منجر به آسیب‌های سلولی و گسترش اختلالات فیزیولوژیکی غیرطبیعی در انسان مانند پیری زود رس، سرطان، آتروزکلروز، آب مروارید و بیماری های قلبی و عصبی شود. ایمنی غذایی به طور موثری مربوط به سلامت عمومی بوده و این امر توجه زیادی را در سال‌های اخیر به خود معطوف داشته است [٤]. بطوریکه آلودگی مواد غذایی توسط هر دو گروه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نیز یک دغدغه برای مصرف کنندگان و تولید کنندگان مواد غذایی می‌باشد که منجر به ایجاد نگرانی‌های اساسی در جامعه و صنعت غذا می‌گردد [۱]. آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند BHT[1]، BHA[2]، TBHQ[3] به منظور کنترل یاکاهش سرعت اکسیداسیون مورد استفاده قرار می-گیرد. مطالعات مختلف در این زمینه نشان داده‌اند که آنتی اکسیدان‌های سنتزی برای سلامت انسان مضر و سرطان‌زا هستند [۳]. علاوه بر این، در سال‌های اخیر، نگهدارنده‌های شیمیایی سنتزی مورد استفاده قرار گرفته در کارخانجات مواد غذایی با هدف کنترل رشد باکتری‌های عامل فساد مواد غذایی و بیماری‌زا، یک بحث چالش برانگیز بوده است. به دلیل مقاومت باکتری‌های بیماری‌زا در برابر آنتی بیوتیک ها، امروزه تلاش در جهت استفاده از ترکیبات ضدباکتریایی طبیعی به منظور محافظت از مواد غذایی می‌باشد [۱]. لذا، ضرورت جایگزینی آنتی اکسیدان‌های سنتزی با انواع طبیعی و یافتن منابع طبیعی دارای فعالیت ضدباکتریایی مناسب به منظور افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی امری اجتناب ناپذیر و مسئله ای حائز اهمیت است [۳و٤].

در سال‌های اخیر، علاقه به شناسایی ترکیبات فیتوشیمیایی به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و عوامل آنتی میکروبی مورد توجه محققین بسیاری قرار گرفته است [۱]. مطالعات متعددی نشان داده اند که عصاره‌های گیاهی غنی از ترکیبات زیست فعال هستند که دارای فعالیت آنتی اکسیدانی و آنتی میکروبی مناسب می‌باشند [۳]. بعلاوه، مطالعات بسیاری مشارکت ترکیبات فنولی در این فعالیت ها را به اثبات رسانده‌اند [۵و٦]. گیاهان و ادویه‌جات، به دلیل ویژگی‌های حسی، مطلوب و ویژگی‌های مناسب نگه دارندگی‌شان، جهت بهبود طعم مواد غذایی بطور قابل توجهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. عصاره‌های گیاهی می‌توانند از گیاهان معطر مختلفی از جمله بوته ها و ادویه ها استخراج شوند. ادویه‌ها و عصاره‌های آنها به عنوان نگهدارنده‌های مواد غذایی سالم و بی‌خطر برای افزایش عمر ماندگاری و کاهش باکتری‌های بیماری‌زا مورد استفاده قرار می-گیرند. در این زمینه، دارچین و عصاره‌های حاصل از آن توأماً، هر دو خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی را دارا می‌باشد [٤]. این خصوصیات در عصاره دارچین، به سینامالدئید به عنوان جزء غالب آن نسبت داده می‌شود [۲].دارچین با بیش از ۲۵۰ گونه مختلف متعلق به خانواده *Lauraceae* و جنس *Cinnamomum* می‌باشد که علاوه بر مصرف گسترده آن در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی-بهداشتی، در هندوستان، چین و استرالیا به عنوان یک گیاه دارویی در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد [٤].

سیستم‌های استخراج مختلفی به منظور استخراج ترکیبات پلی فنولی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱]. در طی چند دهه اخیر، تحقیقات زیادی در راستای شناسایی روش‌های مناسب استخراج با راندمان بالا و دوستدار محیط زیست انجام گردیده است [۷]. در نتیجه این تحقیقات، روش‌های مختلفی برای استخراج ترکیبات زیست فعال گیاهان استفاده می‌شود که از آن جمله می توان به استخراج با کمک فراصوت و سیال فوق بحرانی اشاره نمود [۳و۸و۹].

هدف از این مطالعه، بررسی ویژگی‌های عصاره‌ای طبیعی است که بتواند بطور همزمان بعنوان منبع آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی جهت مصرف در صنایع غذایی کاربرد داشته باشد. بدین منظور، پس از استخراج عصاره هیدروالکلی (اتانول ۵۰٪) دارچین به دو

1. Butylatedhydroxitoluene
2. Butylatedhydroxianisole
3. Tertiary butylhydroquinone

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

روش استخراج اولتراسوند (US) و سیال فوق بحرانی (SFE)، علاوه بر اندازه گیری مقدار ترکیبات فنولی و توکوفرولی، فعالیت ضد اکسیداتیو عصاره به روش های مختلف و نیز اثرات آنتی میکروبی آن بر روی باکتری های مختلف گرم مثبت (*باسیلوس سوبتیلیس و استافیلوکوکوس اورئوس*) و گرم منفی (*اشرشیاکلی وسودوموناس آئروژینوزا*) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲- مواد و روشها

۲-۱- واکنشگرها و استانداردها

۱و۱-دی فنیل-۱-۲-پیکریل هیدرازیل (DPPH)، ۲و۲-بی پیریدین، تری کلرو استیک اسید (TCA)، واکنشگر فولین سیوکالتیو، کربنات سدیم، اسید گالیک، ترتیاری بوتیل هیدروکسی کوئینون (TBHQ)، بافر فسفات، فری سیانید پتاسیم، فریک کلراید، تولوئن، بتاکارتون، لینولئیک اسید، توین و کلروفرم از شرکت سیگما-آمریکا خریداری گردیدند. پودر دارچین مورد استفاده، از مرکز طب سنتی ساری، مازندران، ایران تهیه گردید. باکتری‌های بیماری‌زای مورد مطالعه در این پژوهش از پژوهشکده ژنتیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران تهیه گردید(جدول ۱).

Table1 Features of investigated pathogen bacteria

Type	GramReactiom
*Staphylococcus aureus*PTCC1431	+
*Bacillus subtilis*PTCC1015	+
*Escherichia coli*PTCC1399	-
*Pseudomonas aeruginosa*PTCC1310	-

لازم به ذکر است که کلیه آزمایشات بر روی عصاره مایع انجام شده و بمنظور رقیق سازی عصاره از حلال استخراجی (اتانل-آب ۵۰٪ حجمی-حجمی) استفاده گردیده است.

