



پایان نامه ی کارشناسی ارشد در رشته ی مهندسی علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

**استخراج ترکیبات زیست فعال از کلم قرمز به کمک
امواج اولتراسونیک و تولید نانوذرات لیپیدی جامد به
منظور کاربرد در صنایع غذایی و دارویی**

به وسیله ی
راحله روان فر

استادان راهنما
دکتر مهرداد نیاکوثری
دکتر علی محمد تمدن

اسفند ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب راحله روان فر دانشجوی رشته ی مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش تکنولوژی مواد غذایی دانشکده ی کشاورزی اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : راحله روان فر

تاریخ و امضا: ۱۳۹۰/۱۲/۲۴

اکنون که به این مرحله از زندگی ام رسیده ام، به پاس الطاف تنها یار و مونس همیشگی ام و به شکرانه ی هر آنچه هستم، پروردگار بخشنده ی خویش را سپاس فراوان گویم که مرا در این مسیر یاری نمود تا همواره در راه آموختن و پیشبرد علم قدم بردارم تا شاید بتوانم ذره ای از هستی زیبا و لایتناهی او را بشناسم.

به پاس همراهی ها و دلسوزی های پدر بزرگوار و مادر عزیزم، به پاس صبوری و مهربانی خواهران و برادر عزیزم در طی بیست و چهار سال زندگی ام و به پاس داشتن خانواده ای گرم و صمیمی، خداوند بزرگ را شاکرم و از درگاه او سلامتی و سعادت آن ها را خواستارم.

به پاس همراهی ها و دلسوزی های استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر مهداد نیاکوثری که در طی هفت سال، همواره با مشاورت های دقیق و دلسوزی های پدرانه، راه گشای من در زندگی و تحصیل بودند، حق تعالی را سپاس گویم که چنین فرد بزرگواری را در مسیر زندگی ام نهاد.

و در نهایت به پاس هر آنچه هستم و هر آنچه دارم، پایان نامه ی خویش را به نوبهار زندگی ام، نسترن عزیزم تقدیم می نمایم و خوشبختی و سعادت او در دنیا و آخرت را از پروردگار منان خواهانم.

سپاسگزاری

اکنون که این رساله به پایان رسیده است، بر خود فرض می دانم که از اساتید محترم راهنما، جناب آقای دکتر مهرداد نیاکوثری و جناب آقای دکتر علی محمد تمدن، و همچنین از اساتید محترم مشاور، جناب آقای دکتر محمودرضا معین و جناب آقای دکتر محمود امین لاری نهایت سپاس را داشته باشم.

از همکاری کلیه ی کارشناسان بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده ی کشاورزی شیراز و گروه فارماسیوتیکس و فارماکوگنوزی دانشکده ی داروسازی دانشگاه علوم پزشکی شیراز کمال تشکر را دارم.

از دوستان عزیزم در آزمایشگاه نانوفارماسیوتیکس دانشکده ی داروسازی، سرکار خانم دکتر ابوالمعالی، دکتر فرودی، دکتر هاشمی، دکتر نجفی، دکتر مناجاتی، دکتر گلکار، دکتر توکلی و دکتر صفری که صمیمانه مرا یاری نمودند، کمال سپاس را دارم.

چکیده

استخراج ترکیبات زیست فعال از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک و تولید نانوذرات لیپیدی جامد به منظور کاربرد در صنایع غذایی و دارویی

به کوشش

راحله روان فر

حدود نود درصد ترکیبات فنولیک موجود در کلم قرمز، آنتوسیانین ها هستند و این ترکیبات دارای خصوصیات آنتی اکسیدانی می باشند. آنتوسیانین ها با افزایش حرارت، تغییرات pH، تغییر غلظت اکسیژن، در شرایط هضم پانکراسی در ابتدای روده ی کوچک، افزایش مدت زمان ماندگاری و ... تخریب می شوند و دسترسی زیستی پایینی دارند. بنابراین با توجه به خصوصیات منحصر بفردی که در پیشگیری از سرطان ها، دیابت، بیماری های قلبی، آلزایمر و ... ایفا می کنند، حفاظت و پایداری این ترکیبات بسیار حائز اهمیت است. از طرف دیگر اگر زمانی این ترکیبات بخواهند به عنوان رنگ طبیعی به مصرف برسند، حفظ و پایداری آن ها در فرایند مواد غذایی مورد اهمیت خواهد بود. بنابراین تولید نانوذرات از این ترکیبات فعال، علاوه بر افزایش پایداری آن ها به شرایط فرایند، می تواند در بهبود هضم و ورود این ترکیبات به صورت کنترل شده به سرم خون نیز مفید باشد.

