بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی کشاورزی-علوم و صنایع غذایی

بررسی سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک و استفاده از آن در نوشابه سلامتی بخش

اساتید راهنما: دکتر محمود رضازاد باری و دکتر محمد علیزاده خالد آباد

استاد مشاور: دکتر حسین کیانی

نگارش

مریم خانی

بهمن ۱۳۹۳

تقدیم به روح پاک مادرم

سپاسگزاری

سپاس خدای را که هرچه دارم از اوست، به امید آنکه توفیق یابم جز خدمت به خلق او نکوشم.

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است...

به روح پاک مادرم... او که آفتاب پرمهرش در آستانه قلبم، هم‌چنان پابرجاست، و هرگز غروب نخواهد کرد.

و خانواده عزیزم...

سپاسگزارم از:

اساتید راهنما جناب آقای دکتر **محمود رضازاد**، الگوی اخلاق و تواضع و همچنین از جناب آقای **دکتر محمد علیزاده** الگوی علم و انسانیت.

از آقای **دکتر محمد علی ابراهیم زاده موسوی** که امکان انجام آزمایشات در شرکت زمزم ایران را برای من مهیا کردند، کمال تشکر و قدردانی دارم.

از آقای **دکتر حسین کیانی** که در این مسیر از هیچ کمکی بر من دریغ نکردند، سپاسگزارم.

از هیئت محترم داوران آقای **دکتر الماسی** و **آقای دکتر اسمعیلی** و تمامی اساتید گروه علوم و صنایع غذایی که در طول این دوره از محضر ایشان استفاده نمودم کمال تشکر را دارم.

از پرسنل محترم شرکت زمزم ایران، خانم ها مهندس نویدی، مؤیدی و آقای مهندس احمدی که در تمام این مدت مرا یاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

سپاسگزارم از:

دوستان مهربانم دکتر سیده شیما یوسفی، مهندس نغمه رحمتی، سپیده پوروطن دوست، فاطمه ریاضی، سیمین زادگان خواجه که بودنشان دلگرمی و حرف و دلشان یکی بود به پاس لحظه های یکدلی و خاطره روزهای باهم بودن.

چکیده

میوه زرشک با رنگ مطلوب و طعم دلپذیر آن و خواص سلامت بخش ناشی از حضور آنتوسیانین‌ها یکی از محصولات منحصربه‌فرد و بومی ایران است که می‌توان از آن در تهیه محصولاتی مثل آب‌میوه، نوشابه، لواشک و ... استفاده کرد. آنتوسیانین‌ها به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضدالتهابی موردتوجه قرارگرفته‌اند. در این مطالعه سینتیک استخراج آنتوسیانین با متغیرهای دما، نسبت ماده جامد به حلال، زمان اعمال فراصوت و درصد ضریب کار فراصوت به‌منظور ارزیابی بهترین مدل تجربی بررسی شد. از بین مدل‌های تجربی مطالعه شده مدل الوویچ و پلگ به‌خوبی رفتار استخراج را توصیف نمودند. سرعت استخراج با افزایش دما و نسبت ماده جامد به حلال، افزایش یافت. بالاترین میزان غلظت آنتوسیانین در استخراج به کمک فراصوت در زمان یک ساعت و با ضریب کار ۵۰ درصد به دست آمد. نوشیدنی مدل گازدار با رنگ طبیعی زرشک فرموله شد و پایداری آن تحت دماهای مختلف نگهداری، نور و تاریکی و حضور قند به مدت دو ماه با استفاده از طرح فاکتوریل بررسی شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH، غلظت آنتوسیانین با روش pH افتراقی و تغییرات رنگ با استفاده از پردازش تصویر بررسی شد. بهینه‌سازی بر پایه بیشترین میزان آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، بیشترین مقدار a، بالاترین زمان نگهداری و کمترین مقدار b و L انجام شد. شرایط بهینه در روز ۱۹ام، در نوشابه فرموله شده با قند ساکارز، تحت نگهداری در دمای ۵ درجه سلسیوس و در تاریکی به دست آمد که مقدار آنتوسیانین مونومری برابر با ۵۱/۵۹ میلی‌گرم بر لیتر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۹۳/۲۵ درصد، پارامتر a ۸۱/۱۵، پارامتر b برابر با ۹۰/۹۲ و L نوشابه‌ها ۵۸/۸۹ بود.

