

بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی و ویژگی‌های رئولوژیکی ترکیبات زیست فعال استخراج شده از درخت به با استفاده از روش اولتراسوند

معین‌الدین فرقانی^۱، سید احمد شهیدی^{۲*}، آزاده قربانی حسن سرایی^۲،
شهرام نقی زاده رئیسی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۲)

چکیده

ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به توسط اولتراسوند مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی‌های رئولوژیکی و محتوای فنلی کل و فلاونوئیدها در ترکیبات استخراج شده توسط روش‌های استاندارد بررسی شدند. همچنین قابلیت آنتی اکسیدانی ترکیبات زیست فعال استخراج شده از طریق اندازه‌گیری قدرت مهار رادیکال هیدروکسیل، رادیکال DPPH و رادیکال سوپراکسید مورد سنجش قرار گرفت. مقدار ترکیبات فنولی موجود در عصاره استخراجی شاخه درخت به $20/375 \pm 0/046$ میلی گرم گالیک اسید در گرم عصاره و مقدار ترکیبات فلاونوئیدی $13/78 \pm 0/028$ میلی گرم کوئرستین در گرم عصاره بود. آزمایش‌های شیمیایی اثبات کردند که ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به، فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH و رادیکال هیدروکسیل و آنیون‌های سوپراکسید را دارد و می‌تواند به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدانی مناسب در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد. مدل‌های رئولوژیکی مستقل از زمان مختلفی برای برازش داده‌های آزمایشگاهی حاصل مورد استفاده قرار گرفتند و مشخص شد که مدل بینگهام مدل بهتری برای توصیف رفتار جریانی نتایج آزمایشگاهی می‌باشد.

کلید واژگان: شاخه درخت به، ترکیبات زیست فعال، فعالیت آنتی اکسیدانی، ترکیبات فنلی، فلاونوئید.

۱- مقدمه

میوه «به» (*Cydonia oblonga* Miller) با نام انگلیسی Quince یک درخت میوه از خانواده Rosaceae و از جنس Cydonia بوده که تنها از یک گونه با نام *Cydonia Vulgaris* برخوردار است و بومی ایران و ترکمنستان می باشد. کشت این درخت به سرعت از آسیا به مناطق مرکزی و جنوبی اروپا، شمال آفریقا، اقیانوسیه و آمریکا گسترش یافته است [۱]. این درخت میوه نیز همچون سایر درخت های میوه ای علاوه بر جنبه اقتصادی تولید میوه، دارای مواد جانبی دیگری نظیر برگ ها و شاخه ها هستند که به ویژه شاخه ها در هنگام هرس درختان حذف می شوند. این شاخه ها اغلب مورد استفاده ویژه ای قرار نمی گیرند هر چند که به دلیل برخورداری از ترکیبات زیست فعال دارای ارزش اقتصادی بالایی هستند.

در طب سنتی ایران، شاخه، برگ درخت و میوه «به» در بهبود بیماری های قلبی عروقی، بواسیر، آسم و سرفه مؤثر دانسته شده است [۲، ۳ و ۴]. با توجه به اینکه مطالعات مختلف نشان داده اند شاخه درخت «به» یک منبع خوب و کم هزینه طبیعی برای ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها است [۲، ۵ و ۶]، بنابراین به لحاظ شیمیایی ویژگی های مطلوب ذکر شده در بهبود بیماری ها را می توان به این ترکیبات نسبت داد. در حال حاضر، پژوهش های مختلفی بر روی میوه «به» انجام شده است که با توجه به ویژگی های آنتی اکسیدانی و خواص ضد میکروبی، این میوه به عنوان یک منبع غذایی مهم در ارتقاء سلامت ارزیابی شده است [۳، ۴، ۷-۱۴].

وجود محتوای فنلی در بخش های غیر خوراکی درخت «به» در قسمت های هوایی غیر خوراکی یعنی شاخه، برگ و دانه نیز اشاره شده است [۲ و ۳]. در پژوهش های مختلف در زمینه استفاده از عصاره شاخه درخت «به» مشخص شد این عصاره در درمان بیماری های مختلف پوست [۲، ۱۵، ۱۶ و ۱۷]، بهبود کبد چرب موش [۱۷]، محافظت از همولیز غشاء گلبول قرمز انسان [۱] و مهار گسترش سلول های سرطانی روده بزرگ انسان [۲۱-۱۸] مؤثر بوده است. در اغلب پژوهش ها، این ویژگی های سلامت بخشی را به سطح بالای ترکیبات فنلی موجود در میوه ها، برگ ها و شاخه درخت «به» نسبت می دهند. بر همین مبنا اندازه گیری میزان ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت «به» مفید خواهد بود. همچنین در این پژوهش به ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی و ویژگی های

رئولوژیکی این ترکیبات که از شاخه درخت «به» استخراج شده اند، پرداخته شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- آماده سازی نمونه

این پژوهش در آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله امینی و آزمایشگاه مرکز رشد واحدهای فناوری ساری انجام گرفت. شاخه درخت به از حواشی مناطق جنگلی شهرستان بهشهر (جنگل عباس آباد) در اواخر فصل پاییز جمع آوری شد. طبق روش سان و همکاران (۲۰۱۰) شاخه درخت به، پس از جمع آوری و جداسازی ناخالصی ها شسته و تمیز شدند [۲۲]. شاخه ها پس از خشک کردن، در یک مخلوط کن خرد شد و با آسیاب آزمایشگاهی به پودر نرمی تبدیل شدند.

۲-۲- استخراج ترکیبات زیست فعال از شاخه

درخت به

استخراج ترکیبات زیست فعال از پودر شاخه درخت به، به کمک روش سان و همکاران [۲۲] و با استفاده از امواج اولتراسونیک انجام گرفت. فرآیند استخراج ترکیبات تحت شرایط مختلف نسبت جامد به مایع (۷ درصد)، دمای اولتراسونیک (۷۰ درجه سانتی گراد)، زمان اولتراسونیک (۴۰ دقیقه) و pH برابر با ۶ انجام گردید. محلول حاصل از تیمارهای مختلف استخراج، توسط کیف بوخنر و ارلن خلاء صاف گردید، حلال به دست آمده توسط دستگاه تبخیرکننده چرخان (روتاری) حذف گردید و عصاره تغلیظ شد. عصاره غلیظ سپس در آن تحت دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک شد. بعد از آون گذاری، ترکیبات زیست فعال جدا شده و جمع گردید.

