مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تاثیر مایکروویو بر میزان استخراج موسیلاژ دانه "به"و بهینه‌سازی آن با استفاده از روش سطح پاسخ

بهاره گودرزی شمس آبادی[۱]، محمد امین مهرنیا[۲*]، محمد نوشاد[۳]، بهروز علیزاده بهبهانی[۲]، حسن برزگر[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲-استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۳-دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۵

کلمات کلیدی:

استخراج با مایکروویو،

موسیلاژ دانه به،

روش سطح پاسخ،

بهینه‌سازی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.101

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.9.0

* مسئول مکاتبات:

mehrnia@asnrukh.ac.ir

چکیده

صمغ‌های غذایی از جمله افزودنی‌هایی هستند که نقش‌های گوناگونی از قبیل قوام‌دهندگی، ژل‌دهندگی و پایدارکنندگی را در محلول‌های غذایی ایفا می‌کنند. در این پژوهش بهترین شرایط استخراج موسیلاژ دانه"به"و همچنین خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی آن مورد بررسی قرار گرفت. راندمان استخراج موسیلاژ دانه به، با استفاده از متغیرهای توان مایکروویو(۸۵۰-۲۵۰ وات)، نسبت آب به دانه(۲۰-۶۰) و زمان استخراج(۹-۲ دقیقه)، با روش سطح پاسخ بهینه‌سازی شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی موسیلاژ شامل خاکستر، رطوبت، پروتئین و چربی اندازه‌گیری و خواص آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH، ABTS، FRAP و آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن ارزیابی گردید. بازدهی استخراج در دامنه ۸/۹٪ تا ۱۵/۲٪ بود. با افزایش توان مایکروویو در زمان ثابت، بازده استخراج موسیلاژ افزایش یافت، لیکن افزایش توان هم زمان با افزایش زمان تیمار منجر به کاهش میزان استخراج موسیلاژ گردید. افزایش زمان هم‌زمان با ثابت نگه داشتن توان در ابتدا منجر به افزایش استخراج و پس از آن منجر به کاهش میزان حصول موسیلاژ شد. قدرت مهارکنندگی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی با روش‌های DPPH، FRAP، ABTS و آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن ، به ترتیب ۵۳/۱۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر، ۱/۰۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر، ۶۹/۶۱ میکروگرم برمیلی‌لیتر، ۲/۹۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، میزان فنل و فلاونوئید کل ۷۴/۶۶ میلی‌گرم معادل اسید گالیک در گرم نمونه و ۶۷۰/۲۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک نمونه به دست آمد.

۱-مقدمه

از گذشته‌های دور صمغ‌ها به صورت خانگی و یا صنعتی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. طی سال‌های اخیر، به دلیل تغییر در شیوه زندگی و روش‌های نوین فرآوری مواد غذایی، مصرف مواد غذایی آماده مصرف، با چربی پایین سبب گسترش مصرف هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی گردیده است. این ترکیبات معمولا در غلظت‌های ۱٪ و یا کمتر از آن مورد استفاده قرار می‌گیرند و در همین مقادیر اندک قابلیت تولید محلول‌هایی با ویسکوزیته بالا و یا تشکیل ژل را دارند و به شدت بر روی خصوصیات بافتی و احساس دهانی محصول تاثیرگذار می باشند[۱].

دانه‌ها یکی از منابع قدیمی و سنتی تولید صمغ هستند. اکثر دانه‌ها حاوی مقادیر زیادی نشاسته جهت استفاده جوانه می‌باشند و بسیاری از آن‌ها نیز حاوی پلیمرهای پلی‌ساکاریدی دیگر با خصوصیات مشابه صمغ‌ها هستند که آن‌ها را تبدیل به منابع مفیدی جهت استحصال هیدروکلوییدها نموده است.

به یا بهی با نام علمی *Cydonia Oblonga* و از زیر خانواده آمیگدالوئید[1] است. بومی آسیای غربی بوده و منشا آن منطقه قفقاز شامل ارمنستان و آذربایجان، ایران، جنوب‌غربی روسیه و ترکمنستان است. صد گرم میوه" به"، به طور متوسط دارای ۱۵٪ کربوهیدرات، ۱۲/۵٪ قند، ۲٪ فیبر، ۰/۵٪ پروتئین و حدود ۷۰٪ آب است.

دانه‌های"به"پهن و بیضی شکل بوده، حدودا ۵ تا ۱۰ میلی‌متر بلندی، ۲ تا ۵ میلی‌متر عرض و ۲ میلی‌مترضخامت دارد. دو سطح صاف و مسطح بزرگ در یک سمت، در یک لبه تیز به هم برخورد کرده و سمت دیگر آن توسط یک سطح شدیداً قوس‌دار گرد به یکدیگر می‌پیوندند[۲]. موسیلاژ دانه"به"، به سادگی و با قرار گرفتن دانه‌ها در آب گرم و حتی آب سرد از دانه خارج می-شوند. از جمله ویژگی‌های این موسیلاژ می‌توان به توانایی تولید ویسکوزیته بالا حتی در غلظت‌های پایین بدون تشکیل ژل، پایداری در غلظت‌های مختلف نمک، pH بین ۱ تا ۱۰، خصوصیات پایدارکنندگی مناسب، فرآیند استخراج ساده و داشتن اثرات مثبت بر سلامت انسان اشاره کرد .

به دلیل ساختار منحصر به فرد موسیلاژ دانه به از جمله وجود نانوفیبریل‌های سلولزی ذخیره شده در اپیدرم دانه به راحتی در آب پراکنده شده و دیسپرسیونی با ویسکوزیته بالا تشکیل میدهند[۳]. هیدرولیز اسیدی پلی‌ساکاریدهای محلول در آب تولید دی- آرابینوز و زایلوز را ایجاد می کند. پلی‌ساکارید اصلی محلول در آب موجود، در موسیلاژ دانه‌های این درخت استئیله شد (٤-او-متیل-دی-گلوکرونو)-زایلان است که حاوی مقدار زیادی بقایای اسید گلوکورونیک است[٤].

روش‌های سنتی استخراج نیاز به زمان طولانی دارند و در صورت استفاده از حلال‌های سمی، آلودگی و بقای این حلال‌ها را به دنبال دارند، بنابراین استفاده از روش‌های نوین نظیر فراصوت و امواج مایکروویو به دلیل بالاتر بودن سرعت و انرژی مؤثر در استخراج و انتقال جرم بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند[۵].

روش استخراج با مایکروویو، روشی قدرتمند با پتانسیل بالا در مقابل روش‌های سنتی استخراج ترکیبات آلی گیاهان است. اثر مکانیکی گرم شدن درونی بستگی به شرایط پلاریزاسیون دی‌الکتریک حاصل از تابش امواج مایکروویو دارد و افزایش فشار ایجاد شده درون سلول سبب انتقال سریع مواد آلی موجود در گیاه به محیط استخراج می‌شود[۱].

روش سطح پاسخ (Surface Response Methodology) یا به صورت اختصاری RSM، یک مجموعه از تکنیک‌های آماری و ریاضیات کاربردی برای ساخت مدل‌های تجربی است. در طراحی آزمایش‌ها، هدف، شناسایی و تحلیل متغیرهای موثر بر خروجی‌ها با کمترین تعداد آزمایش است. این روش با کشف میزان بهینه هر یک از متغیرهای طراحی به بهترین سطح پاسخ دست می‌یابد [٦]. در این پژوهش بهینه‌سازی استخراج موسیلاژ از دانه"به" به کمک مایکروویو و با استفاده از روش سطح پاسخ انجام شده است. در پژوهش‌های مشابه عواملی نظیر دما، نسبت آب به دانه، pH، غلظت نمک و مدت زمان استخراج، در هنگام استخراج صمغ مهم بوده و مورد توجه قرار گرفته‌اند زیرا بر خصوصیات صمغ استخراج شده نظیر بازده استخراج صمغ، ویسکوزیته صمغ استخراجی و درجه خلوص آن تأثیر گذار باشند. به عنوان مثال سکاچائی به ارزیابی شرایط بهینه استخراج

1. Amygdaloid

صمغ به سه روش حمام آب گرم، حمام فراصوت و مایکروویو پرداخت[۱] همچنین فرهمند و همکاران، به ارزیابی خواص عملکردی موسیلاژ دانه به استخراج شده به کمک فراصوت پرداختند. لذا هدف از این پژوهش در ابتدا، بهینه‌سازی شرایط استخراج با هدف رسیدن به حداکثر راندمان و سپس بررسی برخی خواص موسیلاژ استخراج شده مانند خواص آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن می‌باشد[۷].