۲-۲- استخراج با کمک اولتراسوند

استخراج عصاره هیدرالکلی (اتانل ۵۰٪) به روش ساویز و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات انجام گرفت. بدین طریق که ۲۵ گرم از پودر دارچین با نسبت ۱ به ۵ با حلال اتانول-آب ۵۰ درصد (حجمی-حجمی) مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ٤٥ درجه سانتیگراد تحت تاثیر امواج فراصوت (ELMASONIC S10H،آلمان) با فرکانس ۳۷ کیلوهرتز قرار گرفت و پس از صاف کردن در دمای ٤٥ درجه سانتیگراد آون (Memert UF30،آلمان) خشک و تا زمان انجام آزمایشات در فریزر با دمای ۱۸- در ظروف شیشه‌ای پوشش داده شده با فویل آلومنیومی نگهداری شد [۱۰].

۲-۳- استخراج با سیال فوق بحرانی

استخراج عصاره با سیال فوق بحرانی به روش چیناراسو و همکاران (۲۰۱۵) با تغییرات اندک صورت پذیرفت. در این روش ۱۵۰ میلی گرم پودر دارچین تحت فشار ۱۰۰ بار (مدل۱۳۸۷، ایران)، دمای ۵۵ درجه سانتیگراد، سرعت جریان دی اکسید کربن ۱٦ گرم بر دقیقه و سرعت جریان اتانول (بعنوان اصلاحگر) ٤ میلی گرم بر دقیقه در زمان استخراج سه ساعت قرار گرفت[۱۱].

۲-٤- اندازه گیری ترکیبات فنولی کل

مقدار ترکیبات کل فنولی عصاره دارچین به روش اسپکتروفوتومتری(analytic Jena, spekol 2000، آلمان)و با استفاده از واکنشگر فولین سیوکالتیو به روش شرح داده شده توسط دلفانیان و همکاران (۲۰۱۵) انجام گرفت و جذب نمونه ها در طول موج ۷٦۵ نانومتر قرائت گردید[۳] .

۲-٤-۱- ترسیم منحنی کالیبراسیون

بمنظور رسم منحنی کالیبراسیون، ابتدا محلولهای استاندارد اسیدگالیک در متانول با غلظتهای مختلف در دامنه ۰/۰٤ تا ۰/٤ میلی‌گرم در میلی لیتر آماده شد (کاپانسی و همکاران، ۲۰۰۰). سپس به بالن ژوژه های ۵۰ میلی لیتری، ۱ میلی لیتر محلول استاندارد گالیک اسید، ٦ میلی لیتر متانول، ۲/۵ میلی لیتر معرف فولین-سیوکالتیو و ۵ میلی لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد افزوده و سپس به کمک آب مقطر به حجم رسانده شد. محلولها در شب نگهداری و سپس جذب آنها در طول موج ۷٦۵ نانومتر قرائت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

گردید. منحنی جذب در برابر غلظت اسید گالیک (میلی گرم در میلی لیتر) رسم و معادله (٤-١) با ضریب تبیین ٠/٩٩ حاصل گردید:

معادله (٤-١) $Y = ٠,٠٠٠٨x + ٠,٠٢٩$

که در آن x مقدار ترکیبات فنلی بر حسب میلی گرم بر میلی لیتر و Y میزان جذب قرائت شده در طول موج ٧٦٥ نانومتر می باشد[١٢].

٢-٥- اندازه گیری میزان توکوفرول کل

اندازه گیری این ترکیب با استفاده از روش ارائه شده توسط ساویز و همکاران (٢٠١٥) انجام شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ٥٢٠ نانومتر قرائت گردید [١٠].

٢-٦-فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH

اندازه گیری فعالیت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPHبر مبنای روش اسپکتروفوتومتری و بر اساس گزارشات ارائه شده توسط لوسولا و همکاران (٢٠١٢) در طول موج ٥١٧ نانومتر و با اعمال اندکی تغییرات جزئی انجام گرفت و در نهایت درصد مهار رادیکال آزاد DPPHبا استفاده از فرمول (١) محاسبه گردید:

$$\%I = \frac{(A_B - A_S)}{A_B} \times 100 \qquad (1)$$

که در آن وبه ترتیب جذب نمونه در غلظت های مختلف و جذب شاهد می باشد[١٢].

٢-٧-توان آنتی اکسیدانی احیاء آهن FRAP

متد استفاده شده جهت اندازه گیری قدرت کاهندگی فریک در این مطالعه مطابق روش رنگ سنجی استفاده شدهتوسط اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (٢٠١٤)می‌باشد که در آن پس از ترکیب مواد لازم، گرمخانه گذاری (Memert UF30، آلمان)و سانتریفیوژ کردن (HERMEL Z ×200A، آلمان)، جذب نمونه ها در ٧٠٠ نانومتر اندازه گیری گردید. به منظور مقایسه قدرت احیاء عصاره از TBHQبعنوان استاندارد استفاده گردید[١٤].

٢-٨-اندازه گیری میزان بتاکاروتن

به منظور اندازه گیری این فاکتور به روش دلفانیان و همکاران (٢٠١٥) عمل گردید و پس از قرائت جذب نمونه ها در ٤٧٠ نانومتر، درصد قدرت آنتی اکسیدانی با فرمول (٢) محاسبه گردید:

$$\%I = \left(1 - \frac{A_{ss}^{24} - A_{ss}^{0}}{A_{sc}^{24} - A_{sc}^{0}}\right) \times 100 \qquad (2)$$

که در آن به ترتیب، جذب عصاره در زمان صفر و پس از ٢٤ ساعت و به ترتیب، جذب شاهد در زمان صفر و پس از ٢٤ ساعت می‌باشد[٣].

٢-٩- حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC)

به منظور تعیین حداقل غلظت بازدارندگی و کشندگی، به روش میکرودیلوشن وندلین و همکاران (١٩٩٧) با اعمال اندکی تغییرات، عمل گردید. جذب نمونه ها پس از آماده سازی پلیت‌های ٩٦ خانه ای، توسط الایزاریدر (Stat Fax 2100- آمریکا) و در طول موج ٦٢٠ نانومتر قرائت‌گردید[١٥].