واژه‌های کلیدی: زرشک، آنتوسیانین، نوشابه سلامتی بخش، فعالیت آنتی اکسیدانی

فهرست مطالب

۱ فصل اول: کلیات ۱
۲ فصل دوم: ادبیات و موضوع تحقیق ۷
۲-۱ نوشابه گازدار یا گوارا ۸
۲-۱-۱ تاریخچه نوشابه‌سازی در جهان ۸
۲-۱-۲ تاریخچه نوشابه‌سازی در ایران ۹
۲-۱-۳ آمار تولید نوشابه در ایران و جهان ۱۰
۲-۱-۴ نوشابه‌های گوارا ۱۰
۲-۱-۵ اجزا تشکیل‌دهنده ساخت نوشابه‌های گازدار ۱۱
۲-۱-۵-۱ آب ۱۱
۲-۱-۵-۲ شیرین‌کننده‌ها ۱۲
۲-۱-۵-۳ رنگ‌ها ۱۲
۲-۱-۵-۴ اسیدها ۱۲
۲-۱-۵-۵ طعم‌دهنده‌ها ۱۳
۲-۱-۵-۶ دی‌اکسید کربن ۱۳
۲-۱-۶ کاربرد رنگ‌ها در صنایع نوشابه‌سازی ۱۳
۲-۲ معرفی گیاه زرشک ۱۶
۲-۲-۱ اهمیت و پیشینه تاریخی زرشک ۱۷
۲-۲-۲ تیره زرشک بربریداسه ۱۸
۲-۲-۳ جنس زرشک ۱۹
۲-۲-۴ گونه‌های زرشک ۲۰
۲-۲-۵ ترکیبات شیمیایی میوه زرشک ۲۱
۲-۳ آنتوسیانین‌ها ۲۱
۲-۳-۱ شیمی آنتوسیانین‌ها و طبقه‌بندی آنتوسیانین‌ها ۲۳
۲-۳-۲ پارامترهای مؤثر بر خواص آنتوسیانین ۲۵
۲-۳-۳ عوامل مؤثر بر پایداری آنتوسیانین‌ها ۲۷
۲-۳-۳-۱ دما ۲۷
۲-۳-۳-۲ نور ۲۷
۲-۳-۳-۳ اثر مقدار قند و ازت ۲۸
۲-۳-۳-۴ اثر pH ۲۸
۲-۳-۳-۵ اثر اکسیژن ۲۹
۲-۳-۴ خواص درمانی آنتوسیانین‌ها ۲۹
۲-۳-۵ روش‌های استخراج آنتوسیانین‌ها ۳۰

۲-٤ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی ۳۱
۲-۴-۱ مکانیسم عمل آنتی‌اکسیدان‌ها..... ۳۲
۲-۴-۲ سنجش رنگ..... ۳۳
۲-۵ مکانیسم استخراج به کمک فراصوت ۳٦
۲-۵-۱ نکات مهم در روش استخراج به کمک امواج فراصوت ۳۹
۲-۵-۲ مزایا و معایب استخراج به کمک فراصوت ۳۹
۲-٦ سینتیک..... ٤۰
۲-۶-۱ مدل پارابولیک دیفوزیون..... ٤۲
۲-۶-۲ مدل قانون توان..... ٤۲
۲-۶-۳ مدل هایپربولیک..... ٤۳
۲-۶-۴ مدل ویبال ٤۳
۲-۶-۵ مدل الوویچ ٤٤
۳ فصل سوم: مواد و روش‌ها ٤۵
۳-۱ مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش..... ٤٦
۳-۲ دستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش ٤٦
۳-۳ نمونه‌برداری ٤۷
۳-٤ استخراج آنتوسیانین ٤۷
۳-۵ استخراج آنتوسیانین به کمک امواج فراصوت ٤۸
۳-٦ اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین ٤۸
۳-۷ محاسبه میزان آنتوسیانین در هر کیلوگرم زرشک یا راندمان استخراج ۵۰
۳-۸ اندازه‌گیری pH..... ۵۰
۳-۹ تولید نوشابه..... ۵۰
۳-۱۰ فرمولاسیون نوشابه..... ۵۲
۳-۱۱ اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH..... ۵۲
۳-۱۲ سنجش رنگ ۵۳
۳-۱۳ طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری ۵٤
٤ فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۵۷
٤-۱ بررسی سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک..... ۵۸
۴-۱-۱ بررسی اثر نسبت ماده جامد به حلال بر سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک..... ۵۹
۴-۱-۲ بررسی اثر دمای استخراج بر سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک ۷۱
۴-۱-۳ بررسی اثر زمان اعمال فراصوت بر سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک..... ۸۰
۴-۱-۴ بررسی اثر درصد ضریب کار فراصوت بر سینتیک استخراج آنتوسیانین از زرشک..... ۸۹