در این مطالعه، تاثیر پارامترهای فرایندی بر استخراج آنتوسیانین از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از مدل تاگوشی پارامترهای فرایند بهینه شد. نتایج حاصل از آنالیز مدل نشان داد که توان خروجی ۱۰۰ وات، دمای ۱۵ درجه ی سانتی گراد و زمان ۳۰ دقیقه، بهترین بازدهی استخراج آنتوسیانین را فراهم می کند. با استفاده از روش پیرکولاسیون ترکیبات زیست فعال از کلم قرمز استخراج شد و با انجام مراحل جزء به جزء کردن توسط ستون کروماتوگرافی تبادل یونی با فاز ثابت رزینی، فعال ترین جزء عصاره (جزء اتانول- آبی)، انتخاب گردید و برای ساخت نانوذرات لیپیدی جامد مورد استفاده قرار گرفت. نانوذرات لیپیدی جامد با روش رقیق سازی میکروامولسیون آب در روغن حاوی آنتوسیانین ها در فاز آبی تهیه شدند. فرمولاسیون ها از لحاظ سایز ذرات و بازدهی بارگیری مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای فرمولاسیون (مانند درصد لیپید، حجم فاز آبی داخلی، زمان هموژنیزاسیون، درصد مخلوط سورفاکتانت، درصد پایدار کننده) توسط مدول پلاکت برمن و باکس بنکن بهینه سازی شدند. بیشترین میزان بازدهی بارگیری (۸۹ درصد) زمانی حاصل شد که سایز ذرات حدود ۶ میکرون بود و کمترین سایز ذره (۴۱۷ نانومتر) زمانی به دست آمد که بازدهی بارگیری حدود ۳۵/۸ درصد بود. مطالعات حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی مورفولوژی ذرات را به صورت کروی آشکار نمود. در مرحله ی آخر، کینتیک پایداری و آزادسازی ترکیبات زیست فعال انکپسوله شده در نانوذرات لیپیدی جامد مورد مطالعه قرار گرفت. در بحث پایداری نانوذرات تولید شده، در شرایط pH برابر ۷/۴، در هر سه دمای ۲۵، ۳۷ و ۵۰ درجه ی سانتی گراد، نمونه ی انکپسوله شده توانست پایداری بهتری را در مقایسه با نمونه ی آزاد (کنترل) ترکیبات زیست فعال نشان دهد. بنابراین انکپسوله نمودن ترکیبات زیست فعال توانست موجب بهبود پایداری آن ها در شرایط مشابه سازی شده ی هضم پانکراسی شود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱,۱. مبانی نظری تحقیق.....	۳
فصل دوم: استخراج ترکیبات بیو اکتیو (پلی فنولیک، آنتی اکسیدان و آنتوسیانین) از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک و بررسی تاثیر پارامترهای فرایند بر بازدهی استخراج	
۱,۲. مقدمه.....	۶
۱,۱,۲. کلم قرمز.....	۶
۲,۱,۲. آنتوسیانین.....	۶
۱,۲,۱,۲. شیمی آنتوسیانین ها.....	۷
۲,۲,۱,۲. پایداری آنتوسیانین ها.....	۹
۳,۲,۱,۲. تاثیر pH.....	۹
۴,۲,۱,۲. فعالیت آنتی اکسیدانی.....	۱۰
۳,۱,۲. امواج اولتراسونیک.....	۱۱
۱,۳,۱,۲. مکانیسم و اثرات.....	۱۱
۱,۱,۳,۱,۲. گرم کردن.....	۱۱
۲,۱,۳,۱,۲. کاویتاسیون.....	۱۱
۳,۱,۳,۱,۲. اثرات ساختاری.....	۱۲
۴,۱,۳,۱,۲. آشفستگی.....	۱۲
۴,۱,۲. استخراج.....	۱۲
۲,۲. مبانی نظری تحقیق.....	۱۲
۳,۲. مروری بر تحقیقات انجام شده.....	۱۳
۱,۳,۲. کلم قرمز.....	۱۳