٢-١٠-تجزیه تحلیل آماری

در پژوهش حاضر از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار جهت ارزیابی اثر روش استخراج بر ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی عصاره دارچین استفاده شد. بررسی اثر معنی داری با استفاده از آزمون ANOVA و سپس مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح خطای ٥ درصد با استفاده از نرم افزار SAS *9.3* انجام گرفت. جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel 2016استفاده گردید.

٣- نتایج و بحث

٣-١- اندازه گیری ترکیبات فنولی و توکوفرول کل

عصاره ها، مواد معطر و ترکیبات فرار حاصل از متابولیت‌های ثانویه گیاهان، بطور گسترده در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مطالعات گذشته، فنول و برخی ترکیبات دیگر را از جمله اجزاء اصلی عصاره دارچین شناسایی و معرفی نموده‌اند[١٦].

مقدار ترکیبات فنول و توکوفرول عصاره دارچین به عنوان شاخصه های کیفی مورد ارزیابی و نتایج در جدول ٢ نشان داده شد. بر اساس نتایج ارائه شده مشاهده می‌گردد که مقدار کل ترکیبات فنول استخراج شده به کمک امواج فراصوت (US) از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

نظر آماری دارای اختلاف معنادار می‌باشد ($p<0.05$) و از نظر مقداری بیشتر از مقدار این ترکیب در عصاره سیال فوق بحرانی (SFE) می‌باشد (بترتیب 10.13 ±29.95 و 10.13 ±21میلی‌گرم بر میلی‌لیتر). از آنجایی که عصاره استخراج شده با هر دو روش دارای ترکیبات زیست فعال بودند، عامل اصلی در تعیین ترکیبات فنولی به تفاوت در شرایط استخراج نسبت داده می‌شود. مطالعات مورلی و همکاران (۲۰۱۲) انجام شده بر روی انگور قرمز نشان داد که در استخراج با کمک اولتراسوند بیشترین میزان ترکیبات فنولی در ترکیب حلال ۵۰ درصد اتانول حاصل می‌گردد [۱۳]. بعلاوه، مطالعه گونزز و همکاران (۲۰۱٤) نیز نشان داد که امواج فراصوت عاملی مهم در افزایش راندمان استخراج ترکیبات فنولی از عصاره از گوشت انگور می‌باشد[۷]. مقدار ترکیبات فنولی حاصل از این پژوهش در مقایسه با مطالعه مشابه انجام گرفته بر روی دارچین توسط ال-باروتی و همکاران (۲۰۱٤) بیشتر بود (29.95± 10.13mg/ml) که دلیل آن را می توان به تفاوت در روشهای استخراج، تفاوت در محیط رشد و نیز بخشی که عصاره گیاهی از آن استحصال می‌گردد نسبت داد[۱۷ و ٤]. مطالعه فنج و همکاران (۲۰۱٤) که بر روی عصاره نیشکر استخراج شده با کمک امواج فراصوت انجام گرفته و نیز نتایج گزارش شده توسط جی کون و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که در مقایسه با آنها مقادیر ترکیبات فنولی استخراجی در این پژوهش کمتر می باشد (بترتیب 13 ±5 .117 و 7.17 ±141.9میلی‌گرم بر میلی‌لیتر). [۱۸و۱۹]

Table 2 Comparisons of total phenolic and tocopherol compounds of US and SFE extracts (mg/ml)

Extraction Method	Tocopherol (mg/ml)	of total phenolic compounds (mg/ml)
Ultrasound assisted extraction	2.17 ± 0.5^{ab}	29.95 ± 10.13^{ab}
Supercritical fluid extraction	2.38 ± 0.5^{ab}	21 ± 10.13^{b}

Different letters in the column indicate significant differences. ($P<0.05$)

در حالت کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که دارچین حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنولی می‌باشد و با وجود اختلاف آماری معنادار بین دو روش استخراجی با کمک امواج فراصوت و سیال فوق بحرانی، در مقدار ترکیبات فنولی تفاوت چشمگیری از نظر عددی با یکدیگر مشاهده نگردید. در مقایسه، روش سیال فوق بحرانی مقدار ترکیبات فنولی کمتری (10.13 21.10±mg/ml) را از گیاه استخراج نمود. مطالعات طباتا و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که سیال فوق بحرانی قادر به استخراج مقادیر بالاتری از ترکیبات فنولی می باشد[۲۰].

نتایج همچنین نشان داد که مقدار ترکیبات توکوفرول حاصل از این پژوهش از نظر آماری دارای اختلاف معنادار نبوده ولی از نظر مقداری، سیال فوق بحرانی قادر به استخراج ترکیبات توکوفرولی نسبتا بالاتری از دارچین در مقایسه با امواج فراصوت می‌باشد (بترتیب 0.5±2.38 و 0.5±2.17میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک).

۳-۲- قدرت آنتی اکسیدانی

مطالعه گونزز و همکاران (۲۰۱٤) نشان داد که استفاده از تنها یک روش قادر به بیان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمی‌باشد[۷]. لذا، از اینرو در تحقیق پیش روکه بر روی شش غلظت ۵۰۰ppm، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ٤۰۰۰ و ۵۰۰۰ انجام شد، سه روش اسپکتروفوتومتری به دام اندازی رادیکال آزاد DPPH، اندازه گیری توان آنتی اکسیدانی احیاء آهن و قدرت آنتی اکسیدانی رنگبری بتاکاروتن مورد بررسی قرار گرفت و در پایانتایج با آنتی اکسیدان سنتزی TBHQمورد مقایسه قرار گرفت. جدول‌قدرت مهار رادیکال آزاد DPPHعصاره های استخراج شده به دو روش استخراج با کمک امواج فراصوت (US[4]) و سیال فوق بحرانی (SFE[5]) را نشان می‌دهد.