۲-۳- بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی

ترکیبات زیست فعال استخراج شده

۲-۳-۱- آزمون سنجش قدرت ترکیبات زیست فعال

در مهار رادیکال DPPH

۳ میلی لیتر از محلول ترکیبات زیست فعال در غلظت های مختلف (۵۰-۳۰۰ میکروگرم/میلی لیتر) به لوله محتوی ۱ میلی لیتر محلول DPPH (۰/۱ میلی مولار در اتانول) اضافه

توانایی جذب آنیون‌های سوپراکسید توسط روش مارتینز و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت [۲۴]. هر ۳ میلی‌لیتر مخلوط واکنش، تشکیل‌شده از ۵۰ میلی‌مولار بافر سدیم فسفات (pH برابر با ۷/۸)، ۱۳ میلی‌مولار متیونین، غلظت‌های مختلف (۵۰-۳۰۰ میکروگرم/میلی‌لیتر) عصاره ترکیبات زیست فعال، ۱۰۰ میکرو مولار EDTA، ۷۵ میکرو مولار نیترو-بلو تترازولیوم (NBT) و ۲ میکرو مولار ریوفلاوین بود. جذب نمونه در ۵۶۰ نانومتر پس از ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. بوتیلات هیدروکسی آنیزول (BHA) به‌عنوان کنترل مثبت استفاده شد. درصد مهارکنندگی توسط معادله ۳ محاسبه شد:

معادله ۳

$$\text{Scavenging ability}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A: میزان جذب شاهد (بدون نمونه ترکیبات زیست فعال) در طول موج ۵۶۰ نانومتر

B: میزان جذب نمونه ترکیبات زیست فعال در طول موج ۵۶۰ نانومتر

۲-۳-۴- آزمون اندازه‌گیری مقدار ترکیب‌های فنولی

کل

میزان تام ترکیب‌های فنولی با روش فولین سیوکالتو اندازه‌گیری شد و نتایج برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در گرم عصاره بیان شد [۲۵]. روش فولین-سیوکالتو از متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری ترکیبات فنولی می‌باشد. اساس کار در این روش، احیاء معرف فولین توسط ترکیب‌های فنولی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی‌رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد. عصاره با غلظت ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه شد. ۲۰ میکرولیتر از محلول عصاره با ۱/۱۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین-سیوکالتو مخلوط شدند. بعد از گذشت ۱ تا ۸ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم (۲۰ درصد وزنی/حجمی) به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش بعد از تکان دادن، درون حمام آب با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از گذشت ۳۰ دقیقه جذب آن‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد اسید گالیک، محلول پایه‌ای از این ماده با غلظت ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه گردید. سپس از این محلول پایه غلظت‌های مختلف (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) آماده گردید. پس از رسم منحنی کالیبراسیون گالیک اسید، با قرار

شد و مخلوط حاصل به‌خوبی تکان داده شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در حمام آب در تاریکی نگه‌داشته شد. سپس جذب مخلوط توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV در ۵۱۷ نانومتر با بلانک اتانول (۷۰ درصد) قرائت شد. مخلوط مشابهی طبق گفته‌های بالا حاوی BHT و بدون ترکیبات زیست فعال به‌عنوان نمونه شاهد تهیه گردید. در نهایت درصد به دام اندازی رادیکال DPPH طبق معادله ۱ محاسبه شد [۲۳].

معادله ۱

$$\text{Scavenging ability}(\%) = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

A₀: میزان جذب مخلوط بدون ترکیبات زیست فعال در طول موج ۵۱۷ نانومتر

A₁: میزان جذب مخلوط حاوی ترکیبات زیست فعال در طول موج ۵۱۷ نانومتر

۲-۳-۲- آزمون سنجش قدرت ترکیبات زیست فعال

در مهار رادیکال OH

توانایی مهار رادیکال هیدروکسیل به روش سان و همکاران انجام گرفت [۲۲]. ۱ میلی‌لیتر معرف بریلیانت گرین (۰/۴۳۵ میلی‌مولار)، ۱ میلی‌لیتر ای. دی. تی. آفروس (۹ میلی‌مولار)، ۱ میلی‌لیتر هیدروژن پروکسید (۸/۸ میلی‌مولار) و ۱ میلی‌لیتر غلظت‌های مختلف ترکیبات زیست فعال (۵۰-۳۰۰ میکروگرم/میلی‌لیتر) باهم مخلوط شدند و به مدت ۲۰ دقیقه در انکوباتور در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت، سپس جذب مخلوط واکنش، در طول موج ۶۲۴ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در برابر بلانک (آب مقطر) اندازه‌گیری شد. مخلوط مشابهی طبق گفته‌های بالا حاوی آسکوربیک اسید (ویتامین C) به‌عنوان نمونه شاهد تهیه گردید.

معادله ۲

$$\text{Scavenging ability}(\%) = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

A₀: میزان جذب کنترل (بدون نمونه ترکیبات زیست فعال) در طول موج ۵۱۷ نانومتر

A₁: میزان جذب نمونه ترکیبات زیست فعال در طول موج ۵۱۷ نانومتر

۲-۳-۳- آزمون ارزیابی توانایی جذب آنیون‌های

سوپراکسید

با نرم افزار رایت اسلاید^۲ (۷/۰۱) و نمودارها با نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۰۷ رسم شدند. رفتار جریانی دیسپرسیون ترکیبات استخراجی از شاخه درخت به، در غلظت های مختلف (۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر) توسط تنش برشی به دست آمده در مقابل سرعت برشی در حالت کرنش کنترل شده ارزیابی شد. تنش برشی (□) در محدوده وسیعی از سرعت برشی $\dot{\gamma} = 0.1 - 500$ s⁻¹ به صورت لگاریتمی افزایش یافت. سپس ویسکوزیته ظاهری در سرعت برشی داده شده از طریق نسبت تنش برشی به سرعت برشی به دست آمد. مقادیر ویسکوزیته، تنش برشی، سرعت برشی و منحنی های ویسکوزیته در مقابل سرعت برشی و تنش برشی در مقابل سرعت برشی توسط این نرم افزار به دست آمد [۲۷].

۲-۵- تجزیه و تحلیل نتایج

نتایج حاصل از آزمایش ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تمام آزمون ها با سه تکرار انجام شدند. نمودارها با نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۰۷ رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی ترکیبات

زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به

۳-۱-۱- تعیین توانایی جذب رادیکال DPPH

مهار رادیکال های آزاد یکی از شناخته شده ترین مکانیسم هایی است که توسط آن ترکیب های آنتی اکسیدانی می توانند اکسیداسیون چربی ها را مهار نمایند. در این روش نتایج برحسب درصد کاهش در میزان جذب محلول DPPH در حضور عصاره نسبت به محلول DPPH فاقد عصاره بیان می گردد. اثر غلظت های مختلف پلی ساکارید برای ارزیابی توانایی آنتی اکسیدانی از طریق آزمایش فعالیت جذب DPPH بررسی و کنترل شد (شکل ۱). نتایج درصد مهار کنندگی رادیکال DPPH نشان داد که توانایی مهار رادیکال های آزاد توسط عصاره های ترکیبات زیست فعال در غلظت های مختلف (۵۰ تا ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر) به غلظت عصاره ها بستگی دارد و با افزایش غلظت فعالیت ضد رادیکالی آن ها افزایش

دادن مقدار جذب عصاره در معادله خطی مربوط به منحنی استاندارد (معادله ۴ با $R^2=99.71$)، مقدار فنول تام موجود در عصاره محاسبه شد.