.....	۲,۳,۲. آنتوسیانین	۱۶
.....	۳,۳,۲. استفاده از امواج اولتراسونیک در فرایند استخراج	۱۷
.....	۴,۲. روش تحقیق	۱۸
.....	۱,۴,۲. مواد	۱۸
.....	۲,۴,۲. دستگاهها	۱۸
.....	۳,۴,۲. استخراج رنگدانه (آنتوسیانین ها) از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک	۱۸
.....	۴,۴,۲. آنالیز اسپکتروفوتومتری فرابنفش-مرئی	۱۹
.....	۵,۴,۲. آنالیز وزن سنجی	۲۰
.....	۶,۴,۲. ماکزیمم آنتوسیانین قابل استخراج (MEA)	۲۰
.....	۷,۴,۲. تاثیر امواج اولتراسونیک بر استخراج آنتوسیانین	۲۱
.....	۸,۴,۲. تاثیر زمان بر استخراج	۲۱
.....	۹,۴,۲. تاثیر توان امواج اولتراسونیک	۲۱
.....	۱۰,۴,۲. تاثیر شکل پالس امواج اولتراسونیک	۲۱
.....	۱۱,۴,۲. تاثیر طول مدت پالس دهی بر استخراج	۲۱
.....	۱۲,۴,۲. تاثیر دما بر استخراج	۲۲
.....	۱۳,۴,۲. میزان آنتوسیانین	۲۲
.....	۱۴,۴,۲. روش آنالیز آماری	۲۲
.....	۵,۲. نتایج (بحث، بررسی و تحلیل داده ها)	۲۳
.....	۱,۵,۲. تعیین طول موج ماکزیمم (λ_{max}) در عصاره ی کلم قرمز	۲۳
.....	۲,۵,۲. رسم نمودار کالیبراسیون (غلظت آنتوسیانین در برابر جذب	
.....	در طول موج ماکزیمم)	۲۴
.....	۳,۵,۲. میزان ماکزیمم آنتوسیانین قابل استخراج (MEA)	۲۴
.....	۴,۵,۲. تاثیر امواج اولتراسونیک بر استخراج آنتوسیانین	۲۴
.....	۵,۵,۲. تاثیر زمان استخراج	۲۵
.....	۶,۵,۲. تاثیر توان امواج اولتراسونیک	۲۶
.....	۷,۵,۲. تاثیر شکل پالس امواج اولتراسونیک	۲۷
.....	۸,۵,۲. تاثیر طول مدت پالس دهی	۲۸
.....	۹,۵,۲. تاثیر دما	۲۹
.....	۶,۲. نتیجه گیری	۳۰
.....	۷,۲. پیشنهادات	۳۰

فصل سوم: استفاده از مدل تاگوشی جهت یافتن شرایط بهینه ی استخراج آنتوسیانین از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک

۳۲	۱,۳. مقدمه
۳۲	۲,۳. مبانی نظری تحقیق
۳۳	۳,۳. مروری بر تحقیقات انجام شده
۳۴	۴,۳. روش تحقیق
۳۴	۱,۴,۳. مواد
۳۵	۲,۴,۳. دستگاهها
۳۵	۳,۴,۳. روش فرایند
۳۵	۴,۴,۳. تعیین میزان آنتوسیانین
۳۵	۵,۴,۳. روش تاگوشی
۳۷	۶,۴,۳. روش آنالیز آماری
۳۷	۵,۳. نتایج (بحث، بررسی و تحلیل داده ها)
۴۶	۶,۳. نتیجه گیری
۴۶	۷,۳. پیشنهادات

فصل چهارم: استخراج و جزء به جزء کردن ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین و آنتی اکسیدان از کلم قرمز و بررسی خصوصیات آن به عنوان یک نگهدارنده و رنگ طبیعی در صنایع دارویی و غذایی

۴۸	۱,۴. مقدمه
۴۸	۱,۱,۴. خصوصیات و طبقه بندی ترکیبات فنولیک
۵۲	۲,۱,۴. رادیکال های آزاد
۵۳	۳,۱,۴. آنتی اکسیدان
۵۴	۴,۱,۴. نقش آنتی اکسیدان ها در حفظ سلامتی بشر
۵۵	۵,۱,۴. روش های تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی
۵۵	۱,۵,۱,۴. روش DPPH
۵۶	۲,۵,۱,۴. روش پاکسازی رادیکال نیتریک اکسید
۵۷	۶,۱,۴. آنتوسیانین ها
۵۷	۷,۱,۴. استخراج ترکیبات فعال

