

سُبْحَانَ اللَّهِ عَمَّا يُشْرِكُونَ



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

**بهینه یابی فرایند استخراج مواد زیست فعال از پوست بنبه با استفاده
از مادون بحرانی آب به روش سطح پاسخ و بررسی خاصیت آنتی
اکسیدانی آن**

رضوان شاددل

استادان راهنما

دکتر محمد حسین حداد خداپرست

دکتر عبدالمجید مسکوکی

استادان مشاور

دکتر علی شریف

دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی

مهر 1390

این پایان نامه با عنوان « بهینه یابی فرایند استخراج مواد زیست فعال از پوست بنه با استفاده از مادون بحرانی آب به روش سطح پاسخ و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی آن » توسط «رضوان شاددل» در تاریخ با نمره و درجه ارزشیابی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

تاریخ دفاع نمره و درجه ارزشیابی

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
1	آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست	استاد	استاد راهنما	
2	آقای دکتر عبدالمجید مسکوکی	استادیار	استاد راهنما	
3	آقای دکتر علی شریف	استادیار	استاد مشاور	
4	آقای دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی	استادیار	استاد مشاور	
5	آقای دکتر هاشم پور آذرنگ	استاد	مدعو	
6	آقای دکتر مهدی وریدی	استادیار	مدعو	
7	خانم دکتر محبت محبی	دانشیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بهینه یابی فرایند استخراج مواد زیست فعال از پوست بنه با استفاده از مادون بحرانی آب به روش سطح پاسخ و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی آن

اینجانب رضوان شاددل دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقای دکتر محمد حسین حداد خدپرست و دکتر عبدالمجید مسکوکی متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافت های آن ها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

پوست بنه (*Pistacia atlantica var mutica*) جزو منابع طبیعی بوده و خواص آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد. به منظور مسایل زیست محیطی ناشی از مصرف حلال‌های آلی، در این تحقیق از روش استخراج جدید بر پایه آب مادون بحرانی استفاده گردید. برای بدست آوردن شرایط بهینه استخراج مواد زیست فعال پوست بنه رقم موتیکا با مادون بحرانی آب روش سطح-پاسخ با استفاده از طرح مرکب مرکزی محوری بکار برده شد. شرایط فرایند استخراج با روش مادون بحرانی آب شامل دما (200°C - 110)، مدت زمان فرایند (30 - 60 min) و نسبت اختلاط حلال (10 - 50) بودند. مقدار ترکیبات پلی فنلی، قدرت احیاکنندگی و میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH متغیرهای وابسته اندازه گیری شده بودند. شرایط بهینه استخراج برای بدست آوردن عصاره‌ای با حداکثر قدرت آنتی اکسیدانی دمای $196/81^{\circ}\text{C}$ ، مدت زمان $52/57$ دقیقه و نسبت اختلاط $1:43/61$ (پوست بنه-آب) تعیین شد. تحت این شرایط میزان ترکیبات پلی فنلی، قدرت احیاکنندگی بر حسب EC_{50} و قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH بر حسب EC_{50} به ترتیب برابر با 2284 میلی گرم اسید گالیک/ 100 گرم ماده اولیه، $0/2002$ میلی گرم بر میلی لیتر و $0/6284$ میلی لیتر بدست آمد. ضمن اینکه آنالیز دستگامی (GC-MS، HPLC) عصاره‌ها جهت شناسایی ترکیبات فنلی عمده، ترکیبات فرار، محصولات احتمالی واکنش مایلارد و قدرت انتخاب گری این روش استخراج انجام شد. فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره مربوط به ترکیبات فنلی ساده، محصولات واکنش مایلارد و ترکیبات فرار بدست آمده در شرایط بهینه استخراج بود. نتایج بدست آمده استفاده از آب مادون بحرانی را به عنوان روشی مناسب جهت استخراج مواد بیولوژیک از پوست بنه به اثبات می‌رساند.