معادله ۴

$$y=0.0057x+0.0054$$

۲-۳-۵- آزمون اندازه گیری مقدار ترکیب های

فلاونوئیدی کل

میزان فلاونوئید تام به روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید اندازه گیری شد [۲۶]. اصول روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید، تشکیل کمپلکس های اسیدی آلومینیوم کلرید با گروه کتو و یا گروه هیدروکسیل فلاونوئیدها است که این ترکیبات بیشترین جذب را در طول موج ۴۱۵ نانومتر دارند. عصاره با غلظت ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه شد. ۰/۵ میلی لیتر محلول عصاره به ۱/۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد، ۰/۱ میلی لیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد، ۰/۱ میلی لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید. بعد از نگهداری نمونه ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، جذب مخلوط در ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. از کوئرتستین به منظور رسم منحنی استاندارد استفاده شد و نتایج برحسب میلی گرم کوئرتستین در هر گرم عصاره بیان شد. محلول پایه ای از این ماده با غلظت ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه گردید. سپس از این محلول پایه غلظت های مختلف (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر) آماده شد. پس از رسم منحنی کالیبراسیون کوئرتستین، با قرار دادن مقدار جذب عصاره در معادله خطی مربوط به منحنی استاندارد (معادله ۵ با $R^2=99.38$)، مقدار فلاونوئید تام موجود در عصاره محاسبه شد.

معادله ۵

$$y=0.0032x+0.0228$$

۲-۴- بررسی ویژگی های رئولوژیکی ترکیبات

زیست فعال استخراج شده

ویژگی های رئولوژیکی ترکیبات زیست فعال استخراجی از شاخه درخت به، به وسیله دستگاه رئومتر MCR ۳۰۱ ساخت شرکت آنتون پار^۱ آلمان قابل برنامه ریزی مجهز به کنترل سرعت برشی مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای رئولوژیکی

داد. بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT در سطح اطمینان ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارد ($p=0/0001$); بنابراین، نمونه ترکیبات زیست فعال دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی است.

می‌یابد [۲۸]. نتایج نشان دادند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر قابل توجهی بر روی رادیکال‌های آزاد DPPH به‌ویژه در غلظت‌های بالا داشت. در غلظت ۳۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر فعالیت ضد رادیکالی عصاره نمونه نسبت به آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT بالاتر بود و از این لحاظ عملکرد بهتری را نشان

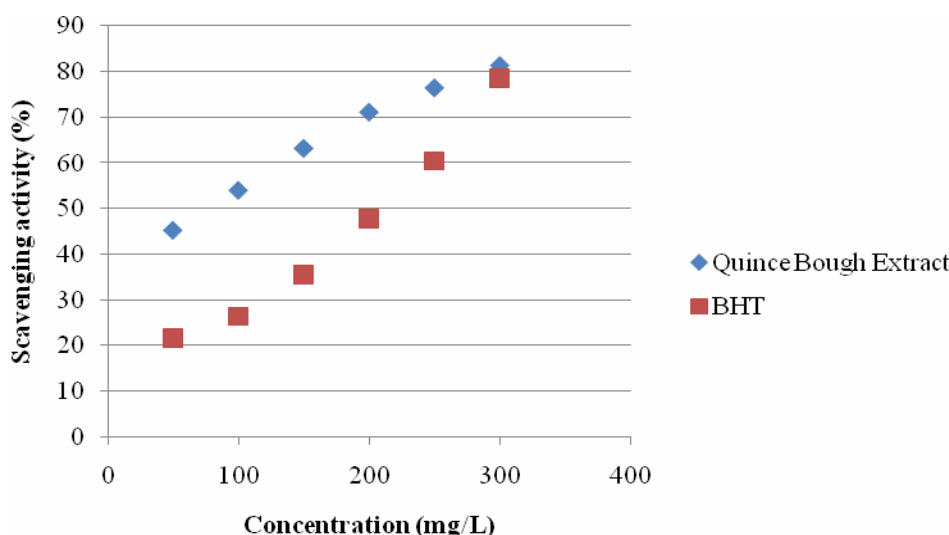


Fig 1 Inhibition effects of the quince bough extract and BHT on DPPH radical. Data are mean for three measurements.

۳-۱-۲- تعیین توانایی جذب رادیکال‌های هیدروکسیل (OH)

در بین انواع اکسیژن‌های واکنش‌دهنده، رادیکال هیدروکسیل فعال‌ترین رادیکال آزاد است که به همه مولکول‌های زیستی با شروع واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکال آزاد حمله می‌کند [۳۳]. حذف رادیکال هیدروکسیل (OH) برای دفاع از سامانه‌های غذایی یا سلولی در برابر اکسیداسیون بسیار مهم است. با توجه به شکل ۲، توانایی جذب رادیکال‌های هیدروکسیل وابسته به غلظت می‌باشد. اثر مهار در رادیکال‌های هیدروکسیل با افزایش غلظت عصاره‌های نمونه ترکیبات زیست فعال از ۵۰ به ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر افزایش یافته است. درصد مهارکنندگی اسید آسکوربیک در غلظت ۳۰۰ ppm، حدود ۸۲/۹ درصد می‌باشد که این میزان برای ترکیبات زیست فعال حاصل شده در این تحقیق در غلظت مشابه، ۹۴/۴ درصد است. در غلظت‌های بیشتر، ترکیب‌های فنولی به سبب افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال انتقال هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد [۲۸]. می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبات زیست

نتایج تحقیق حاضر با نتایج سان و همکاران [۲۹] و موک و همکاران [۳۰] هم‌خوانی داشت. این محققین گزارش نمودند که فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی وابسته به غلظت است و با افزایش غلظت اثر مهارکنندگی شدت یافت. در پژوهشی که توسط سلمانیان و همکاران [۳۱] روی عصاره‌های اتانولی و متانولی سبزی زولنگ بومی ایران، موردبررسی قرار گرفت، میزان EC_{50} در آزمون مهارکنندگی رادیکال DPPH برای عصاره متانولی زولنگ ۱۱۹/۶۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر و برای آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT ۴۲/۱۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود. وو و همکاران [۳۲] نتایج حاصل از فعالیت آنتی‌اکسیدانی پلی‌ساکاریدهای استخراج‌شده از ماکرانتوئیدیس^۱ بررسی کردند. در شرایط آزمایشگاهی رادیکال آزاد DPPH، هیدروکسیل و سوپراکسید به‌طور قوی مهار می‌کند. همچنین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی بالقوه کشف شد و مطالعات بیشتر نشان داد که ارزیابی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدان در شرایط آزمایشگاهی و مشخص شدن مکانیسم آنتی‌اکسیدانی، ضروری است.