۲-مواد و روشها

۲-۱-آماده‌سازی نمونه

ماده اولیه مورد نیاز این پژوهش، دانه میوه"به"، از بازار محلی اهواز تهیه شده، ناخالصی‌های آن به صورت دستی جداسازی شد و تا زمان انجام آزمون‌ها در محیط خشک و خنک نگهداری شد.

۲-۲- استخراج موسیلاژ دانه به

برای استخراج موسیلاژ از روش مقبل و همکاران و سکاچائی[۸-۱] با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا دانه به، به مدت یک ساعت با آب مقطر دوبار تقطیر به نسبت‌های مشخص شده خیسانده شد. سپس تحت تاثیر امواج مایکروویو در زمان‌های مختلف قرارگرفت. مخلوط حاصل به جهت حصول هرچه بیشتر موسیلاژ، به مدت یک ساعت در دمای محیط قرار گرفته و سپس مخلوط حاصله با کمک توری پارچه‌ای صاف گردید. مخلوط موسیلاژ به دست آمده با دو برابر حجم خود اتانول ۹۶٪ جهت ایجاد لخته مخلوط شد و به مدت یک ساعت در دمای محیط قرار گرفت.

لخته‌های موسیلاژ به دست آمده توسط صافی جداسازی شده و برای خشک کردن به آون منتقل گردید. عملیات خشک کردن در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰-۱۸ ساعت صورت گرفت. موسیلاژهای خشک شده، وزن شده و برای به دست آوردن راندمان استخراج از رابطه ۲-۱ زیر استفاده گردید[۹].

$$Y=M_1/M_2\times 100$$

M_1= وزن موسیلاژ استخراج شده

M_2= وزن دانه به

موسیلاژهای به دست آمده برای انجام سایر آزمون‌ها به صورت مجزا در مکان خشک و خنک نگهداری شدند.

۲-۳-طرح آزمایش و آنالیز داده ها

آزمون‌ها با استفاده از روش سطح پاسخ و بر اساس طرح مرکب مرکزی برای متغیرهای مستقل شامل نسبت آب به دانه، توان مایکروویو و مدت زمان قرار گرفتن دانه ها در معرض امواج مایکروویو تنظیم گردیدند.

Table 1 Levels of independent variable

	Independent variable	Min	MAX	-Alpha	+Alpha
A	Microwave power(watt)	400	700	250	850
B	Time(min)	6	8	5	9
C	Water ratio	30	50	20	60

۲-٤- اندازه‌گیری محتوی رطوبت

نخست مقدار ۲ گرم از پودر موسیلاژ به کمک ترازوی دقیق توزین و به مدت حداقل ۵ ساعت در آون با دمای ۱۰۵c° قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد؛ سپس از تفاضل وزن اولیه نمونه به وزن نمونه خشک شده تقسیم بروزن اولیه، مقدار رطوبت محاسبه شد(AOAC-950/46).

۲-۵- اندازه‌گیری خاکستر

پس از توزین مقدار مشخصی از پودر موسیلاژ درون بوته‌های چینی، بوته های حاوی نمونه روی شعله مستقیم آتش سوزانیده شدند. سپس بوته‌ها در کوره با دمای ۵۵۰ c° برای حداقل ۵ ساعت نگه داشته شدند تا خاکستر کاملا سفید رنگی ظاهر شود. سپس با توجه به وزن اولیه نمونه، خاکستر کل محاسبه گردید (AOAC-920/153).

Table 2 Experiments of central composite design

Independent variable			
Water ratio	Time(min)	Microwave power(watt)	Treatment number
30	8	700	1
50	8	400	2
30	8	400	3
40	5	550	4
40	5	550	5
40	7	550	6
20	7	550	7
40	7	550	8
40	7	250	9
50	6	400	10
40	9	550	11
50	8	700	12
30	6	400	13
60	7	550	14
40	7	850	15
50	6	700	16
40	7	550	17
30	6	700	18
40	7	550	19
40	7	550	20

۲-٦- اندازه‌گیری میزان پروتئین به روش کجلدال

در ابتدا برای هضم نمونه‌ها، مقدار ۰/۳گرم پودر موسیلاژ توزین و با یک عدد قرص کاتالیست هضم و۷ میلی لیتر اسید سولفوریک مخلوط گردید. سپس به بلوک هضم انتقال یافته و به مدت ۲ ساعت، دما به تدریج تا ٤۰۰c° افزایش یافت. سپس نمونه هضم شده در دستگاه میکروکلدال اتوماتیک، قرار گرفته و درصد نیتروژن خوانده شد. برای محاسبه درصد پروتئین، مقدار نیتروژن کل هر نمونه در عدد ٦/۲٥ ضرب شد(AOAC-981/10).

۲-۷-اندازه‌گیری چربی

در ابتدا برای حذف رطوبت، پودر موسیلاژ درون آون ۱۰۵ °C کاملا خشک گردید؛ سپس مقدار ۱ گرم از پودر خشک شده درون کاغذ صافی و سپس فنجان دستگاه سوکسله اتوماتیک قرار گرفتند. به وسیله حلال هگزان نرمال و اعمال حرارت، چربی صمغ‌ها استخراج و محاسبه شد (AOAC-991/30).

۲-۸- شناسایی گروههای عامل با تکنیک طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه

شناسایی گروه‌های عاملی ترکیبات تشکیل‌دهنده موسیلاژبا استفاده از تکنیک طیف‌بینی فروسرخ تبدیل فوریه (FTIR)، طبق روش بهبهانی و همکاران [۱۰] انجام شد. پودر موسیلاژ حاصل، ابتدا با پتاسیم بروماید ترکیب و سپس با استفاده از دستگاه پرس به قرص تبدیل شد. طیف موسیلاژ با کمک دستگاه اسپکترومتر (Thermo Nicolet، مدلAvatar 370، ساخت آمریکا) و در محدوده عدد موجی ۵۰۰ -٤۰۰ بر سانتی‌متر ثبت شد.

۲-۹-تعیین فعالیت ضداکسایشی موسیلاژ دانه به

فعالیت آنتی‌اکسیدانی موسیلاژ دانه به با استفاده ازچهار روش آنتی‌اکسیدانی مهار رادیکال آزاد DPPH، رادیکال آزاد ABTS ، FRAP و رنگبری بتا-کاروتن / لینولئیک اسید انجام شد.

۲-۱۰-سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH

غلظت‌های انتخابی ازموسیلاژ (۱۰-۵۰-۱۰۰-۲۵۰-۵۰۰) میکروگرم بر میلی‌لیتر به محلول ۰/۱ میلی‌مولار DPPH اضافه شد، به طوریکه حجم نهایی برابر ۲ میلی‌لیتر شد. جذب محلول بعد از ۵ دقیقه در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. این کار تا ۳۰ دقیقه تکرار شد. برای مقایسه جذب نمونه ها از محلول

DPPHبه عنوان بلانک استفاده شد.