4. Ultrasound assisted extraction
5. Supercritical fluid extraction

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table3 The free radical scavenging capacity of US and SFE extracts (%)

Supercritical fluid extraction	Ultrasound assisted extraction	Concentration (ppm)
86.01±16.96^{Aa}	38.31±16.96^{Bf}	500
83.97±16.96^{Aa}	43.82±16.96^{Be}	1000
77.43±16.96^{Ab}	60.26±16.96^{Bd}	2000
73.09±16.96^{Ac}	77.21±16.96^{Ab}	3000
68.39±16.96^{Bd}	93.49±16.96^{Aa}	4000
60.64±16.96^{Be}	92.46±16.96^{Aa}	5000
70.57±16.96^{Acd}	70.57±16.96^{Ac}	TBHQ (100)

Means ±SD followed by capital letters within each row and small letters within each column are significantly different. (P<0.05)

ارزیابی قدرت آنتی اکسیدانی از طریق فعالیت بازدارندگی رادیکال آزاد بطور گسترده ای بری عصاره های حاصل از گیاهان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد[۱]. این پارامتر در اصل به عنوان روشی برای تعیین توانایی نمونه ها برای کاهش رادیکالهای آزاد تعیین گردیده است[۱۳]. رادیکال آزاد DPPHبسیار پایدار بوده و رنگ بنفش تیره ای دارد که زمانی که احیا می‌شود رنگ آن روشن تر شده و باعث کاهش جذب در ۵۱۵ نانومتر می‌گردد[۱۳]که علت این کاهش جذب به واکنش بین ترکیبات فیتوشیمیایی و DPPHنسبت داده شده است[۲۱و۱۰]در این واکنشها، ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در عصاره‌ها بعنوان اهداکننده های هیدروژن به $DPPH^0$و تبدیل آن به فرم احیا شده DPPH-Hعمل می‌کنند[۲].

مقایسه قدرت مهارکنندگی غلظت‌های مشابه دو عصاره مختلف نشان داد که قدرت مهارکنندگی در غلظت‌های ۵۰۰ppm، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ عصاره SFEبیشتر و از نظر آماری دارای اختلاف معنادار می‌باشد (P<۰/۰۵). در غلظت ۳۰۰۰ppm دو عصاره هیچ اختلاف آماری معناداری مشاهده نگردید ولی در غلظت‌های بالاتر عصاره ها، ۴۰۰۰ppm و ۵۰۰۰ اختلاف آماری معنادار بود. همانگونه که در جدول ۳ نشان داده شده، قدرت مهار رادیکال عصاره SFEدر غلظت‌های پائین تر (۵۰۰ppm، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰) در مقایسه با عصاره USبیشتر می باشد. درحالیکه مطابق همین جدول، افزایش غلظت در عصاره US منجر به افزایش قدرت مهار رادیکال در غلظتهای بالاتر (۳۰۰۰ppm، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰) گردیده است که علت آن را می توان به بالاتر بودن میزان ترکیبات فنولی استخراج شده در این روش استخراج داد. مطابق گزارش دولت آبادی و همکاران (۱۳۹۳) و گونزز و همکاران (۲۰۱٤) بالا بودن ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره با یکدیگر رابطه مستقیم دارند[۲۲و۷].

بیشترین قدرت آنتی اکسیدانی در این روش به دلیل مقدار بالای ترکیبات فنولی استخراج شده به غلظت های ۴۰۰۰ppm و ۵۰۰۰ عصاره USاختصاص داده شده (بترتیب 93.49±16.96 و 92.46±16.96). این نتیجه با یافته های حاصل از مطالعات ال-باروتی و همکاران (۲۰۱٤) انجام شده بر روی دارچین مطابقت دارد[۲].

میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بدست آمده از آزمون مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPHعصاره پوست سیر در مطالعه ولینگری و پمیا (۲۰۱۵) در محدوده ۲٦ ٪ الی ۷۹ ٪ می‌باشد[۲۱] که در مقایسه با میانگین مطالعه پیش رو مقادیر کمتری می باشند (۳۸/۳۱٪ الی ۹۲/٤٦ ٪) و این نشان دهنده قدرت مهارکنندگی بالاتر عصاره دارچین به دلیل وجود ترکیبات فنولی بالاتر می‌باشد.

بر اساس نتایج مشاهده گردید که قدرت احیاکنندگی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQدر مقایسه باغلظت‌های ۳۰۰۰ppm، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ عصاره USکمتر و در مقایسه با غلظت‌های ۵۰۰ppm، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ همین عصاره بیشتر بود و در هر دو حالت اختلاف از نظر آماری معنادار بود. مقایسه قدرت مهار رادیکال آزاد DPPHعصاره SFEدر غلظت‌های پائین تر (۵۰۰ppm، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰) در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQبالاتر و دارای اختلاف معنادار آماری بود. در حالی که غلظت ۳۰۰۰ppm همین عصاره فاقد اختلاف آماری معنادار با این آنتی‌اکسیدان بود. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۴۰۰۰ppm و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

۵۰۰۰ این عصاره با اختلاف آماری معنادار قدرت مهار رادیکال آزاد کمتری داشت.

گزارشات ارائه شده توسط اُکح و همکاران (۲۰۱۱) بر روی رزماری به عنوان ترکیب ضداکسیداتیو طبیعی و مقایسه آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHTقدرت آنتی‌اکسیدانی و مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPHبیشتر عصاره را نشان می‌دهد[۲۳].

تعیین توان احیاء آهن (FRAP)، از دیگر روشهای استفاده شده برای تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره در این پژوهش می‌باشد که در آن توانایی عصاره ها برای احیاء آهن سه ظرفیتی و تبدیل آن به آهن دو ظرفیتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.حضور عوامل احیا کننده (آنتی اکسیدان ها) منجر به احیاء کمپلکس فری سیانید و تبدیل آنها به فروس می‌گردد که بسته به ظرفیت احیا کنندگی عصاره های مورد بررسی با تغییر رنگ محلول از زرد به درجات مختلفی از رنگ های سبز و آبی همراه است[۲٤].