۵۷.....	۸,۱,۴. جزء به جزء سازی (فراکشناسیون) ترکیبات
۵۸.....	۹,۱,۴. جزء به جزء سازی با استفاده از سیستم کروماتوگرافی تبادل یونی
۵۸.....	۲,۴. میانی نظری تحقیق
۵۸.....	۳,۴. مروری بر تحقیقات انجام شده
۵۸.....	۱,۳,۴. ترکیبات پلی فنولیک
۵۹.....	۲,۳,۴. آنتوسیانین ها
۵۹.....	۳,۳,۴. استخراج و جزء به جزء سازی
۶۰.....	۴,۴. روش تحقیق
۶۰.....	۱,۴,۴. مواد
۶۰.....	۲,۴,۴. دستگاهها
۶۱.....	۳,۴,۴. فرایند استخراج
	۱,۳,۴,۴. استخراج عصاره ی اتانول آبی (۵۰:۵۰) گیاه کلم قرمز
۶۱.....	به روش پرکولاسیون
۶۲.....	۴,۴,۴. جزء به جزء سازی ترکیبات عصاره توسط کروماتوگرافی ستونی
۶۴.....	۵,۴,۴. میزان کل ترکیبات فنولیک (TPC)
۶۴.....	۶,۴,۴. روش تعیین میزان آنتوسیانین
	۷,۴,۴. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش پاکسازی
۶۴.....	رادیکال آزاد DPPH
۶۵.....	۸,۴,۴. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش پاکسازی نیتریک اکسید
۶۵.....	۹,۴,۴. آنالیز آماری
۶۶.....	۵,۴. نتایج و بحث
	۱,۵,۴. استخراج و جزء به جزء سازی ترکیبات پلی فنولیک، آنتوسیانین
۶۶.....	و آنتی اکسیدان از کلم قرمز
	۲,۵,۴. تعیین میزان آنتوسیانین در عصاره ی تام و فراکشن های آبی، آب- اتانول
۶۶.....	۵۰:۵۰ و اتانولی
	۳,۵,۴. نتایج حاصل از بررسی خاصیت پاکسازی رادیکال های آزاد DPPH:
	میزان IC ₅₀ مربوط به استاندارد BHT (بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن)،
۶۷.....	عصاره ی تام و فرکشن ها
	۴,۵,۴. نتایج حاصل از اندازه گیری محتوای فنولی عصاره ی تام و فرکشن ها
۶۹.....	در مقایسه با استاندارد گالیک اسید

۵,۵,۴. نتایج حاصل از بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش	
۷۰..... پاکسازی نیتریک اکسید	
۷۱..... بررسی همبستگی میان پارامترهای اندازه گیری شده	
۷۲..... بازدهی عصاره گیری	
۷۳..... نتیجه گیری	
۷۳..... پیشنهادات	

فصل پنجم: ساخت و بهینه سازی نانو ذرات لیپیدی جامد به روش رقیق سازی میکرو امولسیون به منظور انکپسولاسیون ترکیبات بیو اکتیو حاصل از کلم قرمز

۷۵..... ۱,۵. مقدمه	
۷۵..... ۱,۱,۵. انکپسولاسیون و رهایش انتخابی مواد زیست فعال در غذا و دارو	
۷۵..... ۱,۱,۱,۵. اهمیت سیستم رهایش انتخابی	
۷۵..... ۲,۱,۱,۵. انکپسولاسیون و رهایش انتخابی آنتی اکسیدان ها و ویتامین ها	
۷۶..... ۳,۱,۱,۵. مزایای انکپسولاسیون	
۷۶..... ۴,۱,۱,۵. محافظت و دسترسی زیستی	
۷۷..... ۵,۱,۱,۵. رهایش انتخابی آنتی اکسیدان ها و ویتامین ها	
۷۹..... ۲,۱,۵. سیستم های دارو رسانی نانو ذره ای	
۷۹..... ۱,۲,۱,۵. نانو ذرات لیپیدی جامد (SLNs)	
۸۰..... ۲,۲,۱,۵. نانو کپسول های لیپیدی (LNCs)	
۸۰..... ۳,۱,۵. روش های ساخت نانوذرات لیپیدی جامد	
۸۰..... ۱,۳,۱,۵. هموژنیزاسیون	
۸۱..... ۱,۱,۳,۱,۵. هموژنیزاسیون گرم	
۸۱..... ۲,۱,۳,۱,۵. هموژنیزاسیون سرد	
۸۲..... ۳,۱,۳,۱,۵. هموژنیزاسیون با نیروی برشی بالا و امواج مافوق صوت	
۸۲..... ۴,۱,۳,۱,۵. هموژنیزاسیون با فشار بالا (HPH)	
۸۲..... ۲,۳,۱,۵. امولسیون سازی- تبخیر حلال	
۸۳..... ۳,۳,۱,۵. روش امولسیون دوگانه ی w/o/w	
۸۳..... ۴,۳,۱,۵. فناوری سیال فوق بحرانی (SCF)	
۸۳..... ۵,۳,۱,۵. معکوس شدن فازی و چرخه حرارتی	
۸۳..... ۶,۳,۱,۵. تولید نانوذرات لیپیدی بر مبنای رقیق سازی میکروامولسیون ها	