فعالیت مهار رادیکال‌های DPPH بر اساس رابطه ۲-۲محاسبه میشود

$$\text{درصد فعالیت مهارکنندگی} = \frac{\text{جذب نمونه}-\text{جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} \times ۱۰۰$$

۲-۱۱- تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی با روش رادیکال ABTS

از روش شان و همکاران [۱۱]، با اندکی اصلاحات جهت بررسی فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد ABTS استفاده شد به‌طور خلاصه، ابتدا محلول رادیکالی غلیظ ABTS (۷ میلی‌مولار) با استفاده از پتاسیم پرسولفات (۲/۴۵ میلی مولار) رقیق و در دمای اتاق در شرایط تاریکی قرار داده شد. در ادامه، محلول کاتیونی رادیکال ABTS تا رسیدن به جذب ۰/۷در طول‌موج ۷۳٤ نانومتر رقیق شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از موسیلاژ یا کنترل (متانول) با ۳/۹ میلی‌لیتر محلول رادیکالی مخلوط و جذب محلول بعد از ٦ دقیقه گرمخانه‌گذاری شد. درصد فعالیت مهارکنندگی بر اساس رابطه ۲-۳ محاسبه شد.

۲-۱۲- سنجش میزان فنول کل نمونه‌های گیاهی

محتوی فنول کل نمونه با استفاده از واکنشگر فولین سیوکالتو اندازه‌گیری شد، به طوریکه ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های رقیق شده همراه با دو میلی لیتر کربنات سدیم ۲ درصد در لوله آزمایش ریخته و به مدت دو دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شد. سپس ۰/۱ میلی لیتر واکنش‌گر فولین‌سیوکالتو (۵۰ درصد) به آن اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری و سپس میزان جذب آن در طول موج ۷۲۰ نانومتر خوانده شد[۱۲]. مقادیر فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد برحسب نمونه گرم اسیدگالیک در گرم نمونه بیان گردید.

$$\text{درصد فعالیت مهارکنندگی} = \frac{\text{جذب نمونه}-\text{جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} \times ۱۰۰$$

۲-۱۳- تعیین مقدار فلاونوئیدهای کل

از روش رنگ سنجی کلرید آلومینیوم برای تعیین مقدار فلاونوئید کل استفاده شد. با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم (۱ درصد متانولی)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم (یک مولار) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر ترکیب شد. سپس محلول در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد. جذب محلول‌ها در ٤۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد[۱۳].

۲-۱٤-سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه ها به روش FRAP

محلول (Ferric Reduciting Ability of Plasma FRAP)(حاوی ۲۵ میلی لیتر بافر استات (PH=۳/٦) میلی لیتر محلول کلریدآهن III و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول تریازین-اس-تریپیریدیل (TPTZ) ۱۰ میلی‌مولار در اسیدکلریدریک ٤۰ میلی-مولار به صورت تازه تهیه شد. غلظت انتخابی از موسیلاژ ٤۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر به محلول FRAP اضافه شد، به طوری‌که حجم نهایی برابر ۲ میلی‌لیتر شد. جذب محلول بعد از ۲۰ دقیقه در طول موج ۵۹۳ نانومتر خوانده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ترکیبات شیمیایی موسیلاژ دانه" به"

ترکیبات شیمیایی موسیلاژ دانه به اندازه‌گیری شد و مقادیر به دست آمده در جدول زیر بیان شده است.

Table 3 Chemical compounds of dried Quince seed

2.29	Moisture
1.75	Fat
7.72	Ash
17.31	Protein
70.93	Carbohydrate

فکری و همکاران [۱٤]، نشان دادند که موسیلاژ دانه"به"حاوی حدود ٤/۳۸ درصد طوبت و ۹۵/٦۲ درصد ماده خشک، ۸/۲٤ درصد خاکستر و ۲۰/۹ درصد پروتئین می‌باشد. تفاوت میان این اجزای سازنده در موسیلاژ حاصله را می‌توان به تفاوت میان گونه دانه، و روش استخراج مرتبط دانست.

۳-۲- تجزیه و تحلیل سطح پاسخ

جهت ایجاد ارتباط میان متغیرهای وابسته با متغیرهای مستقل و جهت برازش مدل، تجزیه و تحلیل رگرسیون و ANOVA مورد استفاده قرار گرفت. معادله چندجمله ای درجه دوم بر روی متغیرهای وابسته برازش گردید. اثر عوامل مختلف بر میزان بازدهی موسیلاژ دانه "به" درجدول ٤ نشان داده شده است.

Table 4 ANOVA analysis of quadratic polynomial model for yield

p-value Prob > F	F Value	Mean Square	df	Source
0.0004	11.28	5.87	9	Model
0.0003	28.13	14.63	1	A-power
0.0003	34.32	17.58	1	B-time
0.0051	12.75	6.63	1	C-water ratio
0.9619	2.40	1.25	1	AB
0.0190	7.81	4.06	1	AC
0.0225	7.28	3.78	1	BC
0.3146	1.12	0.58	1	A^2
0.0163	8.32	4.33	1	B^2
0.0461	5.18	2.69	1	C^2
		0.52	10	Residual
0.0206	7.84	0.92	5	Lack of Fit

با استفاده از نرم افزار بازدهی استخراج موسیلاژ برازش شد. خروجی مدل نشان دهنده معنی‌دار بودن است. در مدل سازی پارامتر های مورد بررسی مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ نشان دهنده معنی‌دار بودن آن است. در مدل پیشنهاد شده، پارامترهای توان، زمان و نسبت آب به دانه، توان × نسبت آب به دانه ، زمان× نسبت آب به دانه، توان دوم زمان و توان دوم نسبت آب به دانه، معنی‌دار بودند.

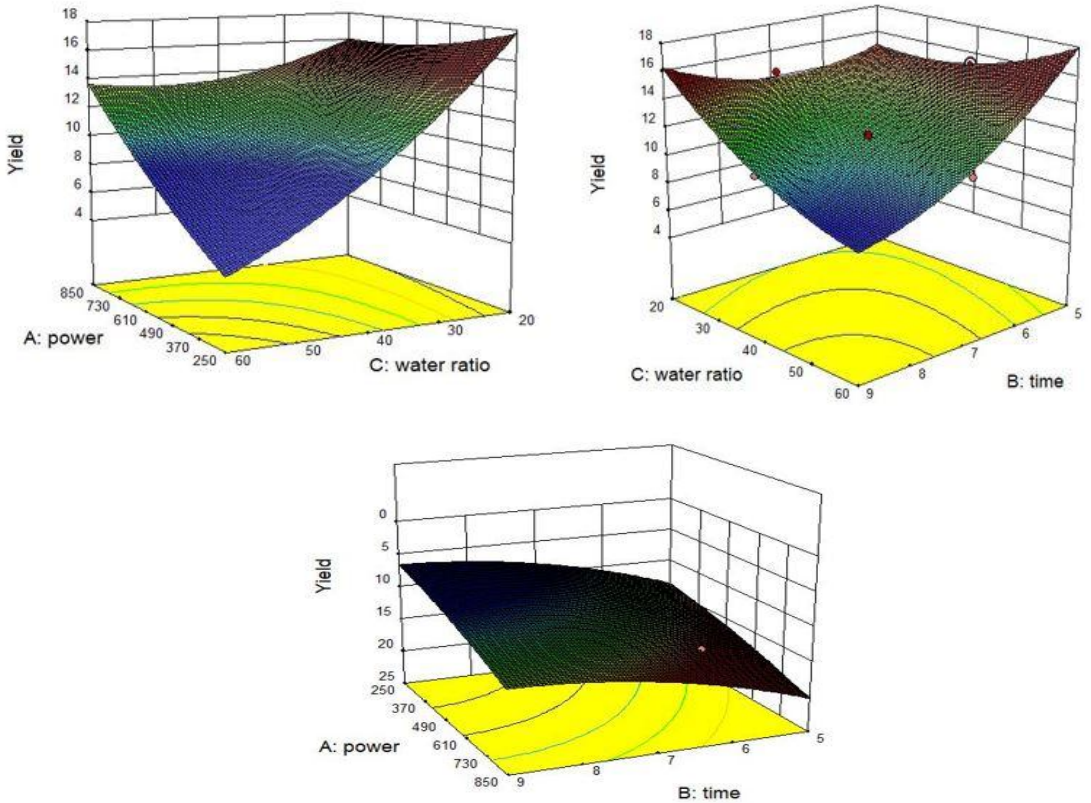

fig 1 Effect of power and water ratio (a), water ratio and time (b) and power and time(c) on extraction yield of Quince seed mucilage