قدرت احیاکنندگی عصاره ها، توانایی آنها را برای احیای آهن سه ظرفیتی و تبدیل آن به آهن دو ظرفیتی نشان می دهد. حضور آنتی اکسیدان ها (احیاکننده ها) در عصاره که دهنده الکترون هستند منجر به احیای کمپلکس های فری سیانید و تبدیل آنها به فرم فروس می شود[۲۵]. با توجه به جدول ۲، مقدار فنل کل در عصاره فراصوت در مقایسه با آب فوق بحرانی بیشتر (10.13 29.95±mg/ml) و دارای اختلاف آماری معنادار می باشد (P<۰/۰۵) و از آنجایی که رابطه مستقیم بالا بودن ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره توسط محققین زیادی گزارش گردیده [۷و۲۲]، بالا بودن توان احیاء آهن در عصاره فراصوت در مقایسه با عصاره SFEامری اثبات شده می باشد. در گزارش ارائه شده توسط گیلانی و همکاران (۱۳۹٤) نیز بیشترین قدرت احیاکنندگی متعلق به عصاره حاصل از روش اولتراسوند-آب-اتانل (۵۰:۵۰) است که بالاترین غلظت ترکیبات فنولی را دارا بوده است. مطابق یافته‌های این تحقیق نمونه های حاوی ترکیبات فنولی بالاتر، قدرت احیاکنندگی بالاتری هم داشته اند. ترکیبات فنولی عصاره ها می توانند با اهدای اتم های هیدروژن و واکنشهای زنجیری رادیکالهای آزاد را شکسته و اکسایش را به تاخیر اندازند، وجود عوامل اصلی قدرت احیاکنندگی است که فعالیت آنتی اکسیدانی را از طریق شکستن واکنش زنجیری رادیکال آزاد انجام می دهد.[۲۵]. دراین پژوهش در عصاره های گیاهی با بالاترین سطح فنول، بالاترین قدرت احیاکنندگی وجود داشت که این امر با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ٤، نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که عصاره های مختلف از نظر قدرت احیاکنندگی اختلاف معناداری با یکدیگر و با آنتی اکسیدان سنتزی دارند. توان احیاء آهن در عصاره USدر مقایسه با عصاره SFEبالاتر و مشابه آنتی‌اکسیدان سنتزی بود که دلیل آن ارتباط مستقیم ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی اکسیدانی می باشد [۷و۲۲]. این افزایش توان احیاکنندگی تابع افزایش غلظت بود بطوری که در حالت کلی با افزایش غلظت عصاره USاز ۵۰۰ به ۵۰۰۰ (بر حسب ppm) میزان جذب محلولهای حاوی عصاره بطور قابل ملاحظه ای افزایش یافت. باستثنای غلظت ۱۰۰۰ppm که توان احیاکنندگی آهندر مقایسه با غلظت های ۲۰۰۰ppm، ۳۰۰۰ و ٤۰۰۰ و نیز آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQنشان داد. همچنین غلظت ۲۰۰۰ppm که در مقایسه با غلظت های پائین تر (۵۰۰ppm و ۱۰۰۰) توان احیاء آهن کمتری نشان داد که این استثنائات از نظر آماری فاقد اختلاف آماری معنادار بود. قدرت احیاکنندگی عصاره USدر غلظت ۳۰۰۰ppm و ٤۰۰۰ با آنتی اکسیدان سنتزی از نظر مقدار برابر بود.افزایش غلظت عصاره SFEهیچ تاثیر چشمگیری در افزایش توان احیاء آهن نداشت، بطوریکه مقدار آن در تمام غلظت ها از ۵۰۰ppm تا ۵۰۰۰ ثابت بود.تغییر قدرت آنتی اکسیدانی و غیرخطی بودن وابستگی آن به غلظت در عصاره های SFEدر این مطالعه با نتایج ارائه شده توسط ضیاء و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. در مطالعه این محقق نیز با وجود افزایش قدرت احیا با افزایش غلظت، از رابطه خطی منظمی تبعیت نمی نمود[۲٦]. بین غلظتهای مختلف عصاره USو غلظتهای مختلف عصاره SFEبا یکدیگر هیچ اختلاف آماری معناداری وجود داشت. توان احیاء آهن آنتی اکسیدان سنتزی در مقایسه با عصاره SFEبالاتر و دارای اختلاف آماری معنادار چشمگیری بود. افزایش توان احیاء آهن عصاره USبا افزایش غلظت در این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط لارس و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table 4 Iron (II) chelating activity of US and SFE extracts (%)

Ultrasound assisted extraction	Supercritical fluid extraction	Concentration (ppm)
1.76 ± 0.67^{Aa}	0.3 ± 0.67^{Bb}	500
1.79 ± 0.67^{Aa}	0.3 ± 0.67^{Bb}	1000
1.73 ± 0.67^{Aa}	0.3 ± 0.67^{Bb}	2000
1.77 ± 0.67^{Aab}	0.3 ± 0.67^{Bb}	3000
1.77 ± 0.67^{Aab}	0.3 ± 0.67^{Bb}	4000
1.81 ± 0.67^{Aab}	0.3 ± 0.67^{Bb}	5000
1.77 ± 0.67^{b}	1.77 ± 0.67^{Bb}	TBHQ (100)

Means ±SD followed by capital letters within each row and small letters within each column are significantly different. (P<0.05)

در روش سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی به روش لینولئات-بتاکاروتن، رادیکالهای آزاد لینولئیک اسید به ساختار غیراشباع کاروتنوئید حمله می‌کند. استفاده از عصاره های مختلف حاوی ترکیبات با اثر آنتی اکسیدانی می تواند از طریق خنثی کردن رادیکالهای آزاد لینولئات و سایر رادیکالهای تولید شده، از رنگبری بتاکاروتن در طی عملیات ممانعت نماید[۲۷]. در حالت کلی، استفاده از آنتی‌اکسیدان می تواند منجر به کاهش سرعت رنگبری بتاکاروتن گردد[۲۸]. بررسی نتایج حاصل از آزمون تعیین توان آنتی اکسیدان بتاکاروتن عصاره ها نشان داد که بین غلظت های مختلف عصاره های مختلف اختلاف آماری معناداری وجود دارد که در این بین استثنائاتی نیز وجود دارد. اختلاف بین عصاره های مختلف و آنتی اکسیدان سنتزی TBHQنیز از نظر آماری معنادار بود. نتایج حاصل از این آزمایش در جدول ۵ ارائه گردیده است. مطابق داده های این جدول، افزایش توان آنتی اکسیدانی و رنگبری تابع افزایش غلظت نبود. بیشترین قدرت ضداکسیداتیو در این روش متعلق به غلظت ۳۰۰۰ppm عصاره فراصوت (US)بود (97.62±7.75) که در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی نیز بطور چشمگیری بالاتر بود.

اختلاف آماری بین غلظت های مختلف عصاره US معنادار نبود، باستثنای غلظت ٤٠٠٠ppm که با تمام غلظتهای این عصاره دارای اختلاف آماری معنادار بود. مقایسه کلیه غلظت های عصاره US با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQنشان داد که قدرت رنگبری بتاکاروتن بالاتری از خود نشان دادند. باستثنای غلظتهای ۲۰۰۰ppmو ٤٠٠٠ که قدرت رنگبری کمتری از TBHQداشتند (بترتیب 76.38±7.75 و 74.17±7.75). مقایسه کلیه غلظت های عصاره سیال فوق بحرانی(SFE)با آنتی اکسیدان سنتزی نشان داد که قدرت رنگبری TBHQدر مقایسه با کلیه غلظت های این عصاره بالاتر و دارای قدرت عملکرد بیشتری می باشد (92.98±7.7). باستثنای غلظت ۲۰۰۰ppm هر دو عصاره که دارای اختلاف آماری معنادار بود، سایر غلظت‌های دو عصاره با هم اختلاف آماری معناداری نداشت (P<۰/۰۵). گزارش ارائه شده در مطالعه ال باروتی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی پونه کوهی نشان داد این عصاره گیاهی در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های سنتزی عملکرد قویتری دارد[۲].