۱,۶,۳,۱,۵	تعریف میکروامولسیون	۸۴
۲,۶,۳,۱,۵	تعیین منطقه تشکیل میکروامولسیون بر اساس مطالعات	
۱,۶,۳,۱,۵	دیاگرام فازی	۸۴
۳,۶,۳,۱,۵	نقش سورفاکتانت	۸۵
۴,۶,۳,۱,۵	تشکیل SLN با رقیق سازی میکروامولسیون در محیط آبی سرد	۸۷
۵,۶,۳,۱,۵	پلیمریزاسیون بین سطحی میکروامولسیون های W/O به	
۱,۶,۳,۱,۵	منظور ساخت نانوکپسول های لیپیدی	۸۷
۴,۱,۵	ارزیابی خصوصیات نانوذرات لیپیدی	۸۸
۱,۴,۱,۵	تعیین اندازه و ساختار ذرات	۸۹
۲,۴,۱,۵	کفایت احتباس	۸۹
۵,۱,۵	فاکتورهای تاثیر گذار بر رهایش دارو از نانوذرات لیپیدی	۸۹
۶,۱,۵	پایداری نانوذرات لیپیدی	۹۰
۷,۱,۵	تولید صنعتی	۹۰
۲,۵	مبانی نظری تحقیق	۹۱
۳,۵	مروری بر تحقیقات انجام شده	۹۱
۴,۵	روش تحقیق	۹۵
۱,۴,۵	مواد	۹۵
۲,۴,۵	دستگاهها	۹۵
۳,۴,۵	تولید و خالص سازی لسیتین از لسیتین تجاری	۹۶
۴,۴,۵	تولید نانوذرات لیپیدی جامد از فرکشن آبی- اتانولی به عنوان فعال ترین	۹۶
۱,۴,۴,۵	مطالعات مقدماتی ساخت میکروامولسیون W/O	۹۶
۲,۴,۴,۵	تعیین منطقه میکروامولسیون	۹۷
۳,۴,۴,۵	روش ساخت میکروامولسیون W/O حاوی فرکشن آبی- اتانولی	۹۷
۴,۴,۴,۵	ارزیابی مقدماتی ساخت نانوذرات لیپیدی جامد به روش رقیق سازی	
۱,۶,۳,۱,۵	میکرو امولسیون	۹۸
۵,۴,۴,۵	تولید نانوذرات لیپیدی به روش رقیق سازی میکروامولسیون	۹۸
۶,۴,۴,۵	جداسازی نانوذرات از محیط آبی	۹۹
۵,۴,۵	ارزیابی خصوصیات نانوذرات لیپیدی جامد	۹۹
۱,۵,۴,۵	بررسی شکل نانو ذرات با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)	۹۹
۲,۵,۴,۵	تعیین اندازه ذره ای	۹۹

- ۱۰۰ ۳,۵,۴,۵. کفایت احتباس
- ۱۰۰ ۶,۴,۵. مطالعات آزاد سازی و پایداری
- ۱۰۱ ۷,۴,۵. یافتن پارامترهای اصلی تاثیرگذار بر بارگیری (کفایت احتباس) و سائز
- ۱۰۱ نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱۰۱ ۸,۴,۵. بهینه سازی فرایند تولید نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱۰۱ ۵,۵. نتایج و بحث
- ۱۰۵,۵. ۱. تهیه ی نانوذرات لیپیدی جامد حاوی فرکشن آبی - اتانولی عصاره ی
- ۱۰۱ کلم قرمز به روش رقیق سازی میکرو امولسیون
- ۱۰۱ ۱,۱,۵,۵. ارزیابی اولیه ساخت میکروامولسیون W/O
- ۱۰۴ ۲,۱,۵,۵. تعیین منطقه ی میکروامولسیون
- ۱۰۴ ۳,۱,۵,۵. ارزیابی مقدماتی ساخت نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱۰۴ ۴,۱,۵,۵. ساخت نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱۰۵ ۲,۵,۵. بهینه سازی فرمولاسیون ساخت نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱,۲,۵,۵. ۱. یافتن پارامترهای اصلی با استفاده از مدل پلاکت - برمن
- ۱۰۵ (Plackett- Burman)
- ۱۰۷ ۱,۱,۲,۵,۵. یافتن پارامترهای اصلی موثر بر بارگیری نانوذرات لیپیدی جامد
- ۲,۱,۲,۵,۵. ۲. یافتن پارامترهای اصلی موثر بر میانگین حجمی قطر نانوذرات
- ۱۱۲ لیپیدی جامد
- ۳,۱,۲,۵,۵. ۳. یافتن پارامترهای اصلی موثر بر ضریب اسپین نانوذرات
- ۱۱۶ لیپیدی جامد
- ۴,۱,۲,۵,۵. ۴. یافتن پارامترهای اصلی موثر بر هر سه فاکتور بارگیری، حجم و ضریب اسپین نانوذرات لیپیدی جامد و ارائه ی فرمول پیشنهادی مطلوب
- ۱۲۰ (تابع مطلوبیت)
- ۵,۱,۲,۵,۵. ۵. کاهش یازده پارامتر به سه پارامتر اساسی و بهینه سازی
- ۱۲۴ فرایند تولید نانوذرات لیپیدی جامد
- ۲,۲,۵,۵. ۲. مدل سطح پاسخ در بررسی و بهینه سازی فرمولاسیون
- ۱۲۵ تولید نانوذرات لیپیدی جامد
- ۱,۲,۲,۵,۵. ۱. بررسی تاثیر سه پارامتر نسبت فاز لیپیدی به فاز آبی، درصد مخلوط
- ۱۲۸ سورفاکتانت و درصد آب داخل فاز لیپیدی بر بارگیری نانوذرات و بر هم کنش آن ها