کلید واژه‌ها: آب مادون بحرانی، آنالیز دستگامی، پوست بنه رقم موتیکا، ترکیبات فنلی، متدولوژی رویه

پاسخ

سپاسگزاری

حمد و سپاس ایزد قلم را که بندگان دانا و سخنور نیز از وصف حکمت و شمردن نعمت‌هایش ناتوانند. بر خود وظیفه می‌دانم که از زحمات و مهربانی‌های دو ستاره درخشان آسمان زندگی‌ام - پدر بزرگوارم و مادر عزیزم - که همیشه مشوق من در تمام مراحل زندگی از جمله تحصیل بوده‌اند، تشکر و قدردانی کنم. تقدیم این رساله که دست مایه‌ی تلاش و تحصیلم است، شاید تنها هدیه برای جبران قطره‌ای از دریای زحمات بی دریغ این دو عزیز باشد. از خواهران بزرگوارم به خاطر تمام دلگرمی‌هایی که به من دادند سپاسگزارم. برای بنده بسی مایه‌ی فخر و مباهات است که این دوره‌ی تحصیلی را در دانشگاه فردوسی مشهد و گروه علوم و صنایع غذایی با وجود اساتید فرزانه و گران‌قدر به پایان رساندم. جو بسیار دوستانه، صمیمی و علمی، همچنین تلاش برای هر چه بهتر بودن در این گروه قابل تحسین است. فرصت را مغتنم شمرده، از زحمات دلسوزانه‌ی اساتید بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد حسین حداد خداپرست و دکتر عبدالمجید مسکوکی که راهنمایی این رساله را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از راهنمایی‌ها و الطاف جناب آقای دکتر علی شریف و دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی به عنوان اساتید مشاور این پایان نامه تقدیر می‌نمایم. از پژوهشکده علوم و صنایع غذایی پارک علم و فناوری خراسان رضوی، آزمایشگاه کیمیا نوین و پژوهشکده گیاهان دارویی واحد کرج به جهت همکاری در انجام این پروژه سپاسگزاری می‌کنم. جا دارد از زحمات و همکاری آقایان محمدی، جوادی، قزوینی، توسلی، توکلی، جاهد و امینی و خانم مهندس ابریشم چی و سایر دوستانی که در اجرای این پروژه یاری نمودند تشکر ویژه‌ای داشته باشم. زندگی بافتن یک قالی ست / نه همان نقش و نگاری که خودت می‌خواهی / نقشه را اوست که تعیین کرده / تو در این بین فقط می‌بافی / نقشه را خوب ببین / نکند آخر کار، قالی زندگی را نخرند!

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول - مقدمه
1-1.....1	1-1. بیان مسئله و اهمیت آن.....
2-1.....2	2-1. اهداف.....
	فصل دوم - بررسی منابع
1-2.....3	1-2. آنتی اکسیدان ها.....
2-2.....4	2-2. طبقه بندی گیاهی پسته.....
1-2-2.....5	1-2-2. بنه.....
1-1-2-2.....6	1-1-2-2. موتیکا.....
2-1-2-2.....6	2-1-2-2. کردپکا.....
3-1-2-2.....6	3-1-2-2. کابولیکا.....
4-1-2-2.....6	4-1-2-2. دسف.....
5-1-2-2.....7	5-1-2-2. خنجوک.....
3-2.....7	3-2. فرایندهای سبز.....
1-3-2.....9	1-3-2. آب مادون بحرانی.....
4-2.....10	4-2. ویژگی های فیزیکوشیمیایی مادون بحرانی آب.....

- 11-4-2. ثابت دی الکتریک و محصولات یونی.....11
- 2-4-2. دانسیته.....12
- 3-4-2. حلالیت مواد در آب مادون بحرانی.....13
- 4-4-2. باندهای هیدروژنی.....13
- 5-2. ویژگی‌های استفاده از آب مادون بحرانی.....14
- 1-5-2. استفاده از آب مادون بحرانی برای حل مسایل زیست محیطی.....14
- 2-5-2. ضایعات مواد غذایی.....15
- 3-5-2. فرایندهای استخراج.....15
- 6-2. بررسی روش‌های گوناگون استخراج.....16
- 1-6-2. شیوه‌های استخراج مرسوم.....16
- 1-1-6-2. استخراج با تقطیر بخار آب.....16
- 2-1-6-2. استخراج با حلال آلی.....17
- 2-6-2. شیوه‌های جدید.....18
- 1-2-6-2. استخراج با حلال کمک شده با امواج صوتی.....18
- 2-2-6-2. استخراج با حلال کمک شده با امواج میکروویو.....20
- 3-2-6-2. استخراج با دی اکسید کربن فوق بحرانی.....21
- 4-2-6-2. استخراج با آب مادون بحرانی.....24
- 5-2-6-2. استخراج با مایع تحت فشار.....27
- 6-2-6-2. استخراج با حلال به کمک غشا.....27
- 7-2-6-2. ریز استخراج با فاز جامد.....28
- 8-2-6-2. استخراج با لوله جاذب متحرک.....28

