



دانشکده کشاورزی

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

تغلیظ آب انار با روش های مختلف و بررسی تاثیر این روش ها بر  
خصوصیات فیزیکی- شیمیایی کنسانتره

به کوشش

فروغ خواجه ای

اساتید راهنما:

مهرداد نیاکوثری

محمد هادی اسکندری

اسفند ماه ۱۳۹۱



به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب فروغ خواجه ای (۸۹۰۶۰۶) دانشجوی رشته ی علوم و صنایع غذایی گرایش تکنولوژی صنایع 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 دستاورد های 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: فروغ خواجه ای

تاریخ و امضا: ۱۳۹۲/۶/۱۰



به نام خدا

تغلیظ آب انار با روش های مختلف و بررسی تاثیر این روش ها بر  
خصوصیات فیزیکی-شیمیایی کنسانتره

به کوشش  
فروغ خواجه ای

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های  
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته

علوم و صنایع غذایی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته پایان نامه، با درجه: عالی

دکتر مهرداد نیاکوثری، استادیار بخش علوم و صنایع غذایی (استاد راهنما).....

دکتر محمد هادی اسکندری، استادیار بخش علوم و صنایع غذایی (استاد راهنما).....

دکتر محمود امین لاری، استادیار بخش علوم و صنایع غذایی.....

دکتر محمد سرشار، استادیار پژوهشی پژوهشکده مکانیک-پژوهشکده فضایی ایران.....

۱۱۱

اسفند ماه ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدر و مادر نازنینم که همه بودنم را مدیون آنهایم و بهترین دوستان و همراهان زندگیم: آذر،  
سپیده و بهار عزیزم،

و تقدیم به همه آنها که امروز را ساختند.

همه آنها که با بود و نبودنشان، بودنم را رقم زدند

## سپاسگزاری

اکنون که به لطف پروردگار این پایان نامه به سرانجام رسیده است، از اساتید عالی قدر و گرامی ام دکتر مهرداد نیاکوثری و دکتر محمد هادی اسکندری تشکر و قدردانی ویژه می نمایم. سپاس گزارم که در کلیه مراحل تحصیل در دانشگاه شیراز مرا یاری نمودند و با تشویق ها و راهنمایی های دلسوزانه، بی وقفه و بی دریغشان مرا در هر قدم مصمم تر نمودند. امید که آموزش ها و همراهی های همیشگی ایشان گام های آتی زندگی ام را محکم تر نماید.

همچنین از اساتید مشاور محترم و بزرگوام دکتر محمد سرشار و دکتر محمود امین لاری که در دوران تحصیل با کمک ها و آموزش هایشان اینجانب را یاری رساندند، قدردانی به جا می آورم.

از مدیریت و اعضای محترم بخش فرایند پژوهشکده مکانیک- پژوهشکده فضایی ایران، سپاسگزارم که با دلسوزی و راهنمایی های بی دریغشان، یاری رسان من در این راه بودند.

از همه دوستان و همکارانی که در این پایان نامه مرا راهنمایی نمودند متشکرم. از خانواده عزیز و مهربانم که با آرامش و کمک های بی دریغشان مرا در همه ی مراحل همراهی می نمودند، سپاسگزارم. خداوند را در هر لحظه شاکرم که نعمت بودن با همه این عزیزان را برای اینجانب به ارمغان آورده است.

## چکیده

# تغلیظ آب انار با روش های مختلف و بررسی تاثیر این روش ها بر خواص فیزیکی- شیمیایی کنسانتره

به کوشش

فروغ خواجه ای

تغلیظ آب میوه ها عملیات واحد اصلی در بسیاری از شاخه های صنعت غذا به شمار می آید و نقش اساسی در تولید محصول با کیفیت مناسب، ایفا می کند. آب انار به خاطر دارا بودن مقادیر بالایی ترکیبات فنولی در مقایسه با سایر میوه ها، توجه زیادی به خود معطوف کرده است. در این تحقیق به بررسی تاثیر روش های مختلف تغلیظ از قبیل تغلیظ انجمادی قالب کامل، تغلیظ با فرایند تبخیر پاششی، تکنولوژی فرکتانس ویندو، تبخیر تحت خلا و در فشار اتمسفری بر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی کنسانتره انار (در غلظت های ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه بریکس) پرداخته شد. غلظت نهایی آب انار حاصل از تغلیظ انجمادی به مقدار  $^{\circ}\text{Brix}$   $35 \pm 1$  از غلظت اولیه  $^{\circ}\text{Brix}$  ۱۷، رسید. نتایج حاکی از آن بود که، در مقایسه با کنسانتره های فراوری شده توسط سایر روش ها با غلظت  $^{\circ}\text{Brix}$  ۳۵، کیفیت نمونه فراوری شده توسط تغلیظ انجمادی از نظر رنگ و مقدار ترکیبات زیست فعال به طور چشم گیری بیشتر بود. در غلظت های ۴۵ و ۵۵ درجه بریکس، شدت کاهش کیفیت محصول از نظر رنگ و ترکیبات زیست فعال، در کنسانتره تولید شده توسط تبخیرکننده پاششی، تبخیر کننده فرکتانس ویندو، تغلیظ تحت خلا و در فشار اتمسفری به ترتیب از کمترین به بیشترین بود. به علاوه از روش سطح پاسخ برای تعیین تاثیر پارامترهای فرایندی بر تبخیر پاششی آب انار استفاده شد. مشاهده شد که افزایش دما و دبی هوا منجر به افزایش غلظت کنسانتره شد، در حالی که افزایش دبی خوراک بر افزایش غلظت کنسانتره تاثیر معکوس داشت.