1. *Macranthoides*

دیگری نیز این حالت برای گیاهان دیگر مشاهده شد [۳۴].

فعال استخراج شده از شاخه درخت به، فعالیت مهارکنندگی قوی تر روی رادیکال های هیدروکسیل دارند. در پژوهش های

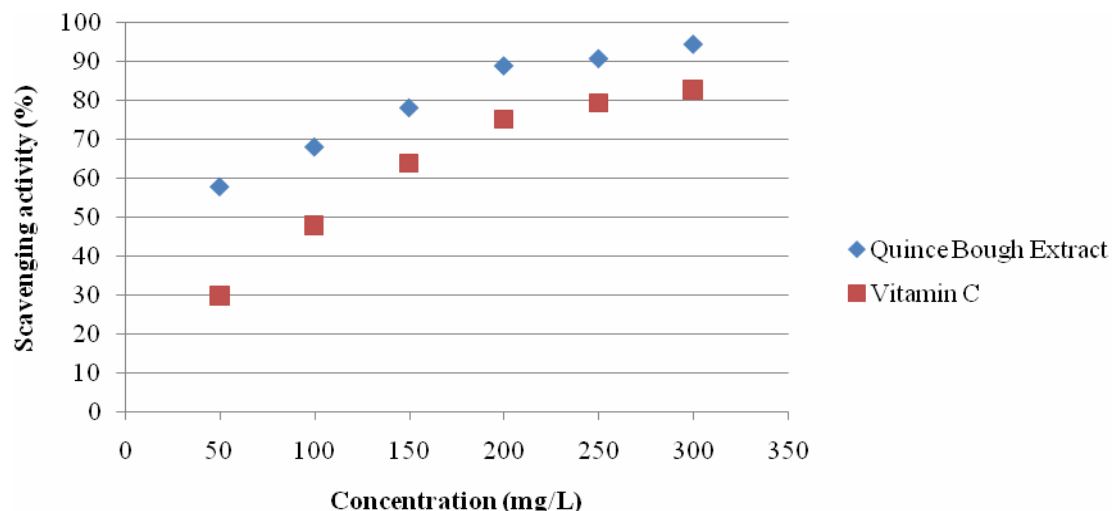


Fig 2 Hydroxyl radical-scavenging activity of quince bough extract and vitamin C at different concentrations. Data are mean for three measurements.

تا ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر، خاصیت جذب آنیون سوپراکسید (O_2) افزایش می یابد. همچنین توانایی ترکیبات زیست فعال استخراجی در جذب رادیکال سوپراکسید از نمونه شاهد یعنی BHA کمتر می باشد. نتایج نشان داد که ترکیبات زیست فعال استخراج شده اثر مهارکنندگی بر آنیون رادیکال سوپراکسید به نمایش گذاشته است که می تواند به پیش گیری یا بهبود آسیب اکسیداتیو کمک کند [۳۶].

۳-۱-۳- توانایی جذب رادیکال های سوپراکسید

رادیکال سوپراکسید به عنوان ترکیب سلولی بسیار مضر شناخته شده است و نقش عمده ای در شکل گیری واکنش های دیگر اکسیژن دار مانند رادیکال هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن ایفا می کند [۳۵]. ترکیبات زیست فعال استخراج شده پتانسیل جذب رادیکال آنیونی سوپراکسید خوبی را از خود نشان می دهد. همان طور که در شکل ۳ دیده می شود با افزایش غلظت از ۵۰

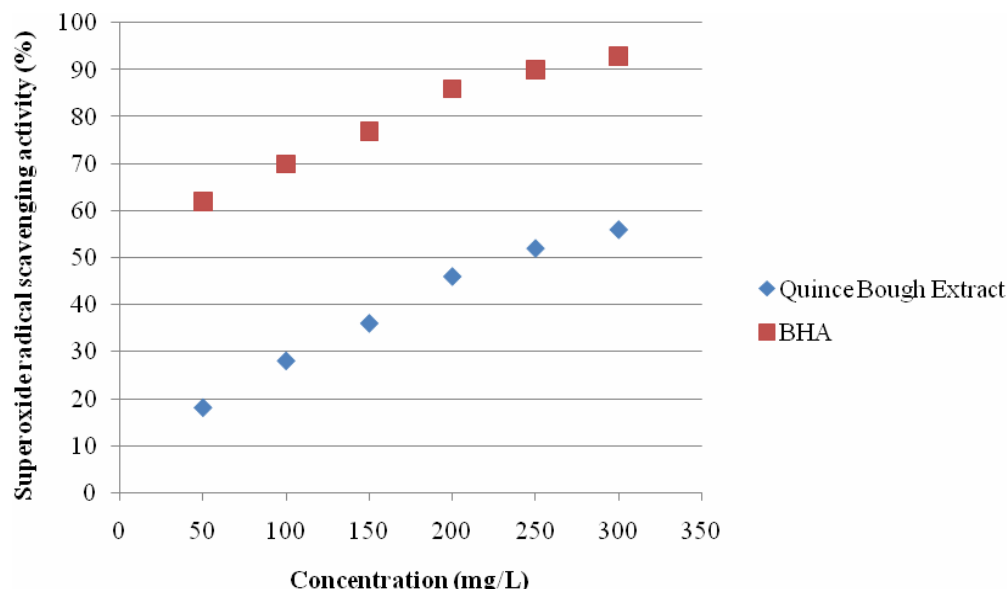


Fig 3 Superoxide radical-scavenging activity of quince bough extract and BHA at different concentrations. Data are mean for three measurements.

ترکیبات فنولی به عنوان پیش گیری کننده در پیشرفت سرطان و بیماری های قلبی شناخته شدند. فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات

۳-۱-۴- ارزیابی مقدار ترکیبات فنولی تام و فلاونوئیدی تام

نسبت به دو روش دیگر بود [۳۸]. در مطالعه‌ای دیگر، اثرات روش‌های مختلف عصاره‌گیری روی محتوای تام فنولی و فلاونوئیدی گیاه *Lythrum salicaria* مورد بررسی قرار گرفت. عصاره‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی خوبی در همه آزمون‌ها نشان دادند. این پژوهش نشان داد که در این گیاه، محتوای تام فنولی در عصاره اولتراسونیک بیشتر از عصاره ماسیراسیون بوده اما محتوای تام فلاونوئیدی در عصاره ماسیراسیون بیشتر از عصاره اولتراسونیک بوده است [۳۷].