٤-٢ بررسی پایداری رنگ استفاده شده در نوشابه بر پایه عصاره زرشک ۹۹
۴-۲-۱ بررسی آنتوسیانین کل در شرایط نگهداری..... ۹۹
۴-۲-۲ بررسی رنگ‌دانه‌های مونومری در شرایط نگهداری..... ۱۰۲
۴-۲-۳ بررسی اندیس تخریب یا درصد آنتوسیانین‌های پلیمری در شرایط نگهداری..... ۱۰۸
۴-۲-۴ بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شرایط نگهداری..... ۱۰۹
۴-۲-۵ بررسی رنگ..... ۱۱۱
۴-۲-۵-۱ بررسی تغییرات a..... ۱۱۱
۴-۲-۵-۲ بررسی تغییرات b..... ۱۱۵
۴-۲-۵-۳ بررسی تغییرات L..... ۱۱۷
۴-۲-۶ بهینه‌سازی..... ۱۱۹
نتیجه‌گیری کلی ۱۲۰
پیشنهادات ۱۲۲
پیشنهادات ۱۲۳
پیوست..... ۱۲٤
فهرست منابع..... ۱۲۹

فهرست اشکال

شکل ۲-۱. اجزا مختلف زرشک [۱۸] ۲۰
شکل ۲-۲. شماتیک انواع آنتوسیانین‌ها [۹]..... ۲۲
شکل ۲-۳. ساختار عمومی آنتوسیانین‌ها (آگلیکون) [۹]..... ۲۵
شکل ۲-۴. ساختارهای شیمیایی مختلف آنتوسیانین‌ها در PHهای مختلف [۹]..... ۲۶
شکل ۲-۵. شمای کلی تغییرات رنگی پارامترهای رنگی [۴]..... ۳۵
شکل ۳-۱. زرشک پلویی ۴۷
شکل ۳-۲. مرحله گاز زنی نوشابه..... ۵۱
شکل ۴-۱. میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک در استخراج با نسبت‌های ماده جامد به حلال مختلف (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۶۱
شکل ۴-۲. میزان راندمان استخراج آنتوسیانین از زرشک نسبت به زمان در استخراج با نسبت‌های ماده جامد به حلال مختلف (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵ و ۱:۲۵) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس..... ۶۱
شکل ۴-۳. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۵ و دمای ۲۰ درجه سلسیوس..... ۶۶
شکل ۴-۴. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۱۰ و دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۶۷
شکل ۴-۵. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۱۵ و دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۶۷
شکل ۴-۶. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۲۵ و دمای ۲۰ درجه سلسیوس ۶۸
شکل ۴-۷. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۵ (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل الوویچ)..... ۶۸
شکل ۴-۸. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۱۰ (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل پلگ) ۶۹
شکل ۴-۹. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۱۵ (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل پلگ) ۶۹
شکل ۴-۱۰. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با نسبت ماده جامد به حلال ۱:۲۵ (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل پلگ) ۷۰
شکل ۴-۱۱. نمودار غلظت آنتوسیانین در استخراج با نسبت‌های مختلف (نقاط) و بهترین مدل‌های برازش شده (خطوط) ۷۰
شکل ۴-۱۲. میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک در استخراج با دماهای مختلف..... ۷۲
شکل ۴-۱۳. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۲۰ درجه سلسیوس..... ۷۶