جدول۵، نشان دهنده تاثیر عصاره ها در غلظت‌های مختلف و استاندارد (TBHQ) بر اکسیداسیون امولسیون بتاکاروتن-لینولئیک اسید می‌باشد.

Table5 β-carotene-linoleic acid bleaching activity of US and SFE extracts (%)

Ultrasound assisted extraction	**Supercritical fluid extraction**	**Concentration (ppm)**
92.98 ± 7.75^{Ab}	84.63 ± 7.75^{Bab}	500
92.98 ± 7.75^{Aa}	85.59 ± 7.75^{Aa}	1000
76.83 ± 7.75^{Ade}	84.83 ± 7.75^{Bab}	2000
97.62 ± 7.75^{Aa}	85.21 ± 7.75^{Aa}	3000
74.17 ± 7.75^{Be}	85.78 ± 7.75^{Ba}	4000
92.38 ± 7.75^{Ac}	81.79 ± 7.75^{Aab}	5000
78.14 ± 7.75^{d}	92.98 ± 7.75^{b}	TBHQ (100)

Means ±SD followed by capital letters within each row and small letters within each column are significantly different. (P<0.05)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

۳-۳-حداقل غلظت بازدارندگی (MIC[6]) و حداقل غلظت کشندگی(MBC[7])

عصاره دارچین جهت اثبات دارا بودن فعالیت ضدباکتریایی از نظر کمی و کیفی نیز مورد بررسی قرار گرفت.نتایج آزمون‌های تعیین حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی نشان داد که تمامی غلظت‌ها فعالیت ضدمیکروبی قابل توجهی علیه هر دو گروه باکتری مورد مطالعه در این پژوهش دارند. بررسی فعالیت ضدباکتریایی عصاره دارچین بر روی هر دو گروه باکتریهای گرم مثبت (*باسیلوس سوبتیلیس*، *استافیلوکوکوس اورئوس*) و گرم منفی (*اشرشیاکلی*، *سودوموناس آئروژینوزا*) انتخاب شده در این پژوهش نشان داد که کمترین غلظت استفاده شده در این پژوهش (۵۰۰ppm) قادر به بازدارندگی و نیز مهار کلیه ریزاندامگان مورد مطالعه گردید که این امر بیان کننده قدرت ضدباکتریایی بسیار بالای عصاره دارچین می باشد که نشان می‌دهد عصاره این گیاه می تواند جایگزینی مناسب، مقرون به صرفه، طبیعی، بی خطر و قدرتمند برای نگهدارنده‌های شیمیایی مورد استفاده کنونی در صنعت غذا باشد.

مهمترین ترکیبات موثر فرار اسانس دارچین ترانس *سینامالدهید*[8]، *لینالول*[9]، *اوژنول*[10]، *بنزنپروپانال*[11] و *سینامیلاستات*[12] بوده و تاثیر ضدمیکروبی اسانس بر روی طیف وسیعی از میکروارگانیسم ها به اثبات رسیده و خاصیت ضدمیکروبی، ضدقارچی و آنتی اکسیدانی برای این ترکیب گزارش شده است. همچنینویژگی های ضدمیکروبی این اسانسها بحضور ترکیبات فنلی نسبت داده شده است. این ترکیبات غشای دو لایه فسفولیپیدی سلول را حساس نموده و موجب افزایش نفوذپذیری و نشت اجزای سلول مانند آهن، اسید نوکلئیک و اسیدهای آمینه شده و یا ممکن است به سیستم آنزیمی باکتری ها آسیب جدی برسانند.Duanو همکاران (۲۰۰۹) فعالیت ضدمیکروبی اسانس دارچین را به *اوژنول* نسبت دادند و Bouhid و همکاران (۲۰۱۰)گزارش کردند *سینامالدئید*فراوانترین ترکیب در اسانس دارچین با مکانیزم ضدباکتریایی بر علیه *استافیلوکوکوساورئوس* باعث نشت یون پتاسیم داخل سلول از سلولهای باکتری شده و کاهش قابل توجهی در فعالیت متابولیک آن گذاشت. Ojaghو همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند در اسانسهایی که اثرات بازدارندگی کمی داشتند، *اوژنول* و *سینامالدئید* می تواند به طور مستقیم با خواص ضدباکتریایی مرتبط باشد. با بررسی های مختلف مشخص شد که اسانس دارچین می تواند از رشد باکتری های گرم مثبت و منفی جلوگیری کند[۳۱-۲۹].

نتایج حاصل از مطالعه ال باروتی و همکاران (۲۰۱۰)نیز با یافته های حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. بر اساس این مطالعه، عصاره دارچین با مقادیر MICبین ۲۰ تا ۲۵ میکروگرم بر میلی لیتر قادر به کاهش و مهار رشد باکتریهای *باسیلوس سوبتیلیس*، *استافیلوکوکوس اورئوس و کلبسیلا پونومونیا* می باشد[۲]. بعلاوه، این نتیجه با گزارش ارائه شده توسط جمشیدی و همکاران (۲۰۱۳) که بر روی دارچین انجام گرفته همخوانی داشته و موید اثر ضدباکتریایی قوی دارچین بر روی ریزاندامگان مشابه می‌باشد[۳۲]. علاوه بر این،کالل و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه ای که بر روی عصاره‌های گیاهی حاصل از ادویه‌ها و بوته های مختلف از جمله دارچین، نعناع و آویشن انجام دادند، اظهار داشتند که این عصاره‌ها می‌توانند با اثرگذاری بر دیواره سلولی باکتریها به داخل دیواره سلولی نفوذ کرده و غشاء سیتوپلاسمی آنها را تخریب نمایند و از این طریق منجر به از بین رفتن باکتریها گردند[۱]. یافته‌های حاصل از این پژوهش نیز مصداق بارز این گزارش بوده و قدرت ضدباکتریایی بالای عصاره دارچین بر انواع باکتریهای گرم مثبت و گرم منفی مطالعه شده را تائید می‌نماید.