۲-۳- ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی محلول ترکیبات استخراج شده

۲-۳-۱- بررسی تغییرات تنش برشی در برابر سرعت برشی در مدل رئولوژیکی

شکل ۴ تغییرات تنش برشی در مقابل نرخ برشی محلول ترکیبات استخراج شده در سه غلظت (۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود با افزایش نرخ برشی، تنش برشی لازم برای جریان یافتن افزایش می‌یابد و در نهایت شیب منحنی با افزایش نرخ برشی زیاد می‌شود که نشان از رفتار جریان غیر نیوتنی محلول‌ها دارد. به علاوه، همان‌طور که پیداست در یک نرخ برشی ثابت با افزایش غلظت تنش برشی افزایش می‌یابد. شیب خط مماس در هر نقطه از سرعت برشی نشان‌دهنده میزان ویسکوزیته ظاهری در آن کرنش می‌باشد.

فنولی وابسته به خصوصیات احیاکنندگی آن‌ها است. میزان ترکیبات فنولی تام عصاره ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به، بر مبنای مقادیر جذب ناشی از واکنش عصاره با معرف فولین-سیوکالتیو و بر اساس مقایسه آن با محلول‌های استاندارد گالیک اسید و بر طبق معادله خط به دست آمده از منحنی استاندارد گالیک اسید محاسبه گردید. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنولی (0.046 ± 0.00375) میلی‌گرم گالیک اسید در گرم عصاره طبق معادله منحنی استاندارد گالیک اسید از عصاره گیاهی استخراج گردید.

مکانیسم عمل فلاونوئیدها به دام اندازی رادیکال آزاد و یا شلاته کردن یون‌ها می‌باشد [۳۷]. میزان تام ترکیبات فلاونوئیدی عصاره ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به، به روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید اندازه‌گیری شد و بر اساس مقایسه آن با محلول‌های استاندارد کوئرستین و بر طبق معادله خط به دست آمده از منحنی استاندارد کوئرستین محاسبه شد. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فلاونوئیدی (0.028 ± 0.001378) میلی‌گرم کوئرستین در گرم عصاره طبق معادله منحنی استاندارد کوئرستین از عصاره گیاهی استخراج گردید. این عصاره حاوی مقادیر فراوانی از ترکیبات فلاونوئیدی بود. نتایج یک مقاله پژوهشی نشان داد که عصاره گل‌آذین گیاه زولنگ دارای محتوای تام فنولی $60.58/1/8$ و $105/5$ میلی‌گرم معادل گالیک اسید در گرم عصاره به ترتیب برای سه روش استخراجی اولتراسونیک، خیساندن و سوکسله بود. نتایج حاکی از وجود مواد فنولی بیشتر در عصاره حاصل از روش سوکسله

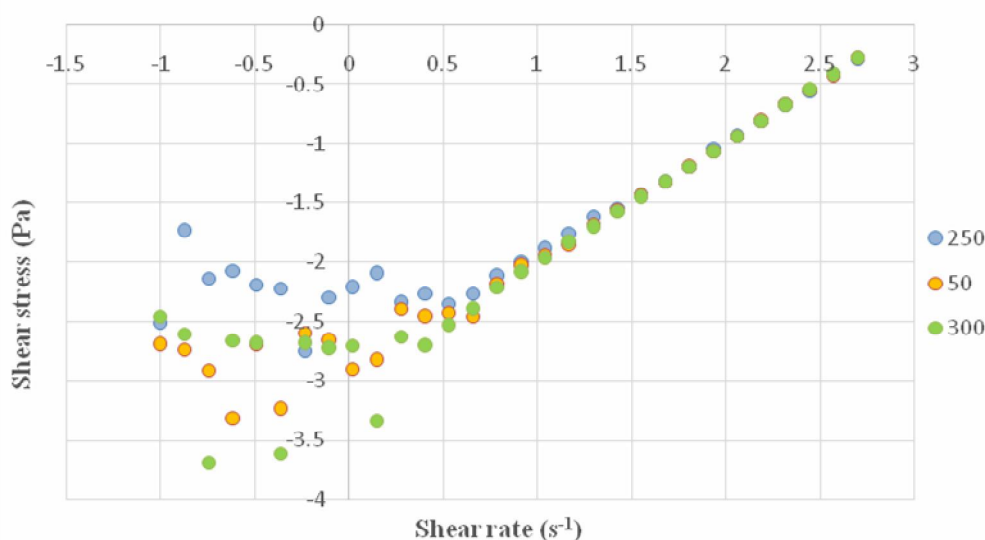


Fig 4 Shear stress vs. shear rate rheogram for quince bough extract at different concentrations.

می توان به ثابت بودن شیب منحنی تنش^۱ به کرنش^۲ در تمامی نقاط سیال نیوتنی و متفاوت بودن شیب در سیال بینگهام در نقاط مختلف اشاره کرد [۴۰].

بیشترین مقدار تنش تسلیم برای محلول ترکیبات زیست فعال در غلظت ۳۰۰ و کمترین مقدار تنش تسلیم در غلظت ۵۰ بود. با توجه به ضرایب اطمینان به دست آمده مدل بینگهام تناسب بیشتری را برای توصیف رفتار رئولوژیکی نمونه ها در غلظت های مختلف نشان داد. همچنین روند مشخصی برای کمیت ضریب قوام بینگهام مشاهده شد.

۳-۲-۳- بررسی تغییرات ویسکوزیته در برابر سرعت برشی در مدل رئولوژیکی

یک سیال نیوتنی سیالی است که یک رابطه خطی بین تنش برشی و نرخ برش در رفتار آن وجود دارد و مقدار ویسکوزیته با تغییر نرخ برش تغییری نخواهد کرد، اما در سیال بینگهام رابطه بین ویسکوزیته ظاهری و سرعت برشی به گونه ای است که با افزایش سرعت برشی، مقدار ویسکوزیته ظاهری کاهش می یابد. در شکل ۵ پروفیل رفتار جریانی برای نمونه ها تقریباً مشابه می باشد. به این صورت که دارای ناحیه نیوتنی در نرخ های برشی می باشند. افزایش غلظت ترکیبات زیست فعال باعث افزایش نواحی اتصال بین زنجیره های پلیمری می شود و در نتیجه مقادیر تنش آستانه افزایش یافته و کاهش ویسکوزیته در منحنی رفتار جریانی دارای شیب تند می شود. ویسکوزیته ظاهری به آرامی با افزایش غلظت ذرات به یک مقدار معین، افزایش می یابد و بعد از آن به سبب تجمع ذرات به نزدیکی یکدیگر، به سرعت افزایش می یابد.