شکل ۴-۱۴. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۴۰ درجه سلسیوس ۷۶
شکل ۴-۱۵. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۶۰ درجه سلسیوس ۷۷
شکل ۴-۱۶. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۲۰ درجه سلسیوس (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل الوویچ با بالاترین میزان ضریب تبیین با داده‌های آزمایشگاهی) ۷۸
شکل ۴-۱۷. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۴۰ درجه سلسیوس (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل الوویچ با بالاترین میزان ضریب تبیین با داده‌های آزمایشگاهی) ۷۸
شکل ۴-۱۸. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با دمای ۶۰ درجه سلسیوس (آزمایشگاهی) و داده‌های پیش‌بینی‌شده (مدل الوویچ با بالاترین میزان ضریب تبیین با داده‌های آزمایشگاهی) ۷۹
شکل ۴-۱۹. نمودار مقایسه مدل‌های برازش شده برای استخراج در دماهای مختلف ۸۰
شکل ۴-۲۰. میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک در استخراج با کمک فراصوت (۱، ۲/۵ و ۴ ساعت) ۸۲
شکل ۴-۲۱. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۱ ساعت) ۸۵
شکل ۴-۲۲. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۲/۵ ساعت) ۸۵
شکل ۴-۲۳. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۴ ساعت) ۸۶
شکل ۴-۲۴. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۱ ساعت) و داده‌های پیش‌بینی‌شده با بهترین مدل برازش شده (مدل پلگ) ۸۷
شکل ۴-۲۵. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۲/۵ ساعت) و داده‌های پیش‌بینی‌شده با بهترین مدل برازش شده (مدل پلگ) ۸۷
شکل ۴-۲۶. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۴ ساعت) و داده‌های پیش‌بینی‌شده با بهترین مدل برازش شده (مدل الوویچ) ۸۸
شکل ۴-۲۷. مقایسه بهترین مدل‌های برازش شده در زمان‌های مختلف اعمال فراصوت ۸۹
شکل ۴-۲۸. میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک در استخراج با کمک فراصوت با ضرایب کار مختلف (۳۳ ٪، ۵۰ ٪ و ۷۰ ٪) ۹۱
شکل ۴-۲۹. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت با ضریب کار ۳۳ ٪ ۹۴