6. Minimum inhibitory concentration
7. Minimum bactericidal concentration
8. *Cinnamaldehyde*
9. *Linalool*
10. *Eugenol*
11. *Benzenepropanal*
12. *Cinnamyl acetate*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

Table6 Antimicrobial (MIC, MBC) activity of the US and SFE extracts

Extraction (ppm)		Gram Reaction	Type
Supercritical fluid extraction	Ultrasound assisted extraction		
500	500	+	*Staphylococcus aureus* PTCC1431
500	500	+	*Bacillus subtilis*PTCC1015
500	500	−	*Escherichia coli* PTCC1399
500	500	−	*Pseudomonas aeruginosa*PTCC1310

٤- نتیجه گیری

مطالعه پیش رو با هدف معرفی دارچین بعنوان منبعی طبیعی به منظور جایگزینی آن با آنتی اکسیدانهای سنتزی و نگهدارنده‌های شیمیایی خطرناک انجام گرفت و نتایج نشان داد که قدرت آنتی اکسیدانی عصاره ها با میزان ترکیبات فنولی- بعنوان دهندگان هیدروژن- رابطه مستقیم دارد، که در این زمینه گزارشات متعدد ارائه شده توسط توکلی و همکاران (۲۰۱۳)، ال-باروتی و همکاران (۲۰۱۰) و دلفانیان و همکاران (۲۰۱۵)با این نظریه همخوانی دارند[۳۳، ۲، ۳]. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که، عصاره فراصوت (US) با مقدار ترکیبات فنولی بیشتر در مقایسه با عصاره سیال فوق بحرانی (SFE) دارای قدرت آنتی اکسیدانی بالاتری بوده و توان ضد اکسایشی بیشتری حتی در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی دارد و از آنجایی که استخراج با کمک اولتراسوند به عنوان روش دوستدار محیط زیست و تکنولوژی سبز شناخته شده [۸و۹]می‌توان از این روش جهت استخراج عصاره‌های گیاهی در صنعت استفاده نمود. کلیه غلظتهای استفاده شده در این پژوهش قدرت میکروب کشی بسیاربالایی بر روی هر دو گونه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی مورد مطالعه دارد که دلیل آن به وجود سینامالدئید و اوجینول بعنوان عمده‌ترین ترکیبات فنولی با خاصیت ضدمیکروبی و ضداکسیداتیو نسبت داده می‌شود[۲]. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که دارچین می تواند به عنوان منبعی در دسترس، ارزان قیمت و غنی از ترکیبات زیست فعال طبیعی با عملکرد آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی قابل توجه، جایگزین بسیار مناسبی برای آنتی اکسیدان های سنتزی و نگلهدارنده های شیمیایی معرفی و در صنایع مختلف غذایی مورد استفاده قرار بگیرد که بر اساس نتایج حاصله غلظت *ppm* ۵۰۰ عصاره فراصوت قدرت بسیار بالایی در هر دو فعالیت آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی هر دو گروه باکتری گرم مثبت و منفی از خود نشان داد و لذا استفاده از آن برای این منظور پیشنهاد می گردد.

۵- منابع

[1] Kallela, F.,Drissa, D., Chaaria, Lilia Belghitha, F.,Bouaziza, F., Ghorbela, R., EllouzChaabouni,S. (2014). Garlic (Allium sativum L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. Industrial Crops and Products., Vol. (62), 8.

[2] El-Baroty, G. S., Abd El-Baky,H. H.,Farag, R. S., and Saleh,M. A. (2010). Characterization of antioxidant and antimicrobial compounds of cinnamon and ginger essential oils. African Journal of Biochemistry Research., Vol. 4(6), 167-174.

[3] Delfanian, M., Esmaeilzadeh Kenari, R., and Sahari Mohammad, A. (2015). Antioxidative effect of loquat (Eriobotrya japonica Lindl.) fruit skin extract in soybean oil. Food Science and Nutrition., Vol.3 (1), 74–80.

[4] Yunbin, Zh.,Xiaoyu, L., Yifei, W., Pingping, J., SiewYoung., Q. (2015).Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Food Control., Vol. 5(32), 1-21.

[5] Mammadov, R; Ili, P; Ertem V, Havser, A.(2011). Antioxidant Activity and Total

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

[14] Esmaeilzadeh Kenari, R., Mohsenzadeh, F., Raftani Amir, Z. (2014). Antioxidant activity and total phenolic compounds of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound-assisted extraction methods. Food Science & Nutrition.,Vol. 2(4), 426–435.

[15] Wendlin,I., Gasser,R., Emil,R.(1997).A Macrodillution well method for Minimum Inhibitory Concentration and Minimum Bactocidal Concentration Determination of Antimicrobials Borreliaburgdorferi in vitro. Journal of spirochetal and Tick-born Disease., Vol. 4(1/2), 7-10.

[16] Gharekhani Mehre, Qorbani Mohammad, Rasulnejad Nasrin, Jabreiely Shahrokh. (2010). New methods of extraction of bioactive compounds of medicinal plants: solvent and ultrasound assisted extraction, Iranian Chemistry Engineering, NO. 59. (Persian)

[17] Moure, A., Cruzy, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J., Dominguez, H., Nunez, M. J., and Parajo, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry.,72: 145-171.

[18] Simin Feng, Zisheng Luo, Beipei Tao, Chun Chen. (2014). Ultrasonic-assisted extraction and purification of phenolic compounds from sugarcane (Saccharum officinarum L.) rinds. LWT - Food Science and Technology., 1e7.

[19] Ji-Kun Xu, Ming-Fei Li, Run-Cang Sun. (2015). Identifying the impact of ultrasound-assisted extraction on polysaccharides and natural antioxidants from Eucommia ulmoides Oliver. Process Biochemistry.

[20] Tábata T. Garmus, Losiane C. Paviani, Carmen L. Queiroga, Fernando A. Cabral. (2015). Extractionof phenolic compounds from pepper-rosmarin (Lippiasidoides Cham.) leaves by sequential extraction in fixed bed extractorusing supercritical CO2, ethanol and water as solvents. J. of Supercritical Fluids.

[21] Vellingiri Vadivel, Pemiah Brindha. (2015). Antioxidant property of solvent extract and acid/alkali hydrolysates from rice hulls. Food Bioscience., Vol. 11, 85–91.

[22] Dolat Abadi M, Raftani Amiri Z, Esmail Zadeh Kenari R. (2014). Comparison of total phenols and antioxidant properties of walnut Phenolic Content ofGageafibrosa and Romulearamiflora. Iranian Journal of Chemistry Engineering., Vol.30 (3), 57-62.