- 28.....7-2. نتیجه گیری.....
- 30.....8-2. ضرورت تحقیق.....
- 30.....1-8-2. در ایران.....
- 31.....2-8-2. سایر کشورها.....
- 34.....9-2. سیستم حلال.....
- 36.....10-2. اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی.....
- 36.....1-10-2. اندازه گیری قدرت احیاکنندگی آهن.....
- 37.....2-10-2. اندازه گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH.....
- 38.....11-2. اندازه گیری ترکیبات فنلی.....

فصل سوم - مواد و روش‌ها

- 39.....1-3. مواد.....
- 39.....2-3. روش‌ها.....
- 39.....1-2-3. استخراج با آب مادون بحرانی.....
- 41.....2-2-3. استخراج با آب گرم (85°C).....
- 41.....3-2-3. تعیین مقدار ترکیبات فنولیک.....
- 41.....1-3-2-3. ترسیم منحنی کالیبراسیون.....
- 42.....2-3-2-3. اندازه گیری میزان ترکیبات فنلی کل.....
- 43.....4-2-3. اندازه گیری قدرت احیاکنندگی.....
- 44.....5-2-3. اندازه گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH.....
- 46.....3-3. آنالیز عصاره‌ها با دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا.....
- 48.....4-3. آنالیز با دستگاه GC-MS.....

- 5-3. تصویر برداری با میکروسکوپ الکترونی روشی..... 49
- 6-3. بهینه سازی و تجزیه و تحلیل آماری..... 50
- 1-6-3. بهینه سازی..... 50
- 2-6-3. متدولوژی رویه پاسخ..... 51
- 3-6-3. مزایای RSM..... 51
- 4-6-3. طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها..... 52
- 1-4-6-3. RSM و بهینه سازی..... 52

فصل چهارم - نتایج و بحث

- 1-4. مدل سازی RSM..... 55
- 1-1-4. گزینش مدل مناسب..... 55
- 2-1-4. تجزیه مدل برازش یافته..... 58
- 1-2-1-4. میزان ترکیبات فنلی کل..... 59
- 2-2-1-4. قدرت احیاکنندگی آهن..... 63
- 3-2-1-4. قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH..... 67
- 2-4. بهینه یابی..... 72
- 3-4. استخراج با آب گرم (85 °C)..... 74
- 4-4. آنالیز عصاره مادون بحرانی پوست بنه با HPLC..... 76
- 5-4. آنالیز عصاره‌ها با طیف سنج جرمی - کروماتوگرافی گازی..... 79
- 6-4. ارزیابی تصاویر حاصل از دستگاه میکروسکوپ الکترونی..... 86

فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادات

- 1-5. نتیجه گیری..... 89

90.....	پیشنهادات.....2-5
91.....	پیوست‌ها
91.....	پیوست 1. نمودارهای ترمودینامیکی.....
91.....	پیوست 1-1. نمودار H-S آب-بخار.....
91.....	پیوست 2-1. نمودار آنتالپی آب مادون بحرانی.....
92.....	پیوست 3-1. تعیین مشخصات آب مادون بحرانی
92.....	پیوست 4-1. دیاگرام فازي آب.....
93.....	پیوست 2. فهرست اسامی لاتین
97.....	منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
4	شکل 2-1. پراکندگی پسته‌های موجود در ایران.....
9	شکل 2-2. دیاگرام فازی آب و دی اکسید کربن.....
12	شکل 2-3. ویژگی‌های فیزیکی آب در فشار 24 مگا پاسکال در مقابل دما.....
17	شکل 2-4. دستگاه استخراج سوکسله.....
20	شکل 2-5. شماتیک سیستم MAE.....
23	شکل 2-6. دیاگرام دستگاه نیمه صنعتی استخراج با دی اکسید کربن فوق بحرانی.....
26	شکل 2-7. شماتیکی از آب مادون بحرانی.....
37	شکل 2-8. کاهش جذب با اثر مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH.....
40	شکل 3-1. نمایی از دستگاه استخراج با آب مادون بحرانی.....
765	شکل 3-2. منحنی کالیبراسیون غلظت ترکیبات پلی فنلی در برابر جذب خوانده شده در طول موج نانومتر.....
42	شکل 3-3. منحنی قدرت احیاکنندگی عصاره‌ی مادون بحرانی پوست بنه- تیمار اول (جذب بیشتر یعنی قدرت احیاکنندگی بیشتر $n=3$).....
43	شکل 3-4. میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (درصد) عصاره‌ی مادون بحرانی پوست بنه $n=3$
45