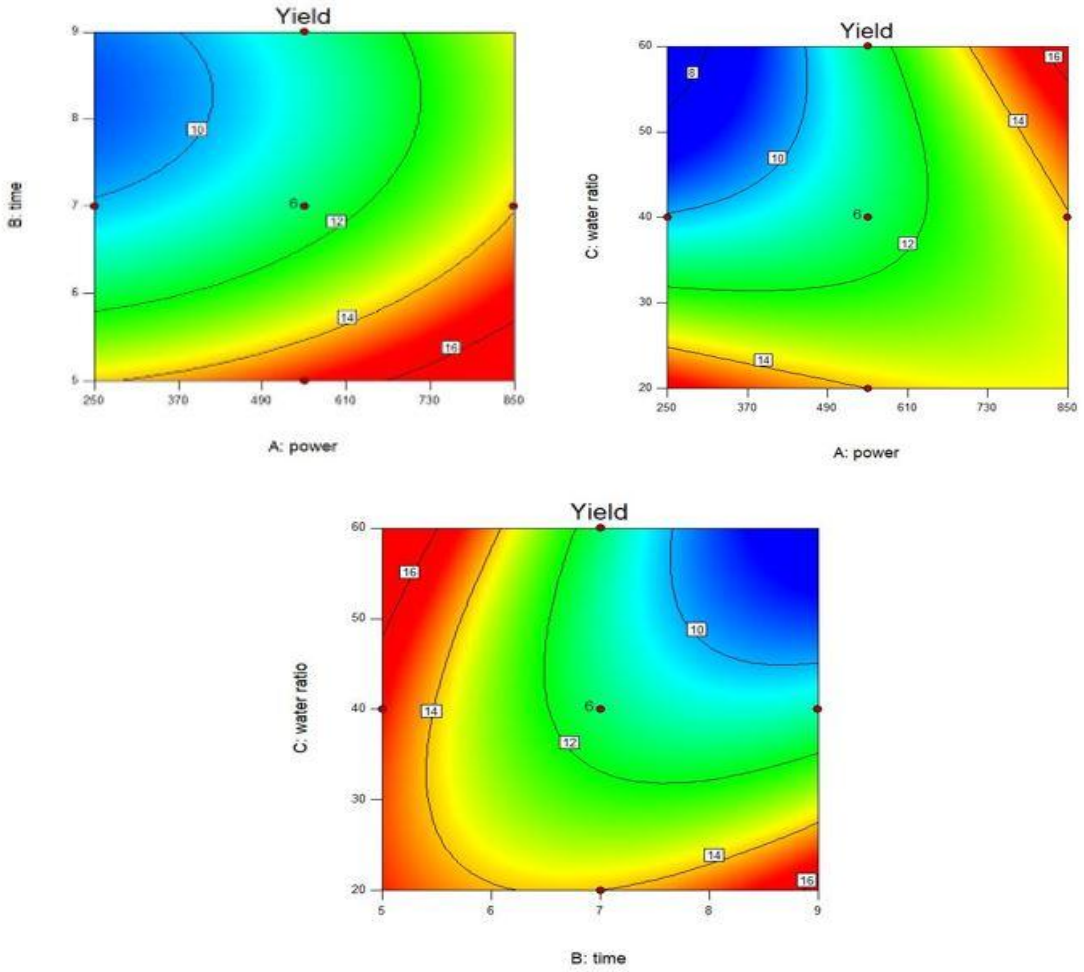

Fig 2 Contour plots of effects of power and water ratio (a), power and time (b), time and water ratio (c) on extraction yield of Quince seed mucilage

در روش استخراج با مایکروویو محدوده‌ای از بازدهی ۸/۹٪ تا۱۵/۲٪ حاصل شد که به ترتیب مربوط به نمونه شماره ۲ و ۵ بود که نسبت آب به دانه در این نمونه‌ها به ترتیب ۵۰ و ۴۰، زمان ۸ و ۵ دقیقه و توان ماکروویو ۴۰۰ و ۵۵۰ وات بود،که مقدار این پارامتر با توجه به شرایط استخراج متغیر بود.

محدوده گزارش شده در این مطالعه بالاتر از سایر مطالعات انجام شده با روش سنتی بود. عباس تبار و همکاران[۳] در شرایط بهینه اعلام شده(نسبت آب به دانه۹۶/۲، دمای ۷۷c°/۶۰، PH=۶/۶ و زمان۳ ساعت)، میزان استخراج صمغ را ۱۳/۷٪ را گزارش نمودند. جوکی و همکاران [۱۵] نیز در شرایط بهینه میزان استخراج صمغ را با روش سنتی ۱۳/۵۷٪ اعلام نمودند.

تفاوت در بازدهی موسیلاژ، میتواند مربوط به روش‌های متفاوت استخراج صمغ، شرایط استخراج، خاستگاه دانه، شرایط محیطی کاشت گیاه و ژنوتیپ آن باشد [۱۴-۱]. علاوه بر این روش‌های سنتی استخراج نیاز به زمان طولانی دارند و در صورت استفاده از حلال‌های سمی، آلودگی و بقای این حلال‌ها را به دنبال دارند، بنابراین استفاده از روش‌های نوین نظیر امواج مایکروویو به دلیل بالاتر بودن سرعت و انرژی مؤثر در استخراج و انتقال جرم می-تواند موثرتر باشد.

در نمودارهای تراز اثرات متقابل فاکتورهای مورد بررسی قابل مشاهده است. شکل۲(الف) نمودار تراز و شکل ۱(ج) نمودار سطح پاسخ اثر متقابل دو فاکتور توان و زمان را نشان میدهد. با توجه به شکل با افزایش توان مایکروویو در زمان ثابت، بازده استخراج موسیلاژ افزایش می‌یابد، لیکن افزایش توان هم زمان با افزایش زمان تیمار منجر به کاهش میزان استخراج موسیلاژ می-گردد. افزایش زمان همزمان با ثابت نگه داشتن توان در ابتدا

منجر به افزایش استخراج و پس از عبور از محدوده ای منجر به کاهش میزان استخراج موسیلاژ شد.

در میان تیمارهای مورد بررسی، مقایسه تیمار ٤ (توان۵۵۰ وات، زمان ۷دقیقه، نسبت آب دانه ٤٠) با درصد استخراج ۱۱,۵و تیمار ۵ (توان ۵۵۰ وات، زمان۵ دقیقه و نسبت آب به دانه ٤٠) با درصد استخراج ۱۵/۲، نشان می‌دهد در شرایط مشابه و نسبت آب به دانه ثابت، افزایش زمان تیمار از ۵ دقیقه به ۷ دقیقه باعث کاهش معنی‌دار در میزان حصول موسیلاژ شد.

سماواتی و اسکندری[١٦] نیز نتایج مشابهی را در زمینه استخراج صمغ میوه آسیریان پالم به دست آوردند و بالاترین میزان بازدهی استخراج را در بیشترین قدرت مورد استفاده مایکروویو (۳۰۰ وات) و در بالاترین زمان (۸۰/٦۷ دقیقه)به دست آوردند. یان و همکاران [۱۷] نیز گزارش نمودند که بیشترین میزان بازدهی استخراج صمغ کتیرا را در زمان طولانی پرتودهی با این امواج به دست آوردند اما اعلام کردند که در صورتیکه پرتودهی در مدت زمان خیلی طولانی تری ادامه یابد، بازدهی استخراج به دلیل اثرات تجزیه‌ای امواج بر صمغ استخراج شده، کاهش می یابد.