[6] Herrero, M., Plaza, M., Cifuents, A., and Ibaneze,E. (2015). Extraction techniques for the determination of phenolic compounds in food.

[7] Gonzez-Centeno,M.R., Comas-Serra, F., Femenia, A., Rossell, C., Simal, S. (2014). Effect of power ultrasound application on aqueous extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from grape pomace (Vitisvinifera L.): Experimental kinetics and modeling. Ultrasonics Sonochemistry.,1-9.

[8] Granato, D., and de Ara_ujoCaladoVeronica, M. (2014).The use and importance of design of experiments (DOE) in process modelling in food science and technology. Mathematical and Statistical Methods in Food and Technology., First Edition.Section 1, 4-18.

[9] Selin, S., Ruya, S. (2013). Optimization of olive leaf extract obtained by ultrasound-assisted extraction with response surface methodology. Ultrasonics Sonochemistry., Vol. 20, 595–602.

[10] Saviz, A., Esmaeilzadeh Kenari, R., Khalilzadeh Kelagar, M.A. (2015). Investigation of Cultivate Zone and Ultrasound on Antioxidant, Activity of Fenugreek Leaf Extract. J. Appl. Environ. Biol. Sci., Vol. 4(11S), 174-181.

[11] Chinnarasu, C., Montesa, A., Fernandez-Ponce, M. T., Casas, L., Mantell, C., Pereyra, C., Martinez de la Ossa, E.J.,Pattabhi, S. (2015). Natural antioxidant fine particles recovery from Eucalyptus globulus leaves using supercritical carbon dioxide assisted processes. J. Of Supercritical Fluids., Vol. 101, 161–169.

[12] Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M., Parenti, A., (2000). Analytical, Nutritional and Clinical Methods Section Electrochemical sensor and iosensor for polyohenols detection in olive oils. Food Chemical. 71: 553-562.

[13] LuculaLemos Lima Morelli, Marcelo Alexandre Prado. (2012). Extraction optimization for antioxidant phenolic compounds in red grape jam using ultrasound with a response surface methodology. Ultrasonics Sonochemistry., 19, 1144–1149

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

(Juglans regia L.) green husk of three regions of northern Iran (Shahrood, Bandar Gaz and Hzargarib). FSCT. 11 (45) :183-192 (Persian)

[23] Okoh O. O., Sadimenko A. P., and Afolayan A. J. (2011). Antioxidant activities of Rosmarinus officinalis L. essential oil obtained by hydro-distillation and solvent free microwave extraction. African Journal of Biotechnology., Vol. 10(20), 4207-4211.

[24] Lars, M., Kati, F., Bohm, V. (2011). Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay, Food Chemistry., 129:139–148.

[25]Gillani, F; Raftani Amiri, Z; Esmailzadeh Kenari, R. (2016). Iranian food science and technology Research Journal. Vol. 13, No, 4. 517-527.

[26] Xie, Z., Huang J., Xu X., and Jin Z. (2008). Antioxidant activity of peptides isolated from alfafa leaf protein hydrolysate. Food Chemistry., Vol. 111, 370-376.

[27] Lillian Barros, Maria-Joao Ferreira, Bruno Queiros, Isabel C.F.R. Ferreira, Paula Baptista. (2007). Total phenols, ascorbic acid, b-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. Food Chemistry., Vol. 103, 413–419.

[28] T. Kulisica, A. Radonicb, V. Katalinicc, M. Milos. (2004). Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. Food Chemistry., 85;633–640.

[29] Duan, Zhao.(2009). Antimicrobial efficiency of essential oil and freeze–thaw treatments against Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enterica Ser. Enteritidis in strawberry juice. J. Food Sci. 74 (3), M131–M137.

[30] Bouhdid, S., Abrini, J., Amensour, M., Zhiri, A., Espuny, M., Manresa, A.(2010). Functional and ultrastructural changes in Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus induced by Cinnamon verum essential oil. J. Appl. Microbiol. 109 (4), 1139–1149.

[31] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food chemistry, 120(1), 193-198.

[32] Jamshidi M, Barzegar M, Sahari MA.(2013). Effect of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnnamon powder, Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology Vol. 7, No. 4. (Persian)

[33] Tavakoli Javad, Hadad Khodaparast Hoeyn, Esmaeilzadeh Kenari Reza, Amin Lari Mahmuod, Sharif Ali. (2013). Investigation antioxidant power of P.khinjuk oil as a new food source in Iran, Iranian Food Science and Technology Research Journal Vol. 9, No. 1,61-67. (Persian)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]

The effect of ultrasound assisted and super critical fluid extraction on antioxidant and antibacterial properties of cinnamon extract

Sohrabpour, S. [1*], Esmaeilzadeh Kenari, R. [1], Raftani Amiri, Z. [1]

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Researchers University

(Received: 2018/09/09 Accepted:2019/03/11)

According to various reported problems, consumers' interest for using natural food additive and preservative agents instead of synthetic ones has become inevitable. In this paper, after determining the total phenolic compound, antioxidant activity of samples was investigated using three various methods of DPPH, FRAP and B-carotene bleaching power, and then, total tocopherol of the samples was measured for treated samples of two ultrasound assisted and supercritical fluid extraction procedures. Results proved that ultrasound (45°*C*, 30 minutes) was able to extract more phenolic compounds than subcritical fluid extraction (100bar, 55°*C*, V_{Co2} =16 gr/min, $V_{Ethanol}$= 14ml/min, time: 3 hours). As the result of that, Ultrasound assisted extraction expressed more antioxidant power than Supercritical fluid extractino in all three antioxidant assays. Comparing antioxidant power of both extracts with synthetic antioxidant (TBHQ) proved various results in different concentrationssuch that all treated samples less than 2000ppm indicated higher antioxidant activity than ultrasound assisted extraction (Respectively70.57±16.96, 60.26±16.96%).A part from antioxidant activity, antimicrobial activity (MIC-MBC) of extracts examined on four various bacteria of both gram positive (Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus) and negative (Escherichia Coli, Pseudomonas aeruginosa) pathogenic ones. Results detected that 500ppm (the lowest concentration of this work) was the same concentration for both MIC and MBC assays.

Keywords: Ultrasound, Supercritical fluid extraction, Cinnamon extract, Antimicrobial activity, Antioxidant activity

* Corresponding Author E-Mail Address: sepidesohrabpour@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-08-15]