شکل ۴-۳۰. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت با ضریب کار ۵۰ ٪ ۹۴
شکل ۴-۳۱. نمودار مقایسه داده‌های آزمایشگاهی و مدل‌های سینتیکی غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت با ضریب کار ۷۰ ٪ ۹۵
شکل ۴-۳۲. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت و ضریب کار ۳۳ ٪ و بهترین مدل برازش شده (الوویچ) ۹۶
شکل ۴-۳۳. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت و ضریب کار ۵۰ ٪ و بهترین مدل برازش شده (پلگ)..... ۹۶
شکل ۴-۳۴. نمودار مقایسه میزان غلظت آنتوسیانین استخراج شده از زرشک با کمک فراصوت و ضریب کار ۷۰ ٪ و بهترین مدل برازش شده (پلگ)..... ۹۷
شکل ۴-۳۵. مقایسه مدل‌های برازش شده به داده‌های آزمایشگاهی در ضرایب کار مختلف فراصوت (۳۳، ۵۰ و ۷۰ درصد)..... ۹۸
شکل ۴-۳۶.میزان آنتوسیانین کل نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز طی زمان (۶۱ روز) در دماهای نگهداری مختلف و حضور نور..... ۱۰۰
شکل ۴-۳۷. نمودار اثر نور بر میزان آنتوسیانین کل نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در روز ۳۱ام ۱۰۱
شکل ۴-۳۸. اثر نوع قند بر میزان آنتوسیانین پلیمری نوشابه‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و حضور نور در روز ۳۱ام..... ۱۰۲
شکل ۴-۳۹. اثر متقابل دما و زمان بر میزان آنتوسیانین مونومری نوشابه‌های فرموله شده با ساکارز و نگهداری شده در نور..... ۱۰۴
شکل ۴-۴۰. نمودار اثر نور بر میزان آنتوسیانین مونومری نوشابه‌های فرموله شده با ساکارز و نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در روز ۳۱ام..... ۱۰۵
شکل ۴-۴۱. نمودار اثر نوع قند بر میزان آنتوسیانین مونومری در نوشابه‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و روز ۳۱ام..... ۱۰۷
شکل ۴-۴۲. اثر متقابل دما و زمان بر اندیس تخریب آنتوسیانین‌های نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز و نگهداری شده در حضور نور..... ۱۰۸
شکل ۴-۴۳. اثر متقابل دما و زمان بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز در حضور نور ۱۱۰
شکل ۴-۴۴. نمودار اثر متقابل دما و نور (مربع: نور، مثلث: تاریکی) نوشابه‌های فرموله شده با قند خرما در روز ۳۱ام ۱۱۱
شکل ۴-۴۵. نمودار اثر متقابل دما و زمان بر مقدار A نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز و نگهداری شده در حضور نور..... ۱۱۲
شکل ۴-۴۶. نمودار اثر متقابل دما و نوع قند (مارکر مربع: ساکارز و مارکر مثلث: قند خرما) بر مقدار A نوشابه‌های نگهداری شده در تاریکی و روز ۳۱ام ۱۱۳

شکل ۴-۴۷. اثر متقابل زمان و نوع قند (مارکر مربع: ساکارز، مارکر مثلث: شهد خرما) بر میزان پارامتر A نوشابه‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و حضور نور.....۱۱۴
شکل ۴-۴۸. اثر متقابل نور و نوع قند (مارکر مربع: ساکارز و ماکر مثلث: شهد خرما) بر میزان پارامتر A نوشابه‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و روز ۳۱ ام.....۱۱۵
شکل ۴-۴۹. اثر دمای نگهداری بر مقدار B نوشابه بر پایه عصاره زرشک فرموله شده با ساکارز و نگهداری شده در حضور نور و روز ۳۱ام.....۱۱۶
شکل ۴-۵۰. اثر مدت زمان نگهداری بر مقدار B نوشابه بر پایه عصاره زرشک نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و حضور نور.....۱۱۷
شکل ۴-۵۱. اثر زمان نگهداری بر میزان L نوشابه‌های فرموله شده با قند ساکارز و نگهداری شده در حضور نور در ۲۰ درجه سلسیوس.....۱۱۸
شکل ۴-۵۲. اثر متقابل نور و نوع قند (مارکر مربع: ساکارز و مارکر: مثلث شهد خرما) بر میزان L نوشابه‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس.....۱۱۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱. انواع آنتوسیانین‌ها و پراکندگی آن‌ها در طبیعت [۹] ۲۴
جدول ۳-۱. مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش ۴۶
جدول ۳-۲. فهرست دستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش ۴۶
جدول ۳-۳. فرمولاسیون نمونه‌ها ۵۲
جدول ۳-۴. طرح آماری مورد مطالعه ۵۵
جدول ۴-۱. مدل‌های سینتیکی استفاده شده در این تحقیق و ضرایب آن‌ها ۵۹
جدول ۴-۲. مقادیر ضریب تبیین و ریشه میانگین مربعات خطا مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با نسبت‌های مختلف ماده جامد به حلال (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (راندمان) ۶۳
جدول ۴-۳. مقادیر ضریب تبیین و ریشه میانگین مربعات خطا مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با نسبت‌های مختلف ماده جامد به حلال (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (غلظت) ۶۳
جدول ۴-۴. مقادیر ضریب تبیین و ضرایب مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با نسبت‌های مختلف ماده جامد به حلال (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (راندمان) .. ۶۴
جدول ۴-۵. مقادیر ضریب تبیین و ضرایب مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با نسبت‌های مختلف ماده جامد به حلال (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (غلظت) ۶۵
جدول ۴-۶. پارامترهای سینتیکی تخمین زده شده با مدل پلگ برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با نسبت‌های مختلف ماده جامد به حلال (۱:۵، ۱:۱۰، ۱:۱۵و ۱:۲۰) و دمای ۲۰ درجه سلسیوس (غلظت) ۶۶
جدول ۴-۷. مقادیر ضریب تبیین و ریشه میانگین مربعات خطا مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با دماهای مختلف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) ۷۳
جدول ۴-۸. مقادیر ضریب تبیین و ضرایب مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با دماهای مختلف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) ۷۴
جدول ۴-۹. پارامترهای سینتیکی تخمین زده شده با مدل پلگ و الوویچ برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با دماهای مختلف (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) ۷۵
جدول ۴-۱۰. مقادیر ضریب تبیین و ریشه میانگین مربعات خطا مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۱، ۲/۵ و ۴ ساعت) ۸۳
جدول ۴-۱۱. مقادیر ضریب تبیین و ضرایب مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۱، ۲/۵ و ۴ ساعت) ۸۳
جدول ۴-۱۲. پارامترهای سینتیکی تخمین زده شده با مدل پلگ و الوویچ برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت (زمان اعمال فراصوت: ۱، ۲/۵ و ۴ ساعت) ۸۴
جدول ۴-۱۳. مقادیر ضریب تبیین و ریشه میانگین مربعات خطا مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت با ضرایب کار مختلف (۳۳ ٪، ۵۰ ٪ و ۷۰ ٪) ۹۲