در عمل، ویسکوزیته باید بین این دو محدوده که به اندازه ذرات و تنش برشی بستگی دارد کاهش یابد. ویسکوزیته ترکیبات زیست فعال با افزایش جزء حجمی افزایش می یابد و تغییراتی در رفتار رئولوژیکی سیال رخ می دهد. در سیال نیوتنی رابطه بین ویسکوزیته و سرعت برشی، سه حالت ویسکوزیته زیاد^۳، حد واسطه^۴ و ویسکوزیته کم^۵ می باشد. در سیال بینگهام رابطه بین ویسکوزیته و سرعت برشی به این صورت است که با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته ظاهری به تدریج کاهش می یابد [۴۰].

بر اساس بررسی های انجام شده به منظور تعیین مدل مناسب برای رفتار جریانی خصوصیات رئولوژیکی محلول ترکیبات استخراج شده از شاخه درخت به، مدل های هرشل باکلی (معادله ۷) و بینگهام (معادله ۸) بر داده های تجربی برازش داده شد و پارامترهای مدل مذکور برای کلیه نمونه ها تعیین و مدل بینگهام به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. از این مدل برای بررسی خصوصیات مستقل از زمان استفاده گردید.

$$\tau = k\dot{\gamma}^n + \tau_0 \quad \text{معادله ۷}$$

$$\tau = k\dot{\gamma} + \tau_0 \quad \text{معادله ۸}$$

همان طور که نمودارهای جریان نشان می دهند، با افزایش سرعت برشی شیب خط مماس بر نمودار در هر نقطه از کرنش افزایش می یابد که این رویه وجود رفتار بینگهام را برای محلول ترکیبات استخراج شده مورد آزمایش نشان می دهد. ویژگی مهم مدل بینگهام وجود تنش تسلیم در این مدل است که نشان دهنده یک تنش ابتدایی برای جریان یافتن سیال می باشد، چون در مقادیر کمتر از تنش تسلیم، سیال قادر به جریان یافتن نیست و رفتاری شبیه جامد دارد [۳۹]. این موضوع در ادامه توسط نتایج مدل سازی های رئولوژیکی رفتار جریان برشی پایای محلول ترکیبات استخراج شده شاخه درخت به، بیان گردیده است. با توجه به شکل ۴ می توان گفت که نمونه های حاوی ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به در غلظت های ۵۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ رفتار غیر نیوتنی دارای تنش تسلیم و دارای عرض از مبدأ از خود نشان می دهند. در این تحقیق از مدل بینگهام جهت توصیف رفتار جریانی محلول های ترکیبات استخراج شده استفاده گردید.

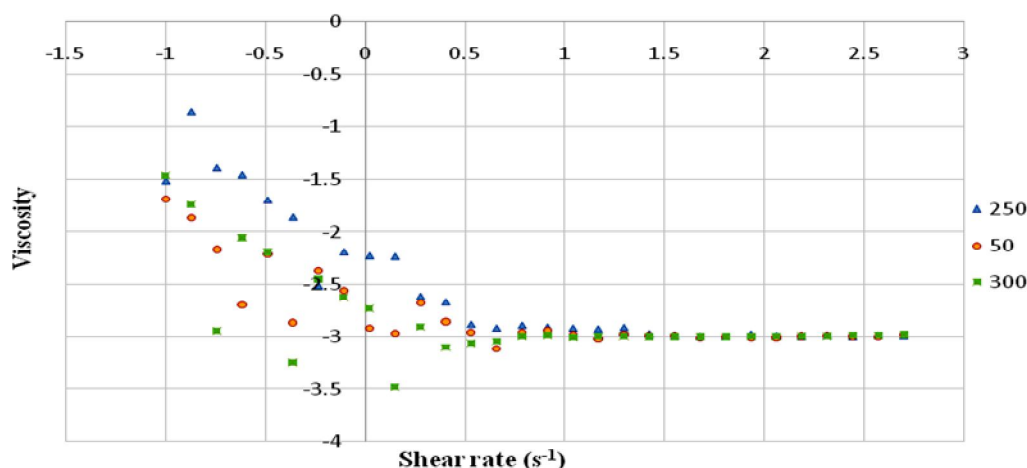
۳-۲-۳- بررسی پارامترهای برازش یافته بر داده های رفتار جریان در مدل رئولوژیکی

همان طور که از جدول ۱ پیداست، مدل بینگهام به دلیل ضریب تعیین بالاتر و خطای کمتر جهت توصیف رفتار جریانی محلول های پلی ساکاریدی به کار می رود. به علاوه از جدول مشخص است که میزان اندیس جریان (n) نمونه ها یک است که نشان از یک رفتار بینگهام می باشد. همچنین میزان اندیس قوام نشان از ساختاریافتگی سیستم می باشد و نشان دهنده افزایش ساختار و اتصالات با افزایش غلظت ترکیبات زیست فعال می باشد. شاخص اندیس جریانی (n) در سیال نیوتنی و بینگهام برابر ۱ است با این تفاوت که سیال بینگهام تنش تسلیم دارد. از تفاوت دیگر یک سیال نیوتنی و یک سیال بینگهام

1. Stress
2. Strain
3. Viscous
4. Intermediate
5. Mobile

Table 1 Rheological parameters Bingham model

model rheological parameters				Concentration
R^2	τ_0	n	k (Pas.s)	
0.9987	0.00063343	1	0.0098879	300
0.9972	0.00054103	1	0.00097275	250
0.9956	0.00017141	1	0.0010036	50

**Fig 5** Viscosity vs. shear rate rheogram for quince bough extract at different concentrations.

۴- نتیجه گیری

استخراج ترکیبات زیست فعال از منابع جدید به عنوان یکی از موضوعات به روز بسیاری از محققین می باشد. آماده سازی عصاره ها از گیاهان، نقطه شروعی برای جداسازی و خالص سازی اجزای شیمیایی موجود در گیاهان می باشد. در این پژوهش، فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که ترکیبات زیست فعال استخراجی دارای ظرفیت بالایی برای جذب رادیکال های آزاد DPPH، OH و سوپراکسید می باشد. نتایج آنالیز شیمیایی نشان داد که فعالیت مهار رادیکال های آزاد DPPH، هیدروکسیل و سوپراکسید وابسته به غلظت است و با افزایش غلظت، افزایش می یابد. در نتیجه می توان گفت که ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه به، دارای درجه خلوص خوبی می باشد. با در نظر گرفتن فعالیت آنتی اکسیدانی بالقوه و مقادیر ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها در شاخه درخت به، می توان از عصاره آن در صنعت دارو و غذا به جای آنتی اکسیدان های سنتزی و سایر