شکل ۲(ب) نمودار تراز و شکل ۱(الف) نمودار سطح پاسخ اثرات متقابل توان و نسبت آب به دانه را نشان می‌دهد. برای حصول بالاترین میزان استخراج موسیلاژ، افزایش توان مایکروویو می‌بایست با افزایش درصد نسبت آب به دانه صورت گیرد. همان‌گونه که مشخص است افزایش نسبت آب به دانه در توان-های ثابت منجر به کاهش میزان استخراج موسیلاژ شده است.

مقایسه دو تیمار ٦ (توان ۵۵۰ وات، زمان ۷ دقیقه، نسبت آب به دانه ٤٠ و درصد استخراج ۱۱/۸) و تیمار ۷ (توان ۵۵۰ وات ، زمان ۷ دقیقه، نسبت آب به دانه۲۰ و درصد استخراج ١٤/٤) به درستی نشان می‌دهد که افزایش نسبت آب به دانه در توان‌های ثابت منجر به کاهش درصد استخراج موسیلاژ می‌شود.

افزایش راندمان استخراج با افزایش نسبت آب به دانه را می‌توان به وجود حلال بیش تر نسبت داد که نیروی محرکه برای انتقال جرم صمغ از دانه ها را تشدید می نماید. به عبارت دیگر با افزایش مقدار آب به دانه شرایط لازم برای انتقال اسمزی آب به درون دانه و انتشار صمغ به بیرون تسهیل میشود. تاثیر منفی نسبت های بیش تر آب به دانه بر راندمان استخراج توسط سینگ تانگ و همکاران در مورد صمغ برگ یانانگ و گاراژیان و همکاران در مورد صمغ دانه شاهی گزارش شده است. به نظر میرسد با افزایش بیشتر نسبت آب به دانه، تاثیر رقت سبب معکوس شدن فرایند اسمز آب و انتشار صمغ می گردد که در نتیجه کاهش راندمان استخراج را در پی خواهد داشت[۱۸].

شکل ۲(ج) نمودار تراز و شکل ۱(ب) نیز نشان دهنده اثرات متقابل زمان و نسبت آب به دانه می باشد. با افزایش زمان در نسبت های ثابت آب به دانه و توان ثابت، میزان استخراج موسیلاژ کاهش می یابد. به عنوان مثال در تیمار ۱۰(توان ٤۰۰ وات، نسبت آب به دانه ۵۰ و زمان ٦ دقیقه) و تیمار۲ (توان ٤۰۰ وات، نسبت آب به دانه ۵۰ و زمان ۸ دقیقه) افزایش زمان باعث کاهش میزان راندمان استخراج موسیلاژ از ۱۲/٦ به ۸/۹ شده است.

۳-۳- مدل سازی و بهینه یابی استخراج موسیلاژ با مایکروویو

با توجه به ANOVA و ضرایب رگرسیونی چندگانه، مدل چندجمله ای درجه دوم به منظور پیش بینی متغیرهای پاسخ ایجاد شد. در مدل مورد استفاده برای بازدهی پارامترهای زمان در مدل مورد استفاده معادله سهم هر فاکتور و اثرات متقابل آنها بر روی درصد استخراج موسیلاژ دانه "به" در جدول ۵گزارش شده است. A، B و C به ترتیب توان مایکروویو، زمان و نسبت آب به دانه هستند.

Table 5 Experiment models from data analysis

Table of coefficients
$11.40+0.96A-1.06B-0.64C+0.013AB+0.71AC-0.69BC+0.15A^2+0.41B^2+0.33C^2$

جهت دستیابی به حداکثر بازدهی استخراج موسیلاژ دانه به در روش استخراج با کمک امواج مایکروویو، بهینه‌سازی توسط نرم افزار دیزاین اکسپرت (Design Expert) انجام پذیرفت. شرایط استخراج موسیلاژ دانه به با مقادیر بهینه بازدهی با زمان ٦/٦ دقیقه، توان ٤۰/۳۸۵ وات و نسبت آب به دانه ۳٤/۵ به دست آمد و منجر به بازدهی ۱۲/۳۸ شد.

۳-٤- شناسایی گروه‌های عاملی با تکنیک طیف بینی فروسرخ فوریه (FT-IR)

ساختار پلی ساکارید استخراج شده و گروه عاملی با استفاده از طیف سنجی FT-IR بر اساس ارتعاشات در حالت مولکولی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مختصات و تعریف تناوب عنصری موسیلاژ به دانه حاصل از آزمایش FT-IR در شکل ٤ قابل مشاهده است. در فرکانس ۳۱۳۵/۲۵، ارتعاش کششی C-H و C-O، در فرکانس ۱۷۰٦/۵۳، ارتعاش کششی C=O و در فرکانس ۱۵٦۵/۵٤، ارتعاش کششی C=C مشاهده شد. ارتعاش خمشی C–H$_3$C H در فرکانس ۱۳۸٦/۹۵، ارتعاش کششی C-O و CF در فرکانس ۱۲٤۵/۹۵، ارتعاش کششی C-F و C-O و ارتعاش خمشی c-o-c در فرکانس ۱۰۳۹/۱٦و در نهایت در فرکانس۵٦۹/۱۹، ارتعاش کششی C-Br ثبت شد. نتایج حاصل از طیف‌سنجی مادون قرمز این پژوهش با نتایج یاوری و همکاران(۲۰۲۲) مشابهت زیادی دارد[19].

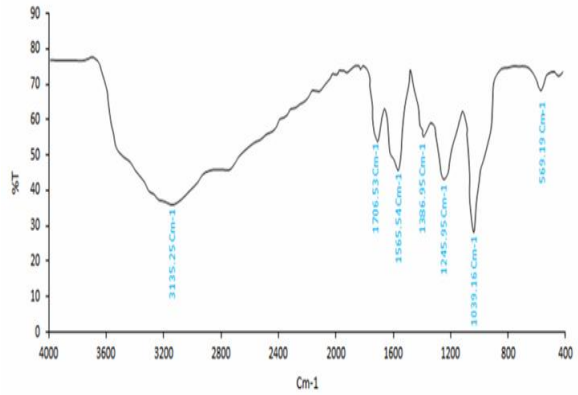

Fig 3 FTIR spectra of Quince seed mucilage

۳-۵- سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی موسیلاژ دانه به با روش DPPH

فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف موسیلاژ دانه"به" با روش DPPH و سه بار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان میدهد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی موسیلاژ دانه "به" به صورت وابسته به دوز عمل میکند. میزان مهارکنندگی در غلظت ۱۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر و با میانگین ۲/۷۸ و بیشترین میزان مهارکنندگی در غلظت ۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر و با میانگین ۵۳/۱۹ مشاهده گردید.