جدول ۴-۱۴. مقادیر ضریب تبیین و ضرایب مدل‌های سینتیکی استفاده شده برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت با ضرایب کار مختلف (۳۳ ٪، ۵۰ ٪ و ۷۰ ٪)..... ۹۲
جدول ۴-۱۵.پارامترهای سینتیکی تخمین زده شده با مدل پلگ و الوویچ برای استخراج آنتوسیانین از زرشک با کمک فراصوت با ضرایب کار مختلف (۳۳ ٪، ۵۰ ٪ و ۷۰ ٪)..... ۹۳

فصل اول: کلیات

کلیات

بی‌تردید بیشترین مصرف نوشابه در دنیا متعلق به کشورهای پیشرفته و کشورهایی است که درآمد سرانه ملی در آن بالااست. بیشترین مصرف نوشابه‌های صنعتی در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۵ گزارش‌شده است. از اوایل دهه ۹۰ ترکیبات این نوشابه‌ها به‌تدریج تغییر کرد به‌طوری‌که مواد ملین، آرام‌بخش، گروهی از ویتامین‌ها و بعضی از مواد اعتیادآور به این ترکیبات اضافه گشت زیرا با افزایش سطح آگاهی مردم در کشورهای اروپایی و ایالات‌متحده، مصرف نوشابه‌های گازدار کاهش یافته بود و مصرف‌کنندگان عموماً به سمت نوشابه‌های طبیعی مانند آب‌میوه و شربت‌های تهیه شده از میوه‌ها و گیاهان دارویی گرایش پیدا کردند. متأسفانه در کشورهای جهان سوم مصرف نوشابه‌های گازدار بعد از سال ۱۹۸۰ با افزایش زیادی مواجه شد.

مضرات ناشی از مصرف نوشابه‌های صنعتی از دیدگاه‌های مختلفی قابل بررسی‌است. رنگ‌های مصنوعی مورد استفاده در نوشابه‌های زرد به نام سان ست یلو[1] از نوع رنگ‌های آزواست. بنیان شیمیایی آزو ازجمله گروه‌هایی است که به‌عنوان یک عامل تحریک‌کننده رشد سلول‌های سرطانی شناخته‌شده است. مشخص شده است که رنگ‌های سنتزی که حاوی دو عامل آزو که ساختمان قطبی دارند، سرطان‌زا می‌باشند [۱]. رنگ مورد استفاده در نوشابه‌های سیاه نیز از نوع کارامل تجاری است که بر اساس آبگیری قندها در دمای بالا (حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس) در محیط اسیدی و در حضور کاتالیست آمونیاک حاصل می‌شود و ممکن است دارای آلودگی به بنزوپیرن‌ها باشد [۱].