شکل 4-1. سطح پاسخ و کنترل میزان ترکیبات پلی فنلی عصاره‌ی مادون بحرانی پوست بنه به عنوان تابعی از الف- دما و مدت زمان استخراج، ب- دما و نسبت اختلاط حلال به نمونه.....62

شکل 4-2. سطح پاسخ و کنترل قدرت احیاکنندگی عصاره‌ی مادون بحرانی پوست بنه (EC₅₀) به عنوان تابعی از الف- دما و مدت زمان استخراج، ب- دما و نسبت اختلاط حلال به نمونه.....66

شکل 4-3. سطح پاسخ و کنترل قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH عصاره‌ی مادون بحرانی پوست بنه (EC₅₀) به عنوان تابعی از الف- دما و مدت زمان استخراج، ب- دما و نسبت اختلاط حلال به نمونه.....70

شکل 4-4. نمودارهای استاندارد شده Pareto جهت نشان دادن تأثیر عبارتهای مختلف مدل روی (a) میزان ترکیبات پلی فنلی، (b) قدرت احیاکنندگی آهن بر حسب EC₅₀، (c) قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH.....71

شکل 4-5. (الف) بازده استخراج (%)، (ب) میزان ترکیبات فنلی کل (میلی گرم گالیک اسید بر 100 گرم پوست بنه)، (ج) قدرت احیاکنندگی آهن بر حسب آهن بر حسب EC₅₀ (میلی گرم بر لیتر) و (د) قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH بر حسب EC₅₀ (میلی گرم بر لیتر) عصاره بدست آمده با آب گرم 85 °C پوست بنه در مقایسه با عصاره مادون بحرانی آب آن و آنتی اکسیدان های سنتزی. ستون‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، p < 0/01). تیرک‌های ستون‌ها نشان دهنده انحراف استاندارد داده‌های اندازه گیری شده است75

شکل 4-6. طیف HPLC از مخلوط استانداردها.....76

شکل 4-7. کروماتوگرام ترکیبات فنلی عصاره مادون بحرانی آب پوست بنه در نقطه بهینه با HPLC.....77

شکل 4-8. کروماتوگرام GC-MS استاندارد آلکان ها.....80

شکل 4-9. طیف جرمی پیک اول و ترکیبات پیشنهادی کتابخانه کامپیوتری.....81

شکل 4-10. کروماتوگرام GC-MS عصاره مادون بحرانی آب پوست بنه در نقطه بهینه.....83

شکل 4-11. کروماتوگرام GC-MS عصاره مادون بحرانی آب پوست بنه در دمای 110°C جهت مقایسه.....83

شکل 4-12. کروماتوگرام GC-MS عصاره مادون بحرانی آب پوست بنه مشتق شده با تری متیل سیلیل در نقطه بهینه (دمای $196/81^{\circ}\text{C}$).....84

شکل 4-13. ریز ساختار تأثیر فرایند مادون بحرانی آب (با زمان ثابت 60 دقیقه و نسبت اختلاط ثابت 10:1 بنه-آب) روی پوست بنه (الف) تیمار شاهد، (ب) تیمار 110°C ، (ج) تیمار 155°C ، (د) تیمار 200°C87