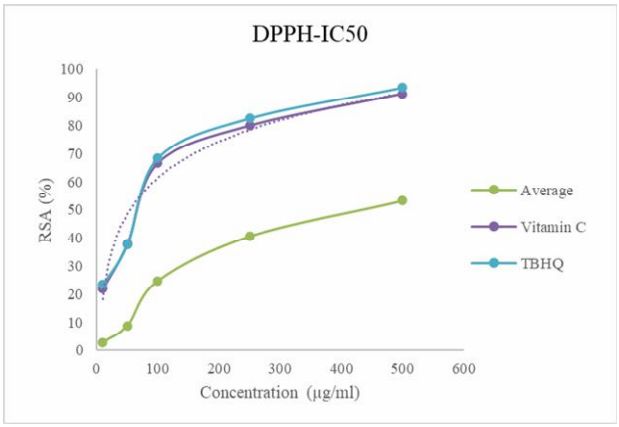

Fig 4 Antioxidant capacity of Quince seed mucilage comparing to controls

غلظت مهار۵۰ درصد (IC50)، برای موسیلاژ دانه "به" ٥٤٨ میکروگرم بر میلی‌لیتر به دست آمد که این میزان برای ویتامین سی ۵۳/٦۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر و برای ترت بوتیل هیدروکینون (TBHQ) برابر با ۵۰/۸۰٤ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود. هرچه میزان IC50 کمتر باشد اثر آنتی‌اکسیدان بیشتر است زیرا قدرت مهار اکسیداسیون را با غلظت کمتری انجام می دهد، ویتامین سی (۰۰۲ /۰میلی گرم در میلی لیتر) نسبت به سایر آنتی اکسیدان‌های طبیعی حلالیت بیشتری در آب دارد، لذا منطقی به نظر می رسد اثرات بیشتری داشته باشد. نتایج حاصل از پژوهش قبادی و همکاران نشان داد که صمغ دانه شنبلیله و اسیدآسکوربیک هر دو دارای قدرت مهار رادیکال DPPH بودند و فعالیت مهارکنندگی وابسته به غلظت بود. به گونه‌ای که در غلظت یک میلی‌گرم بر میلی‌لیتر قدرت مهارکنندگی اسید آسکوربیک معادل ۹۰/۰۵ درصد و صمغ دانه شنبلیله حدود ۵۰ درصد آن و معادل ٤۳/۲۳ درصد تعیین گردید[۲۰]. لو و همکاران قدرت مهار رادیکال آزاد پلی‌ساکارید محلول در آب Dendrobium officinaleرا به وجود گروه‌های کربوکسیل نسبت دادند[۲۱]. از سوی دیگر گائو و همکاران بیان کردند ظرفیت ضد اکسایشی پلی‌ساکاریدهای خالص ناشی از حضور تعداد زیاد گروه هیدروکسیل در مولکول پلی‌ساکارید است که می‌تواند به عنوان دهنده الکترون عمل نماید و الکترون به رادیکال DPPH منتقل نماید[۲۲].

۳-٦- تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها با روش رادیکال ABTS

فعالیت آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های مختلف موسیلاژ دانه"به" با روش ABTS و سه بار تکرار مورد بررسی قرار گرفت . نتایج به دست آمده نشان میدهد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی موسیلاژ دانه"به" به صورت وابسته به دوز عمل میکند. با افزایش غلظت، درصد مهار اکسیداسیون افزایش یافت. کمترین میزان مهارکنندگی در غلظت ۱۰ و با میانگین ۲/۳۸ و بیشترین میزان مهارکنندگی در غلظت ۵۰۰ و با میانگین ٦۹/٦۱ مشاهده گردید.

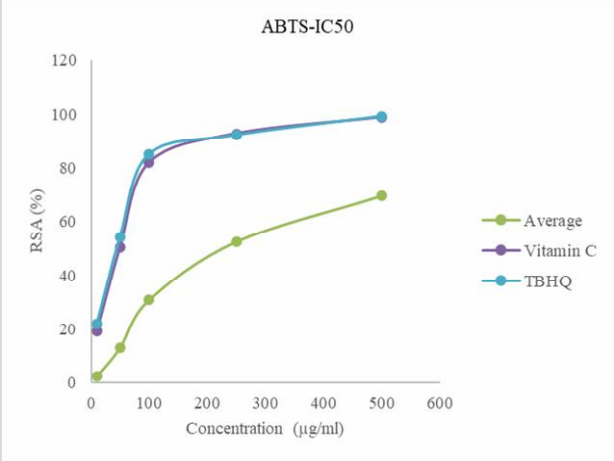

Fig 5 Antioxidant capacity of Quince seed mucilage comparing to controls (ABTS)TBHQ

غلظت مهار ۵۰درصد (IC50)، در روش ABTS، برای موسیلاژ دانه"به"، ۲۳۰/۲٦۰۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر بودکه این میزان برای ویتامین سی ۳۸/۳۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر و برای ترت بوتیل هیدروکینون، ۳۳/٦٦ به دست آمد.

رجایی و همکاران ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست سبز پسته با استفاده از دو روش DPPH و ABTS مورد ارزیابی کردند. در هر دو روش وابستگی غلظت با خاصیت آنتی‌اکسیدانی در تمام رقم‌ها مشاهده گردید[۲۳].

آرکان و یمنیسیکلو میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز فندق، گردو و پسته را با استفاده از روش ABTS اندازه‌گیری کردند. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز فندوق، گردو و پسته به ترتیب معادل ٤/٤٤ و ۵/۹۰، ۷/۳۵ میکرو مولار معادل تورولوکس/ گرم نمونه خشک بود[۲٤].

۳-۷- سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه ها به روش FRAP

جدول٦، نتایج قدرت احیاءکنندگی صمغ دانه "به " آن را نشان می دهد. از این آزمون به منظور پی بردن به توانایی آنتی‌اکسیدانها در احیای یون آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی استفاده میشود.

Table 6 Ferric reducing antioxidant power (FRAP) of Quince seed mucilage compared to vitamin

50 µg/ml	50 µg/ml	Absorbance at 700 nm	
TBHQ	Vitamin C	Quince seed gum	
1/9259	1/7236	1/0633	Average
0/0221	0/0570	0/0767	stdev

فعالیت آنتی اکسیدانی پلی ساکاریدها مرتبط با خصوصیات ساختاری آنها از جمله وزن مولکولی، نوع پیوندهای گلیکوزیدی، وجود گروههای کربونیل و کربوکسیل، نوع منوساکاریدهای تشکیل دهنده و وجود پروتئینها و پپتیدها میباشد[۱۹]. قدرت احیاءکنندگی موسیلاژ دانه به از استاندارد TBHQو ویتامین C کمتر اما قابل قبول می باشد.

لی و همکاران نشان دادند با افزایش غلظت پلی‌ساکارید حاصل از ژوژوبا از ۰/۵ به ۲/۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر مقدار FRAP از حدود ۲۰۰ به ۵۰۰ میکرومولار افزایش یافت[۲۵]. هم چنین حامی و همکاران قدرت احیاکنندگی محلول ۲ میلی گرم بر میلی لیتر پلی‌ساکارید حاصل از میوه Zizyphus lotus را معادل ٦۱٤/۳۹ میکرومولار تعیین کردند[۲٦]. تان و همکاران قدرت احیاکنندگی قابل توجه پلی‌ساکارید حاصل از ریشه گیاه Dipsacus asperiodesرا به حضور گروه های هیدروکسیل در ساختار پلی ساکارید نسبت دادن د که می تواند در احیا Fe3+به Fe2+ شرکت نماید[۲۷].

۳-۸- نتایج تعیین فعالیت ضداکسایشی با آزمون بی‌رنگ شدن بتا کاروتن

از آنجاکه ضداکساینده‌ها، رادیکال‌های حاصل از اکسیداسیون اسید لینولئیک را مهار می‌کنند، از برهمکنش بین این رادیکالها و بتاکاروتن جلوگیری کرده و در نتیجه از کاهش رنگ بتاکاروتن در اثر این واکنش، می‌کاهند. بنابراین بین قدرت ضداکسایشی مواد شرکت کننده در این آزمون و میزان جلوگیری از کاهش رنگ بتاکاروتن، رابطه مستقیمی وجود دارد [۲۸]. فعالیت ضد اکسایشی موسیلاژ دانه "به" با سه بار تکرار انجام شد و میانگین آن ۹/ ۲ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم به دست آمد.

بامداد و همکاران فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زیره سیاه را با دو روش DPPH و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن بررسی کرده و نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی این عصاره مربوط به ترکیبات فنولی آن است[۲۹]. در مطالعه ی گولوس و همکارانش روی خواص آنتی اکسیدانی عصاره متانولی Mentha longifolia در تست بتا کاروتن - لینولئیک اسید قدرت مهاری عصاره ۲٤ درصد با غلظت ۲ میلی گرم در هر میلی لیتر اعلام گردید[۳۰].