در دهه گذشته میزان استفاده از رنگ‌دانه‌های گیاهی طبیعی به جای رنگ‌دانه‌های مصنوعی به منظور فراهم آوردن مواد غذایی سالم برای مصرف‌کنندگان افزایش یافته است. بااین‌حال رنگ‌دانه‌های مصنوعی پایداری و مقاومت بیشتری نسبت به دما، pH و دیگر فاکتورها نشان می‌دهند. اگرچه آنتوسیانین‌ها در شرایط محیطی مختلف پایداری کمتری دارند اما به دلیل تنوع رنگ آن‌ها شامل نارنجی، قرمز، خرمایی و آبی، این مواد می‌توانند به‌عنوان جایگزین مناسبی به‌جای رنگ‌دانه‌های مصنوعی در صنعت غذا استفاده شوند [۲].

[1] Sun set yellow

بااین‌حال به دلیل پایداری کم که به ساختار شیمیایی، غلظت، pH، دما، حضور و عدم حضور نور و اکسیژن و ترکیب محیط مانند حضور و عدم حضور آسکوربیک اسید،کوپیگمنت و قند بستگی دارد محدودیت‌های بسیاری برای کاربرد تجاری عصاره آنتوسیانین در محصولات غذایی و نوشیدنی‌ها وجود دارد [۳]. اضافه کردن عصاره آنتوسیانین حاصل از میوه‌های قرمز رنگ به عنوان ماده رنگی و عمل‌گرا به نوشابه ایزوتونیک یک روش جالب توجه است که منجر به رشد بازار محصولات غذایی مربوط به سلامت و رفاه می‌گردد [۳].

با توجه به مشکلات تولید نوشابه‌های صنعتی در ایران نظیر مشکلات فنی تولید و مدیریت، مشکلات ماده اولیه، بازار مصرف و صادرات و نیز مضراتی که از دیدگاه سلامتی مصرف‌کننده به نوشابه‌های صنعتی نسبت داده می‌شود، بسیاری از محققین به دنبال یافتن راهکارهایی جهت بهینه‌سازی مصرف نوشیدنی‌های سنتی و طبیعی می‌باشند چرا که بسیاری از ترکیبات مورد استفاده در نوشابه‌های نوع کولا را مواد سنتزی تشکیل می‌دهد. به همین دلیل در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی جهت تولید نوشابه‌های میوه‌ای گازدار، نظیر ماءالشعیر و نیز نوشیدنی‌هایی که از پسآب فرآورده‌های لبنی نظیر پسآب پنیر و کره تولید می‌شوند انجام گردیده است.

گیاهان دارویی نیز از جمله مواردی هستند که سابقه مصرف برخی از آن‌ها به طور سنتی به بیش از چند هزار سال می‌رسد. توجه به بهینه‌سازی مصرف گیاهان دارویی از طریق تولید نوشابه‌های گازدار، انواع شکلات، آب‌نبات، شربت و ... می‌تواند راهکار مناسبی در جهت ترغیب مصرف‌کنندگان به استفاده از مواد غذایی با منشأ طبیعی باشد که دارای اثرات سودبخش و سلامتی دهنده نیز می‌باشند.

جنس زرشک متعلق به خانواده زرشک[1] و راسته رانالس[2] است. زرشک دارای گونه‌های مختلفی است که فقط یک نوع آن یعنی زرشک بی‌دانه که به عنوان محصول باغی پرورش می‌یابد و یک گونه دیگر به نام زرشک دارویی دارای اهمیت می‌باشند [۴].

[1] Berberidaceae
[2] Ranales

میوه زرشک قرمز رنگ، گوشتی، بیضوی شکل و دارای طعمی ترش است. زرشک به علت دارا بودن مقدار زیادی ویتامین ث، املاح، مواد رنگی و اسید مالیک در درمان برخی از بیماری‌ها مؤثر است و از پوست، ساقه و برگ آن در صنایع مختلف استفاده می‌شود [۴].