در نرخ های برشی پایین، نیروهای هیدرودینامیکی احتمالاً به اندازه کافی بزرگ نیستند که بتوانند پیوندهای نگه دارنده ذرات در کنار یکدیگر را بشکنند و ذرات فلوک شده می توانند مانند ذرات با اندازه و شکل یکسان عمل کنند و در نتیجه ویسکوزیته ثابت باقی می ماند. در حالی که تنش برشی افزایش می یابد، نیروهای هیدرودینامیکی به اندازه کافی بزرگ می شوند و می توانند فلوک های موجود را بشکنند. تغییر شکل فلوک ها می تواند باعث کشیدگی طولی ذرات و همسو شدن با میدان برش و کاهش ویسکوزیته سیستم می شود [۴۱]. با این حال، در تنش های برشی بالا ویسکوزیته ظاهری به یک مقدار ثابت می رسد که به دلیل این که همه ذرات فلوک شده به طور کامل شکسته می شوند تا این که فقط ذرات مجزا باقی می ماند. دلیل دیگر آن است که تعداد ذرات فلوک شده ثابت باقی می ماند در حالی که تشکیل ذرات فلوک شده برابر تخریب ذرات فلوک شده می شود. تغییر در رئولوژی دیسپرسیون نمی تواند فقط به سبب تغییر در اندازه ذرات سیستم باشد، بلکه ممکن است به دلیل خصوصیات مولکول های پایدارکننده باشد [۴۲].

- Marzouki, N., & Cabras, P. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969.
- [8] Fiorentino, A., D'Abrosca, B., Pacifico, S., Mastellone, C., Piscopo, V., Caputo, R., & Monaco, P. (2008). Isolation and structure elucidation of antioxidant polyphenols from quince (*Cydonia vulgaris*) peels. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(8), 2660-2667.
- [9] Fiorentino, A., D'Abrosca, B., Pacifico, S., Mastellone, C., Piccolella, S., & Monaco, P. (2007). Isolation, structure elucidation, and antioxidant evaluation of cydonioside A, an unusual terpenoid from the fruits of *Cydonia vulgaris*. *Chemistry & biodiversity*, 4(5), 973-979.
- [10] Fiorentino, A., D'Abrosca, B., Pacifico, S., Mastellone, C., Piscopo, V., & Monaco, P. (2006). Spectroscopic identification and antioxidant activity of glucosylated carotenoid metabolites from *Cydonia vulgaris* fruits. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 54(25), 9592-9597.
- [11] Garcia-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food chemistry*, 84(1), 13-18.
- [12] Hamauzu, Y., Yasui, H., Inno, T., Kume, C., & Omanyuda, M. (2005). Phenolic profile, antioxidant property, and anti-influenza viral activity of Chinese quince (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.), quince (*Cydonia oblonga* Mill.), and apple (*Malus domestica* Mill.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 928-934.
- [13] Wang, X., Jia, W., Zhao, A., & Wang, X. (2006). Anti-influenza agents from plants and traditional Chinese medicine. *Phytotherapy Research*, 20(5), 335-341.
- [14] Yildirim, H. (2006). Evaluation of colour parameters and antioxidant activities of fruit wines. *International journal of food sciences and nutrition*, 57(1-2), 47-63.
- [15] Gründemann, C., Papagiannopoulos, M., Lamy, E., Mersch-Sundermann, V., & Huber, R. (2011). Immunomodulatory properties of a lemon-quince preparation (Gencydo®) as an indicator of anti-allergic potency. *Phytomedicine*, 18(8), 760-768.
- نگهدارنده های شیمیایی جهت به تأخیر انداختن پراکسیداسیون لیپید و جلوگیری از رشد پاتوژن های غذایی استفاده نمود. نتایج آزمون های رئولوژیکی نشان داد که محلول های حاوی ترکیبات زیست فعال استخراج شده از شاخه درخت به، دارای رفتار نیوتنی دارای تنش تسلیم و مستقل از زمان هستند و مدل مناسب برای توصیف این رفتار جریانی، مدل بینگهام می باشد. به علاوه، با افزایش میزان پلی ساکارید، اندیس جریان در کلیه نمونه برابر با یک است و شاخص رفتار جریان نشان دهنده اندیس قوام و ساختاریافتگی سیستم است.

۵- منابع

- [1] Costa, R. M., Magalhães, A. S., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentão, P., Carvalho, M., et al. (2009). Evaluation of free radical-scavenging and antihemolytic activities of quince (*Cydonia oblonga*) leaf: A comparative study with green tea (*Camellia sinensis*). *Food and Chemical Toxicology*, 47(4), 860-865.
- [2] Oliveira, A. P., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentão, P., Seabra, R. M., & Silva, B. M. (2007). Phenolic profile of *Cydonia oblonga* Miller leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(19), 7926-7930.
- [3] Oliveira, A. P., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentão, P., Seabra, R. M., & Silva, B. M. (2008). Organic acids composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf. *Food chemistry*, 111(2), 393-399.
- [4] Yildirim, A., OKTAY, M., & BİLALOĞLU, V. (2001). The antioxidant activity of the leaves of *Cydonia vulgaris*. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 31(1), 23-27.
- [5] Silva, B. M., Andrade, P. B., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R. M., & Ferreira, M. A. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4705-4712.
- [6] Silva, B. M., Seabra, R. M., Andrade, P. B., & Papadopoulos, K. N. (2008). Quince (*Cydonia oblonga* Miller): an interesting dietary source of bioactive compounds. *Food chemistry research developments*, 243-266.
- [7] Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C. I., Angioni, A., Dessi, S.,