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1-2. مشخصات ترمودینامیکی آب مادون بحرانی.....	10
جدول 2-2. ویژگی‌های آب تحت شرایط مختلف.....	11
جدول 2-3. اختلاف بین آب معمولی و مادون بحرانی.....	12
جدول 2-4. قدرت حلال (قطبیت).....	35
جدول 1-3. برنامه ریزی روش گرادپان.....	47
جدول 2-3. سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه.....	52
جدول 3-3. سطوح کد بندی و واقعی متغیرهای مستقل طرح مرکب مرکزی و میزان فولین، احیای آهن و DPPH عصاره.....	53
جدول 1-4. نتایج آزمون ضعف برازش مدل‌های برازش یافته بر داده‌های پاسخ.....	56
جدول 2-4. نتایج آنالیز آماری مدل‌های برازش یافته بر داده‌های پاسخ.....	57
جدول 3-4. نتایج جدول آنالیز واریانس (ANOVA) مدل سطح پاسخ درجه دوم کاسته برای ترکیبات فنلی کل.....	59
جدول 4-4. نتایج جدول آنالیز واریانس (ANOVA) مدل سطح پاسخ درجه دوم کاسته برای قدرت احیاکنندگی آهن.....	63

- جدول 4-5. نتایج جدول آنالیز واریانس (ANOVA) مدل سطح پاسخ درجه دوم کاسته برای قدرت
مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH.....68
- جدول 4-6. مقادیر مورد استفاده برای بهینه سازی و ویژگی های آنها.....72
- جدول 4-7. نتایج بدست آمده از فرایند بهینه سازی.....72
- جدول 4-8. نتایج حاصل از طیف HPLC مخلوط استانداردها.....77
- جدول 4-9. نتایج حاصل از کروماتوگرام ترکیبات فنلی عصاره مادون بحرانی آب پوست بنه در نقطه
بهینه با HPLC.....78
- جدول 4-10. جی سی مس عصاره مادون بحرانی آب بدست آمده در دمای بهینه (196/81°C) و
110°C.....82
- جدول 4-11. جی سی مس عصاره مادون بحرانی آب بدست آمده در دمای بهینه (196/81°C)
مشتق شده با تری متیل سیلیل.....85

فهرست علائم و اختصارات

علامت	معادل کامل انگلیسی	معادل فارسی
BHT	Butylated hydroxytoluene	هیدروکسی تولوئن بوتیله
GC	Gas chromatography	کروماتوگرافی گازی
GC-MS	Gas chromatography-mass spectrography	طیف سنج جرمی-کروماتوگرافی گازی
HPLC	High performance liquid chromatography	کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
MAE	Microwave Assisted Extraction	استخراج با حلال کمک شده با امواج مایکروویو
MASX	Membrane assisted solvent extraction	استخراج با حلال به کمک غشا
MMLLE	Microporous membrane liquid-liquid extraction	استخراج مایع مایع با غشایی با منافذ بسیار ریز
PDMS	Poly dimethylsiloxane	پلی دی متیل سیکلوکسان
PLE	Pressurized Liquid Extraction	استخراج با مایع تحت فشار
PME	Polymeric membrane extraction	استخراج با غشای پلیمری
SBSE	Stir bar sorptive extraction	استخراج با لوله جاذب متحرک
SCF	Supercritical fluid extraction	استخراج با سیال فوق بحرانی
SEM	Scanning Electron Micrographs	تصاویر روبش الکترونی
SLM	Supported liquid membranes	استخراج غشایی محافظت شده مایع
SPME	Solid-phase microextraction	ریز استخراج با فاز جامد
SWE	Superheated water extraction	استخراج با آب مادون بحرانی
TLC	Thin layer chromatography	کروماتوگرافی لایه نازک
USM	Unsaponifiable matter	مواد صابونی ناشونده

فصل اول

مقدمه

1-1. بیان مسئله و اهمیت آن

اکسایش لیپیدی از جمله مشکلات عمده در استفاده از روغن‌ها و چربی‌ها در حین فراوری مواد غذایی است که باعث تولید مواد مضر به ویژه در دماهای بالا می‌شود و سلامت انسان را به خطر می‌اندازد. افزایش پایداری اکسایشی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی کاری است که در حل این مشکل توصیه می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌ها باعث به تأخیر افتادن اکسایش روغن‌ها و چربی‌ها می‌شوند.

تحقیقات انجام شده حاکی از این است که برخی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی دارای آثار فیزیولوژیکی نامطلوبی در انسان می‌باشند؛ به همین علت تمایل به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به ویژه در دو دهه‌ی اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند (نامیکی، 1990). به علت محدود بودن اغلب منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی، همچنین کارایی پایین برخی از آن‌ها نظیر توکوفرول‌ها، شناسایی منابع آنتی‌اکسیدانی دیگر و احتمالاً "ایمن‌تر برای مواد غذایی امری مهم به نظر می‌رسد.