زرشک به واسطه ترکیبات مختلف آنتی‌اکسیدانی مانند بتاکاروتن، ویتامین ث، بوتیلات هیدروکسیلاز تولوئن و ترکیبات فنلی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است [۵]. آنتی‌اکسیدان‌ها در صنعت به عنوان نگه‌دارنده مواد غذایی در جلوگیری از فساد و تغییر رنگ غذاها به کار می‌روند و طول عمر مواد غذایی و مدت زمان نگهداری آن‌ها را افزایش می‌دهند [۶].

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که مانع فعالیت رادیکال‌های آزاد شده و یا سبب حذف آن‌ها می‌شوند و سلول‌های بدن را از اثرات مخرب این ترکیبات مصون نگه می‌دارند. ازاین‌رو این دسته از ترکیبات با روند پیری و ابتلا به بیماری‌های مختلف، مبارزه می‌کنند. اثرات درمانی متنوعی از جمله خصوصیات ضدافسردگی، ضددرد، ضدفراموشی، ضدالتهابی و ضداضطرابی برای زرشک گزارش شده است [۶].

عصاره زرشک حاوی انواع فلاونوئیدها از جمله کوئرستین، کریانتین، هایپروزید، دلفینیدین ۳-O-بتا گلوکوزید و رنگدانه اصلی زرشک سیانیدین-۳-گلیکوزید است. هم‌چنین دارای ترکیباتی نظیر آسکوربیک اسید، آلفا توکوفرول و بتاکاروتن است که همگی جز آنتی‌اکسیدان‌ها به شمار می‌روند [۷]. تحقیقات نشان می‌دهد که فلاونوئیدها و ترکیبات فنولیک در گیاهان دارویی اثرات بیولوژیکی متعددی از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی، جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد و اثرات ضد سرطانی دارند [۶].

کشور ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان زرشک در دنیا است که در این میان استان خراسان جنوبی با در اختیار داشتن نزدیک به ۹۷ ٪ از اراضی زیر کشت این محصول تولید ۹۵ ٪ از زرشک دنیا را در اختیار دارد. ازآنجایی‌که مصرف زرشک به صورت تازه خوری به علل مختلف مرسوم نیست، لذا ضرورت دارد که در فرآوری این محصول به صورت جدی عمل نمود [۴]. در حال حاضر فنّاوری تولید فرآورده‌های جانبی این محصول رو به گسترش است و فرآورده‌هایی نظیر مربا، مارمالاد، آبمیوه، نوشابه، سس و ژله به صورت محدود تولید می‌شوند.

اما متأسفانه بر روی محصولات جانبی حاصل از زرشک کار علمی مؤثری صورت نگرفته است. استفاده از این فرآورده‌ها در عین مفید بودن برای سلامتی انسان، ارزش‌افزوده بسیاری به همراه دارد که می‌تواند نقش قابل‌توجهی در اقتصاد بخش کشاورزی ایفا نماید و نیز سهم قابل‌توجهی را در سبد صادرات کشورمان به خود اختصاص دهد[۴].

با توجه به خصوصیات تغذیه‌ای مناسب و اثرات سلامتی بخش زرشک به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا در زرشک و بومی بودن آن در ایران، تحقیق و پژوهش درباره این محصول دارای اهمیت زیادی است. بنابراین ضروری است با فرآوری این ماده به صورت محصولات غذایی جدید گامی عملیاتی در جهت بهبود سلامت، کاهش ضایعات و حفظ و ارتقا جایگاه ایران در تولید زرشک برداشت.

هدف از این مطالعه استخراج آنتوسیانین زرشک و بررسی سینتیک استخراج است. هم‌چنین تولید نوشیدنی با استفاده از رنگ‌دانه زرشک و بررسی پایداری آنتوسیانین‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و رنگ نوشابه که تأثیر زیادی در بازارپسندی محصول دارد، نسبت به فاکتورهای مورد مطالعه بررسی می‌گردد.