۲,۲,۲,۵,۵. بررسی تاثیر سه پارامتر نسبت فاز لیپیدی به فاز آبی، درصد مخلوط سورفاکتانت و درصد آب داخل فاز لیپیدی بر میانگین عددی قطر نانوذرات و بر هم کنش آن ها	۱۳۴
۳,۲,۲,۵,۵. بررسی تاثیر سه پارامتر نسبت فاز لیپیدی به فاز آبی، درصد مخلوط سورفاکتانت و درصد آب داخل فاز لیپیدی بر ضریب اسپن (شاخص پراکندگیاندازه ی ذره ای) نانوذرات و بر هم کنش آن ها	۱۴۲
۴,۲,۲,۵,۵. بررسی تاثیر سه پارامتر نسبت فاز لیپیدی به فاز آبی، درصد مخلوط سورفاکتانت و درصد آب داخل فاز لیپیدی بر میانگین حجمی قطر نانوذرات و بر هم کنش آن ها	۱۴۹
۳,۲,۵,۵. فرمولاسیون های نهایی ساخت نانوذرات لیپیدی جامد (SLN)	۱۵۶
۳,۵,۵. ارزیابی خصوصیات نانوکپسول ها	۱۵۷
۱,۳,۵,۵. بررسی شکل ذرات با میکروسکوپ الکترونی روبشی	۱۵۷
۲,۳,۵,۵. تعیین اندازه ی ذرات	۱۵۸
۳,۳,۵,۵. کفایت احتباس	۱۵۹
۴,۳,۵,۵. مطالعات آزاد سازی	۱۵۹
۵,۳,۵,۵. مطالعات پایداری	۱۶۰
۶,۵. نتیجه گیری	۱۶۱
۷,۵. پیشنهادات	۱۶۲

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱,۶. نتیجه گیری	۱۶۴
۲,۶. پیشنهادات	۱۶۶

فهرست منابع و مأخذ

پیوست	۱۸۲
-------	-----

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲. ساختار آنتوسیانیدین ها (آگلیکون ها).....	۸
جدول ۲-۲. مقادیر λ_{max} و میزان جذب محلول های ۰/۱۲ درصد وزنی- حجمی کلم قرمز در مقادیر مختلف pH.....	۱۵
جدول ۳-۲. اثر دما و pH بر تجزیه ی رنگ قرمز کلم در محلول آبی.....	۱۶
جدول ۴-۲. اثر امواج اولتراسونیک بر پارامترهای استخراج.....	۲۵
جدول ۵-۲. اثر توان خروجی اولتراساوند بر پارامترهای استخراج.....	۲۷
جدول ۶-۲. اثر شکل پالس بر پارامترهای استخراج.....	۲۸
جدول ۷-۲. اثر طول مدت پالس دهی بر پارامترهای استخراج.....	۲۹
جدول ۸-۲. اثر دما بر پارامترهای استخراج.....	۳۰
جدول ۱-۳. فاکتورها و سطوح مدل ارتوگونال.....	۳۵
جدول ۲-۳. ماتریس طرح تاگوشی $L_9 (3^4)$ برای فرایند استخراج آنتوسیانین از کلم قرمز به کمک امواج اولتراسونیک.....	۳۶
جدول ۳-۳. آنالیز ANOVA برای سطح پاسخ مدل 2FI.....	۳۸
جدول ۴-۳. ضرایب تخمینی معادله.....	۳۹
جدول ۱-۴. میزان آنتوسیانین.....	۶۶
جدول ۲-۴. میزان IC_{50} در هر نمونه.....	۶۸
جدول ۳-۴. محتوای فنولی مربوط به نمونه های مورد بررسی (میلی گرم در گرم نمونه).....	۶۹
جدول ۴-۴. نتایج حاصل از بررسی خاصیت پاکسازی رادیکال های آزاد NO: IC_{50} مربوط به عصاره ی تام و فرکشن های کلم قرمز.....	۷۰
جدول ۵-۴. ضرایب همبستگی میان میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنولیک کلم قرمز.....	۷۱
جدول ۶-۴. ضرایب همبستگی میان میزان آنتوسیانین و IC_{50} کلم قرمز.....	۷۶
جدول ۷-۴. ضرایب همبستگی میان میزان ترکیبات فنولیک و IC_{50} کلم قرمز.....	۷۶