- [24] Martinez, C. A., Loureiro, M. E., Oliva, M. A., & Maestri, M. (2001). Differential responses of superoxide dismutase in freezing resistant *Solanum curtilobum* and freezing sensitive *Solanum tuberosum* subjected to oxidative and water stress. *Plant Science*, 160(3), 505-515.
- [25] Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- [26] Espinosa - Muñoz, V., Roldán - cruz, C. A., Hernández - Fuentes, A. D., Quintero - Lira, A., Almaraz - Buendía, I., & Campos - Montiel, R. G. (2016). Ultrasonic - Assisted Extraction of Phenols, Flavonoids, and Biocompounds with Inhibitory Effect Against *Salmonella Typhimurium* and *Staphylococcus Aureus* from Cactus Pear. *Journal of Food Process Engineering*. doi: 10.1111/jfpe.12358.
- [27] Mitschka, P. (1982). Simple conversion of Brookfield RVT readings into viscosity functions. *Rheologica Acta*, 21(2), 207-209.
- [28] Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1999). Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, 32(6), 407-412.
- [29] Sun, L., Zhang, J., Lu, X., Zhang, L., & Zhang, Y. (2011). Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology*, 49(10), 2689-2696.
- [30] Mok, S. Y., Choi, M. J., Kim, J., Cho, E. J., & Lee, S. (2012). Antioxidant activity of the methanolic extract of the newly generated vegetable, *baemuchae* (*xBrassicoraphanus*). *Food and chemical toxicology*, 50(3), 848-853.
- [31] Salmanian, S., Sadeghi Mahoonak, A., Jamson, M., & Tabatabaee Amid, B. (2013). Identification and quantification of phenolic acids, radical scavenging activity and ferric reducing power of *Eryngium caucasicum* Trautv. ethanolic and methanolic extracts. *Journal of research and innovation in food science and technology*. 2(2): 193-204.
- [32] Wu, Z., Li, H., Yang, Y., & Tan, H. (2015). Ultrasonic extraction optimization of *L. macranthoides* polysaccharides and its
- [16] Essafi-Benkhadir, K., Refai, A., Riahi, I., Fattouch, S., Karoui, H., & Essafi, M. (2012). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) peel polyphenols modulate LPS-induced inflammation in human THP-1-derived macrophages through NF- κ B, p38MAPK and Akt inhibition. *Biochemical and biophysical research communications*, 418(1), 180-185.
- [17] Abliz, A., Aji, Q., Abdusalam, E., Sun, X., Abdurahman, A., Zhou, W., Moore, N. & Umar, A. (2014). Effect of *Cydonia oblonga* Mill. leaf extract on serum lipids and liver function in a rat model of hyperlipidaemia. *Journal of ethnopharmacology*, 151(2), 970-974.
- [18] Carvalho, M., Silva, B. M., Silva, R., Valentão, P., Andrade, P. B., & Bastos, M. L. (2010). First report on *Cydonia oblonga* Miller anticancer potential: differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(6), 3366-3370.
- [19] Afshari, K., Samavati, V., & Shahidi, S. A. (2015). Ultrasonic-assisted extraction and in-vitro antioxidant activity of polysaccharide from *Hibiscus* leaf. *International journal of biological macromolecules*, 74, 558-567.
- [20] Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., & Proch, J. (2005). Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1), 44-50.
- [21] Saoussen, B., Helmi, H., Shino, M., & Yoshiro, O. (2012). Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (Ganges ecotype) response to increasing levels of dissolved cadmium and zinc. *Chemistry and Ecology*, 28(6), 561-573.
- [22] Sun, Y., Liu, J., & Kennedy, J. F. (2010). Application of response surface methodology for optimization of polysaccharides production parameters from the roots of *Codonopsis pilosula* by a central composite design. *Carbohydrate polymers*, 80(3), 949-953.
- [23] Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. [doi: 10.1021/jf00018a005]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(6), 945-948.

- extraction methods. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 29(3), 773-777.
- [38] Motallebi Riekandeh, S., Mazandarani, M., Ebrahimzadeh, M. A., & Zargari, M. Evaluation of three methods for the extraction of antioxidants from *Eryngium caucasicum* (Apiaceae) inflorescence. *Eur Rev Med Pharmacol Sci. Accepted for publication*.
- [39] Steffe, J. F. (1996). *Rheological methods in food process engineering*. Freeman press.
- [40] Razavi, S.M.A., and Akbari, R., 2014, *Biophysical properties of agricultural materials and food products (5nd edition)*, Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran.
- [41] McCurdy, R. D., Goff, H. D., Stanley, D. W., & Stone, A. P. (1994). Rheological properties of dextran related to food applications. *Food Hydrocolloids*, 8(6), 609-623.
- [42] Campanella, O. H., & Peleg, M. (1987). Note: On the Relationship Between the Dynamic Viscosity and the Relaxation Modulus of Viscoelastic Liquids. *Journal of Rheology*, 31(6), 511-513.
- physicochemical properties. *International journal of biological macromolecules*, 74, 224-231.
- [33] Halliwell, B., & Chirico, S. (1993). Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *The American journal of clinical nutrition*, 57(5), 715S-724S.
- [34] Samavati, V., Lorestani, M., & Joolazadeh, S. (2014). Identification and characterization of hydrocolloid from *Cordia myxa* leaf. *International journal of biological macromolecules*, 65, 215-221.
- [35] Govender, S., Pillay, V., Chetty, D. J., Essack, S. Y., Dangor, C. M., & Govender, T. (2005). Optimisation and characterisation of bioadhesive controlled release tetracycline microspheres. *International journal of pharmaceutics*, 306(1), 24-40.
- [36] Zhang, Y., Li, S., Wang, X., Zhang, L., & Cheung, P. C. (2011). Advances in lentinan: isolation, structure, chain conformation and bioactivities. *Food hydrocolloids*, 25(2), 196-206.
- [37] Khalili, M., Fathi, H., & Ebrahimzadeh, M. A. (2016). Antioxidant activity of bulbs and aerial parts of *Crocus caspius*, impact of

Ultrasound assisted extraction of Bioactive Compounds from quince bough: evaluation of its rheological properties and Antioxidant Activity

Forghani, M. ¹, Shahidi, S. A. ^{2*}, Ghorbani Hasan-Saraei, A. ², Naghizadeh Raeisi, SH. ²

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

2. Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran

(Received: 2017/02/17 Accepted:2017/08/13)

Ultrasound assisted Quince (*Cydonia oblonga* Miller) bough aqueous extracts were evaluated. The rheological properties and the content of total phenol and flavonoids were determined in the extracted bioactive compounds by standard methods. Antioxidant activity of extracted bioactive compounds was evaluated by Superoxide radical scavenging activity, hydroxyl radical scavenging activity and DPPH scavenging activity. The total amounts of phenolics and flavonoids were 20.375 ± 0.046 mg GAE/g and 13.78 ± 0.028 mg quercetin/g dry weight of bioactive compounds. The results of chemical analysis showed that the extracted bioactive compounds had high capacity to absorb the free super oxide radical, hydroxyl radical and DPPH and can be used as a suitable antioxidant compound in food and drug industries. Different time independent rheological models were used to fit the experimental data and Bingham was found the best model to describe flow behavior for all of the experimental results.

Keywords: Quince bough, Bioactive compounds, Antioxidant activity, Phenolic, Flavonoids.

* Corresponding Author E-Mail address: a.shahidi@iauamol.ac.ir