۳-۹- نتایج سنجش میزان فنول کل نمونه های گیاهی

روش فولین - سیوکالتو از رایج ترین روش‌های اندازه‌گیری ترکیبات فنلی است. اساس کار در این روش، احیای معرف فولین توسط ترکیبات فنلی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷٦۰ نانومتر نشان می‌دهد. مخلوط متانول-آب و یا متانول به تنهایی برای استخراج ترکیبات فنلی به ویژه فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی از بافت گیاهی به کار میرود. محتوای فنول کل نمونه با سه بار تکرار اندازه‌گیری شد و میانگین ۷٤/٦٦ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم نمونه گزارش شد. ترکیبات فنولی گیاهان یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی میباشند. ترکیبات فنولی نقش مهمی در حفاظت بافت‌ها در مقابل اثرات اکسایشی رادیکال‌های آزاد ایفا کرده و از بروز بسیاری از بیماری‌های التهابی، آلزایمر، دیابت، سرطان، سکته قلبی و پارکینسون جلوگیری میکنند[۳۱]. افزایش غلظت ترکیبات فنلی به طور مستقیم میزان توانایی ترکیبات مختلف را در مهار رایکال‌های آزاد افزایش میدهد. در غلظت‌های بالاتر ترکیبات فنلی، به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل حلقه های آروماتیک ترکیبات فنلی در محیط واکنش، احتمال دادن هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد. توانایی و قدرت مهارکنندگی فنل‌ها به دلیل گروه‌های هیدروکسیل در ملکول‌های آنهاست[۱۳].

Maimoona و همکاران مقادیر فنول و فلاونوئید تام را در بخشهای مختلف عصاره‌های پوست و سوزن Pinus wallichiana و Pinus roxburghii برآورد کردند و به این نتیجه دست یافتند که دو گونه کاج سرشار از فنول و فلاونوئید هستند[۳۲].

۳-۱۰ - نتایج تعیین مقدار فلاونوئیدهای کل

یکی از مهمترین ترکیبات فنل تام، فلاونوئیدها می‌باشد که خاصیت ضداکسیدان آنها به اثبات رسیده است. فلاونوئیدها دارای خاصیت ضد میکروبی، ضد التهابی، ضدتب، ضد آلرژی و خواص ضد اکسیدان می‌باشند. مصرف فلاونوئیدها باعث کاهش ابتلا به بیماری قلبی و عروقی میشوند [۱۱]. میانگین میزان فلاونوئید کل در نمونه موسیلاز دانه به میزان ٦۷۰/۲۱ میلی گرم کوئرستین بر گرم خشک نمونه به دست آمد. در بین ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری محسوب می‌شوند. فلاونوئیدها بازدارنده‌های قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و پراکسید هستند. صادقی و همکاران میزان فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی صمغ گیاه Pistacia atlanticaاز منطقه سراوان (استان سیستان و بلوچستان) را بررسی کردند. نتایج نشان داد محتوای فنلی و فلاونوئیدی برای نمونه‌ها به ترتیب در محدوده ۷/۰٤ –٤/۰۷ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم وزن خشک و ۱/۳٤–۰/٦٥ میلی‌گرم کوئرسیتین در هر گرم وزن خشک می‌باشد که عصاره متانولی صمغ با ۰/۱۵±۷/۰٤ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم وزن خشک بیشترین مقدار فنول و با ۰/۱۳±۱/۳٤ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم وزن خشک بیشترین مقدار فلاونوئید نسبت به سایر عصاره‌ها برخوردار بود[۱۳].

٤- نتیجه گیری

روش های سنتی استخراج نیاز به زمان طولانی دارند و در صورت استفاده از حلال‌های سمی، آلودگی و بقای این حلال‌ها را به دنبال دارند، بنابراین استفاده از روش‌های نوین نظیر فراصوت و امواج مایکروویو به دلیل بالاتر بودن سرعت و انرژی مؤثر در استخراج و انتقال جرم بیشتر مورد بررسی قرار گرفته اند. هدف اصلی مطالعه حاضر، بهبود استخراج موسیلاژ دانه "به "با کمک مایکروویو و دستیابی شرایط مناسب جهت استخراج بر اساس متغیرهای مستقل نظیر توان مایکروویو ، مدت زمان تیمار و نسبت آب به دانه بود که منجر به دستیابی حداکثر میزان استخراج میگردد. نتایج نشان می‌دهد که برخی از پارامترهای استخراج به صورت معنی‌داری، میزان بازدهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در روش استخراج با مایکروویو محدوده‌ای از بازدهی ٪۸/۹ تا٪۱۵/۲ حاصل شد که به ترتیب مربوط به نمونه شماره ۲ و ۵ بود که نسبت آب به دانه در این نمونه‌ها به ترتیب ۵۰ و ٤۰، زمان ۸ و ۵ دقیقه و توان مایکروویو ٤۰۰ و ۵۵۰ وات بود، که مقدار این پارامتر با توجه به شرایط استخراج متغیر بود.

همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با چهار روش DPPH، ABTS، FRAP و رنگبری بتا-کاروتن / لینولئیک اسید انجام شد. ساختار پلی‌ساکارید استخراج شده و گروه عاملی با استفاده از طیف‌سنجی FT-IR بر اساس ارتعاشات در حالت مولکولی مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه میانگین محتوای فنول کل نمونه ٧٤/٦٦ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم نمونه گزارش شد. میانگین میزان فلاونوئید کل در نمونه موسیلاژ دانه به میزان ٦٧۰/۲۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم خشک نمونه به دست آمد.

۵- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت-های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

٦- منابع

[1] Dehghan Sekachai, Atena. 2015. Doctoral thesis, Optimizing the extraction of fruit seed gum and investigating the physicochemical, functional properties and interaction of this gum with whey protein. Gorgan University of Agriculture and Natural Resources - Faculty of Agriculture and Natural Resources

[2] Patel, N C, Rathod, B, G, Shah, V. N, & Mahajan, A, N. 2011. Cydonia vulgaris Pers.: A review on diversity. January Der Pharmacia Lettre 3(3):51-61

[3] Abbas Tabar, Bahman. 2012. Extraction and investigation of physicochemical and rheological characteristics of seed gum. Master's thesis. Tarbiat Modares University.

[4] Yousefi, Negin, Zeynali, Fariba, Alizadeh, mohammad.2017. Optimization of low-fat meat hamburger formulation containing quince seed gum using response surface methodology. J Food Sci Technol (February 2018) 55(2):598–604 https://doi.org/10.1007/s13197-017-2969

[5] KhajeNouri, Maryam and Haghigi Asl, Ali. 2013. Investigation of extracting natural compounds of plants with the help of microwave and ultrasound waves, https://civilica.com/doc/792115

[6] Jabrouti, Ali, Ghofrani, Ali Akbar. 2014. Introduction of response level methodology. The fourth national conference of new technologies of chemistry and chemical engineering.

[7] Farahamand, Atefe, Veridi, Mehdi, Kochaki, Arash. 2015. Evaluation of the functional properties of the extracted moss seeds with ultrasonic coke. Iranian Journal of Food Science and Industry Research. Volume 12, Number 1, Page 163-181

[8] Moqbal, Abdul Hossein, Tayibi, Maryam. 2013. Extraction, preparation of dry powder and physicochemical investigations of oblonga cydona seed mucilage". Jundishapur Scientific Journal of Medicine, Volume 13, Number 5, 572-557.