جدول ۵-۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی مخلوط سورفاکتانت مورد استفاده در ساخت میکرو امولسیون w/o.....	۹۷
جدول ۵-۲. بررسی منطقه تشکیل میکروامولسیون مخلوط پالمیتیک اسید، لسیتین تخم مرغ، اسپن ۸۵ و اتانول در تیتراسیون با آب.....	۱۰۴
جدول ۵-۳. آزمایشات طراحی شده برای یافتن پارامترهای اصلی.....	۱۰۶
جدول ۵-۴. پاسخ نهایی ۱۲ سری آزمایش طراحی شده به روش پلاکت- برمن.....	۱۰۶
جدول ۵-۵. جدول ANOVA در مورد پارامترهای موثر در بارگیری.....	۱۰۹
جدول ۵-۶. جدول ANOVA در مورد پارامترهای موثر بر میانگین حجمی قطر.....	۱۱۳
جدول ۵-۷. جدول ANOVA در مورد پارامترهای موثر بر ضریب اسپن.....	۱۱۸
جدول ۵-۸. جدول ANOVA در مورد تاثیر پارامترها بر تابع مطلوبیت.....	۱۲۱
جدول ۵-۹. مقادیر تثبیت شده ی ۸ پارامتر کم تاثیر.....	۱۲۴
جدول ۵-۱۰. طراحی ۱۷ سری آزمایش در مدل سطح پاسخ.....	۱۲۵
جدول ۵-۱۱. پاسخ ۱۷ سری آزمایش در مدل سطح پاسخ.....	۱۲۶
جدول ۵-۱۲. جدول ANOVA برای فاکتور درصد بارگیری در مدل سطح پاسخ.....	۱۲۸
جدول ۵-۱۳. ضرایب تخمینی معادله.....	۱۲۸
جدول ۵-۱۴. جدول ANOVA برای فاکتور میانگین عددی قطر در مدل سطح پاسخ.....	۱۳۵
جدول ۵-۱۵. ضرایب تخمینی معادله.....	۱۳۵
جدول ۵-۱۶. جدول ANOVA برای فاکتور ضریب اسپن در مدل سطح پاسخ.....	۱۴۲
جدول ۵-۱۷. جدول ضرایب تخمینی معادله.....	۱۴۳
جدول ۵-۱۸. جدول ANOVA برای فاکتور میانگین حجمی قطر در مدل سطح پاسخ.....	۱۴۹
جدول ۵-۱۹. ضرایب تخمینی معادله.....	۱۴۹
جدول ۵-۲۰. فرمول تولید نانوذرات با ماکزیمم بازدهی بارگیری.....	۱۵۶
جدول ۵-۲۱. فرمول تولید نانوذرات با کوچکترین میانگین عددی قطر.....	۱۵۶