درخت بنه¹ از انواع درختان پسته‌ی وحشی است که از جمله منابع خدادادی کشور بوده و با بیش از 40 میلیون اصله درخت بالغ بر یک میلیون و دویست هزار هکتار از جنگل‌های زاگرس را به خود اختصاص

¹ *pistacia atlantica*

داده است (اداره منابع طبیعی استان فارس، 1387). در تحقیق حاضر از انواع روش‌های استخراج، تأثیر روش استخراج آب مادون بحرانی¹ بر قدرت آنتی‌اکسیدانی و مقدار ترکیبات پلی‌فنلی پوست بنه بررسی و با روش‌های متداول استخراج مقایسه شده است.

آب مادون بحرانی ناحیه‌ای از فاز کندانس شده‌ی آب هست که دمای بین 100°C (نقطه‌ی جوش آب) تا 374°C (نقطه‌ی بحرانی آب) و همچنین میزان فشاری که آب در حالت مایع بماند و تغییر فاز ندهد را در بر می‌گیرد (آیالا و همکاران، 2001). به علت اینکه قطبیت آب در این دما و فشار کاهش یافته و قطبیت مشابه اتانول و متانول را دارد، لذا انتظار می‌رود ترکیباتی با قطبیت متوسط تا پایین استخراج شوند. به دلیل اینکه بعضی از آنتی‌اکسیدان‌ها در دماهای بالا از بین می‌روند لذا بایستی اپتیمم فشار و دما که فعالیت آنتی‌اکسیدانی حداکثر باشد تعیین شود. همچنین به علت اینکه در این روش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی خاصی از ترکیب اولیه مشتق می‌شوند و رنج وسیعی از ترکیبات با قطبیت نسبتاً پایین تا متوسط استخراج می‌شوند؛ لذا انتظار می‌رود فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ی حاصل از این روش نسبت به روش استخراج مرسوم بالا باشد.

2-1. اهداف

1. استخراج مواد آنتی‌اکسیدانی پوست بنه رقم موتیکا با روش مادون بحرانی آب از انواع روش‌های سبز و بهینه‌یابی شرایط فرایند
2. اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره مادون بحرانی پوست بنه رقم موتیکا و مقایسه آن با روش سنتی استخراج با آب گرم
3. آنالیز دستگاهی عصاره بدست آمده جهت شناسایی ترکیبات آن
4. تأکید بر فناوری‌های سبز² به عنوان جایگزین مناسب روش‌های مرسوم

1 Subcritical water extraction

2 Green technologies

فصل دوم

بررسی منابع

2-1. آنتی اکسیدان ها

مهم‌ترین هدف استفاده از آنتی اکسیدان ها به عنوان افزودنی غذایی نگهداری کیفیت غذا و افزایش عمر ماندگاری آن است. روش‌های مختلفی به منظور پایدارسازی روغن‌های سرخ کردنی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به اختلاط روغن‌های چند غیر اشباع با انواع اشباع یا تک غیر اشباع، هیدروژنه کردن روغن‌های غیر اشباع، اصلاح ژنتیکی ساختار اسید چرب و استفاده از آنتی اکسیدانها اشاره کرد (وارنر و نولتون، 1997).

اضافه کردن آنتی اکسیدان‌ها از جمله روش‌های رایج برای بهبود پایداری روغن‌های سرخ کردنی است. در حال حاضر، آنتی اکسیدان‌های سنتزی مجاز در فرآورده‌های غذایی شامل هیدروکسی تولوئن بوتیل، هیدروکسی آنیزول بوتیل، پروپیل گالات و ترسیو بوتیل هیدروکینون می‌باشند (وارنر و همکاران، 1986). استفاده از اجزای گیاهی (پوسته، برگ‌ها، دانه و ...) و عصاره آن‌ها برای نگهداری غذا در برابر توسعه طعم تند شدگی عملی است که از زمان‌های دور تا کنون انجام می‌شود. در طی دو دهه گذشته تحقیقات زیادی در مورد حضور طبیعی ترکیبات آنتی اکسیدانی در منابع مختلف انجام شده است. مهم‌ترین هدف این تحقیقات کاهش استفاده از ترکیبات سنتزی به عنوان افزودنی‌های غذایی به دلیل اثرات مضر سلامتی آن‌ها است.