[9] Rostami, H and Gharibzahedi, S.M.T. 2016. Microwave-assisted extraction of jujube polysaccharide: Optimization purification and functional characterization. Carbohydrate

Polymers. 143, 100-107.
[10] Behbahani, BA., Noshad, M. and Falah, F. 2019. Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy. Microb Pathogenesis. 136: 103716
[11] Shan, B.Cai, YZ. Sun, M. and Corke, H. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. J Agric Food Chem. 53(20): 7749-7759.
[12] Mirzai, Ziba and Dehghan, Gholamreza. 2015. Relationship between changes in antioxidant activity with different amounts of phenolic compounds. Journal of Medical Sciences Studies (Medical Journal of Urmia University of Medical Sciences). Period 27. Number 4. Page 321-329.
[13] Sadeghi Zahra, Valizadeh Jafar, Azizian Sharme Omid. 2014. Investigation of total phenol, flavonoids and antioxidant activity of Pistacia atlantica gum from Saravan region (Sistan and Baluchistan province). Ekofito Chemical Journal of Medicinal Plants. Volume 3, Number 2; Pages 18-27.
[14] Fekri, N, Khayami, M, Heidari, R., & Jamee, R. 2008. Chemical analysis of flaxseed, sweet basil, dragon head and quince seed mucilages. Research Journal of Biological Sciences, 3 (2), 166-170
[15] Jouki, M., Mortazavi, S.A., Yazdi, F. T and Koochaki. 2014.Optimization of extraction, antioxidant activity and functional properties of quince seed mucilage by RSM. International journal of biological macromolecules. 66: 113-124
[16] Samavati, V, & Skandari, F. 2014. Recovery, Chemical and rheological characterization of gum from Assyrian palm. International Journal of Biological Macromolecules, 67, 172-179.
[17] Yan, M, M, Liu, W, Fu, Y, J, Zu, Y G, Chen, C. Y, & Luo, M. 2010. Optimization of the microwave-assisted extraction process for four minastragalosides in Radix Astragali. Food Chemistry, 119 (4), 1663-1670.
[18] Sardroudian Maryam, Arian Far Akram, Mohammadi Thani Kakhki Ali, Naji Tabasi Sara. 2019. Enzymatic purification of balango seed gum (Lallemantia royleana) and investigation of its functional and antioxidant properties. Journal of Food Processing and Preservation. The twelfth volume. First issue. 113-95
[19] Yavari maroufi, Leila, Shahabi, Nasim, Ghanbarzadeh, Mitra dokht Ghorbani, Marjan. 2022. Development of Antimicrobial Active Food Packaging Film Based on Gelatin/Dialdehyde Quince Seed Gum Incorporated with Apple Peel Polyphenols. Food and bioprocess technology 2022 v.15 no.3 Find all articles in: Food and bioprocess technology 2022 v.15 no.3. pp. 693-705
[20] Ghobadi, Elnaz, Varidi, Mehdi, Varidi, Mohammad Javad and Kochaki, Arash. 2017. Fenugreek seed gum: optimization of extraction and evaluation of antioxidant properties. Quarterly journal of new food technologies. Volume 5, No. 3, 447-468
[21] Luo, Q. L., Tang, Z. H., Zhang, X. F., Zhong, Y. H., Yao, S. Z., Wang, L. S., Luo, X. (2016). Chemical properties and antioxidant activity of a water-soluble polysaccharide from Dendrobium officinale. Int. J. Biol. Macromol., 89, 219-227
[22] Guo, L., Zhu, W., Xu, F., Liu, M., Xie, Y., Zhang, J. (2014). Optimized ultrasonic-assisted extraction of polysaccharides from Cyclina sinensis and evaluation of antioxidant activities in vitro. CyTA J. Food, 12, 32-39.
[23] Rajaei, Ahmed, Barzgar, Mohsen, Sahari, Mohammad Ali. 2018. Investigating the antioxidant and antimicrobial properties of the methanolic extract of green pistachio skin (Pistachia vera) Journal: Iranian Food Sciences and IndustriesVolume: 8, number: 1, page 111-120
[24] Arcan, I, and Yemenicioglu, A. 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. Journal of Food Composition and Analysis, 22, 184–188
[25] Li, J., Ai, L., Hang, F., Ding, S., Liu, Y. (2014). Composition and antioxidant activity of polysaccharides from jujuba by classical and ultrasound extraction. Int. J. Biol. Macromol., 63, 150-153.
[26] Hammi, K.M., Hammami, M., Rihouey, C., Le Cerf, D., Ksouri, R., Majdoub, H. (2016). Optimization extraction of polysaccharide from Tunisian Zizyphus lotus fruit by response

surface methodology: Composition and antioxidant activity. Food Chem., 212, 476-484.

[27] Tan, L. H., Zhang, D., Yu, B., Zhao, S. P., Wang, J. W., Yao, L., Cao, W. G. (2015). Antioxidant activity and optimization of extraction of polysaccharide from the roots of Dipsacus asperoides. Int. J. Biol. Macromol., 81, 332-339.

[28] Tahanejad, Mohammad, Barzgar, Mohsen, Sahari, Mohammad Ali and Naghadi Badi, Hassan Ali. 2018. Evaluation of the antioxidant activity of lavender essential oil (Lavandula angustifolia) in crude soybean oil system. Quarterly Journal of Medicinal Plants. 11th year First period. Visa letter number eight. 127-140.Journal of Infectious and Tropical Diseases, Pages: 17-26

[29] Bamdad Fatemeh, Kadivar, mahdi and Keramat, javad. 2006. Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of Iranian caraway in comparison with clove and BHT using model systems and vegetable oil. International Journal of Food Science and Technology 2006, 41 (Supplement 1), 20–27

[30] Golluce M, Sahin F, Sokmen M, Ozer H, Daferera D, Sokmen A, Polissiou M, Adiguzel A, Ozken H . Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from Mentha longifolia L.ssp.longifolia. Food Chem 2007; 103: 1449-1456.

[31] Alizadeh Bebahani, B, Noshad, M, Rahmati Joneid Abad, M.2022.Antioxidant potential and antimicrobial activity of ethanolic extract of bay leaves (Laurus nobilis) on Shigella dysentery, Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus bacteria in vitro

[32] Maimoona, A., Naeem, I., Saddiqe, Z., Ali, N., Ahmed, G. and Shah, I., 2011. Analysis of total flavonoids and phenolics in different fractions of bark and needle extracts of Pinus roxburghii and Pinus wallichiana. Journal of Medicinal Plants Research. 5(21): 5216-5220

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Optimization of Microwave Extraction of Quince Seed Gum using Response Surface Methodology

Goodarzi Shamsabadi, B. [1], Mehrnia, M. A.[2]*, Noshad, M. [3], Alizadeh Behbahani, B. [2], Barzegar, H. [3]

1. MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
3. Associate Professor, Department of Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 07/ 20
Accepted 2022/ 11/ 16

Keywords:

Microwave extraction,
Quince seed,
response surface methodology,
Antioxidant capacity.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.101
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.9.0

*Corresponding Author E-Mail:
mehrnia@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

Food gums are additives that play variety of roles such as consistency, gel formation, and stabilizing in food solutions. In this study, the best conditions for extracting Quince seed gum as well as its antioxidant and physicochemical properties were investigated. Extraction of gum was optimized using microwave power (250 -850 W), water to grain ratio (2060) and time (2-9 min), by the response surface methodology. Gum physicochemical properties including ash, moisture, protein and fat were measured and antioxidant properties were evaluated by DPPH, ABTS, Physicochemical properties of gum FRAP and β-carotene/linoleic acid bleaching assay. The extraction efficiency was in the range of 8.9% to 15.2%. As the microwave power increases in constant time, gum extraction efficiency increases, but the simultaneous power increases with increasing treatment time, resulted in decreasing gum extraction. Increasing time by keeping the power constant, initially resulted in an increase in extraction and afterward resulted in lower gum extraction. Results of scavenging capacity and antioxidant properties measured using DPPH, FRAP, ABTS and beta – carotene bleaching assay were 53.19 µg/ml, 1.06 µg/ml, 69.61 µg/ml, 2.92 µg/100g respectively, and the amount of total phenol and flavonoids were 74.66 mg GAE/g and 670.21mg QE/g respectively.