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲. اشکال شیمیایی آنتوسیانین ها وابسته به pH و واکنش تجزیه. $R_1=H$ یا ساکارید، $R_2=H$ و R_3 یا متیل	۱۰
شکل ۲-۲. ساختار آنتوسیانین کلم قرمز	۱۴
شکل ۳-۲. ساختار شیمیایی آنتوسیانین آسیله شده	۱۴
شکل ۴-۲. سیستم تولید کننده ی امواج اولتراسونیک (اولتراساوند).....	۱۹
شکل ۵-۲. طول موج ماکزیمم در عصاره ی حاصل از کلم قرمز در pH حدود ۶.....	۲۳
شکل ۶-۲. نمودار کالیبراسیون میزان آنتوسیانین در برابر جذب در طول موج ماکزیمم (۵۵۴ نانومتر) و pH حدود ۶.....	۲۴
شکل ۷-۲. تاثیر امواج اولتراسونیک با توان ۱۵۰ وات بر استخراج آنتوسیانین از کلم قرمز	۲۵
شکل ۸-۲. تاثیر توان خروجی اولتراسونیک بر استخراج آنتوسیانین	۲۶
شکل ۹-۲. تاثیر پالس دهی امواج اولتراسونیک بر استخراج آنتوسیانین	۲۷
شکل ۱۰-۲. تاثیر طول مدت پالس دهی بر استخراج آنتوسیانین	۲۸
شکل ۱۱-۲. تاثیر دما بر استخراج آنتوسیانین	۲۹
شکل ۱-۳. پلات نرمال باقی مانده ها	۳۹
شکل ۲-۳. داده های حقیقی در برابر داده های پیش بینی شده	۴۰
شکل ۳-۳. پلات کانتور در توان خروجی اولتراساوند به میزان کم.....	۴۰
شکل ۴-۳. پلات کانتور در توان خروجی اولتراساوند به میزان زیاد.....	۴۱
شکل ۵-۳. پلات کانتور در شرایط دمای کم	۴۱
شکل ۶-۳. پلات کانتور در شرایط دمای بالا	۴۲
شکل ۷-۳. پلات کانتور در شرایط زمان کوتاه	۴۲
شکل ۸-۳. پلات کانتور در شرایط زمان طولانی.....	۴۳

- شکل ۳-۹. نمودار سه بعدی تغییرات محتوای آنتوسیانین در برابر توان و دمای استخراج در شرایط زمان متوسط ۴۴
- شکل ۳-۱۰. نمودار سه بعدی تغییرات محتوای آنتوسیانین در برابر زمان و دمای استخراج در توان متوسط ۴۴
- شکل ۳-۱۱. نمودار سه بعدی تغییرات محتوای آنتوسیانین در برابر زمان و توان استخراج در شرایط دمای متوسط ۴۵
- شکل ۳-۱۲. نمودار مکعبی حاصل از بررسی همزمان سه پارامتر دما، توان و زمان ۴۵
- شکل ۴-۱. ساختارهای اساسی ترکیبات فنولیک گیاه به همراه یک مثال ۵۰
- شکل ۴-۲. طبقات برگزیده ی فلاونوئیدها ۵۱
- شکل ۴-۳. مکانیسم رادیکال آزاد پروکسیداسیون چربی ۵۴
- شکل ۴-۴. جایگاه عمل آنتی اکسیدان های مختلف در سلول ۵۵
- شکل ۴-۵. فرایند جزء به جزء سازی ۶۳
- شکل ۴-۶. میزان آنتوسیانین ۶۷
- شکل ۴-۷. نمودار درصد پاکسازی رادیکال آزاد در برابر غلظت استاندارد BHT ۶۸
- شکل ۴-۸. خاصیت پاکسازی رادیکال های آزاد DPPH در عصاره ی تام و فرکشن ها در مقایسه با نمونه ی استاندارد ۶۸
- شکل ۴-۹. محتوای فنولی مربوط به استاندارد گالیک اسید ۶۹
- شکل ۴-۱۰. خاصیت پاکسازی رادیکال های آزاد NO در عصاره ی تام و فرکشن های کلم قرمز ۷۰
- شکل ۵-۱. سیستم نانوذرات حاوی آنتی اکسیدان با تاکید بر مزایای سیستم رهایش نانوذرات ۷۶
- شکل ۵-۲. پروفایل رهایش. معمولا داروهای آبدوست در مقایسه با داروهای آبگریز سریع تر آزاد می شود ۷۸
- شکل ۵-۳. خلاصه ی روش های مورد استفاده در تعیین مقدار پروفایل رهایش ۷۸
- شکل ۵-۴. نانو کپسول های با هسته مائی و دیواره لیپیدی و سورفاکتانتی ۷۹
- شکل ۵-۵. اثر گروههای مولکولی و شرایط محلول بر روی یک سورفاکتانت و محدوده ای از تجمعات سورفاکتانتی که امکان تشکیل در آب یا محلول آبی را دارند ۸۶
- شکل ۵-۶. روش تهیه نانوذرات لیپیدی جامد ۹۹
- شکل ۵-۷. تصاویر نهایی فرمولاسیون های مدل پلاکت- برمن ۱۰۷
- شکل ۵-۸. چارت پرتو در مورد تاثیر یازده پارامتر مورد بررسی بر بارگیری ۱۰۹