کلمات کلیدی : کنسانتره، تغلیظ، انار

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول
۳	۱- مقدمه
۳	۱-۱-۱- انار
۴	۱-۲- کنسانتره آب میوه
۵	۱-۳- فرایند تغلیظ
۵	۱-۳-۱- تغلیظ با روش های تبخیری
۶	۱-۳-۱-۱- تغلیظ مواد غذایی مایع در فشار اتمسفری به صورت ناپیوسته
۷	۱-۳-۱-۲- تغلیظ مواد غذایی مایع تحت خلا
۸	۱-۳-۱-۳- تغلیظ مواد غذایی مایع با تبخیر کننده (Refractance Window (RW
۹	۱-۳-۱-۴- تغلیظ مواد غذایی مایع با تبخیر پاششی
۱۰	۱-۳-۱-۲- تاثیر تغلیظ تبخیری بر کیفیت محصول
۱۱	۱-۳-۲- تغلیظ انجمادی
۱۱	۱-۳-۲-۱- تکنیک های تغلیظ انجمادی
۱۲	۱-۳-۲-۱-۱- تغلیظ انجمادی قالب کامل
۱۳	۱-۳-۲-۱-۱-۱- انجماد
۱۳	۱-۳-۲-۱-۱-۱-۲- انجماد زدایی به کمک نیروی جاذبه



۱۳	۱-۳-۲-۱-۱-۳- انجماد زدایی به کمک مایکروویو
۱۵	۱-۴- اهداف انجام تحقیق
۱۷	فصل دوم
۱۹	۲- مروری بر تحقیقات پیشین
۱۹	۲-۱- آب میوه انار
۱۹	۲-۲- تهیه کنسانتره توسط روش های تغلیظ با مایکروویو، تغلیظ تحت خلا، تغلیظ در فشار اتمسفری
۲۲	۲-۳- تهیه کنسانتره با تکنیک تغلیظ انجمادی قالب کامل
۲۵	۲-۴- تغلیظ با تبخیرکننده RW
۲۶	۲-۵- تغلیظ با تبخیر کننده پاششی
۲۹	۳- مواد و روش ها
۲۹	۳-۱- آب انار
۲۹	۳-۲- مواد شیمیایی
۳۰	۳-۳- دستگاه ها
۳۰	۳-۴- تغلیظ در فشار اتمسفری
۳۰	۳-۵- تغلیظ با اواپراتور چرخان تحت خلا
۳۱	۳-۶- تغلیظ به روش تبخیر پاششی
۳۳	۳-۷- تبخیر توسط تبخیر کننده (RW) Refractance Window
۳۴	۳-۸- تغلیظ انجمادی قالب کامل
۳۶	۳-۹- ارزیابی خواص فیزیکی- شیمیایی کنسانتره انار فراوری شده با روش های مختلف
۳۷	۳-۹-۱- ارزیابی رنگ
۳۸	۳-۹-۲- رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی : دانسیته کل رنگ، رنگ پلی مری، رنگ ناشی از تانن ها، رنگ آنتوسیانینی
۳۹	۳-۹-۳- اندیس قهوه ای شدن
۴۰	۳-۹-۴- کدورت
۴۰	۳-۹-۵- کل محتوی فنول (TPC)

۴۱	۳-۹-۶- کل محتوی آنتوسیانین ها (TAC)
۴۲	۳-۹-۷- فعالیت آنتی اکسیدانی
۴۳	۳-۹-۸- pH
۴۳	۳-۹-۹- ماده خشک محلول
۴۳	۳-۹-۱۰- ماده خشک کل
۴۴	۴-۹-۱۱- بازده فرایند تغلیظ انجمادی قالب کامل
۴۴	۳-۹-۱۲- فاکتور تغلیظ فرایند تغلیظ انجمادی
۴۵	۳-۹-۱۳- آنالیز آماری
۴۷	فصل چهارم
۴۹	۴- نتایج و بحث
۴۹	۴-۱- بررسی تاثیر تغلیظ آب انار توسط تبخیر پاششی
۴۹	۴-۱-۱- تاثیر پارامترهای فرایندی بر تغییرات بریکس
۵۵	۴-۱-۲- تاثیر پارامترهای فرایندی بر تغییرات محتوی کل آنتوسیانین ها (TAC)
۶۱	۴-۱-۳- تاثیر پارامترهای فرایندی بر تغییرات میزان کل فنولی (TPC)
۶۶	۴-۱-۴- تاثیر پارامترهای فرایندی بر تغییرات میزان فعالیت آنتی اکسیدانی (AA%)
۷۲	۴-۱-۵- تاثیر تبخیر پاششی بر پارامترهای رنگ کنسانتره: رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی
۷۲	۴-۱-۵-۱- دانسیته کل رنگ کنسانتره انار
۷۷	۴-۱-۵-۲- رنگ پلی مری کنسانتره انار
۸۲	۴-۱-۵-۳- رنگ آنتوسیانینی کنسانتره انار
۸۷	۴-۱-۵-۴- رنگ ناشی از تانین های (%) کنسانتره انار
۹۲	۴-۱-۶- تاثیر تغلیظ پاششی بر تغییرات پارامترهای رنگ سنجی کنسانتره انار
۹۲	۴-۱-۶-۱- پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار
۹۷	۴-۱-۶-۲- پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره انار
۱۰۲	۴-۱-۶-۳- پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) نمونه کنسانتره انار
۱۰۷	۴-۱-۶-۴- تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) نمونه کنسانتره انار

- ۱۱۲ ۴-۱-۷- تاثیر تبخیر پاششی بر اندیس قهوه ای شدن کنسانتره انار
- ۱۱۷ ۴-۲- بررسی تاثیر تغلیظ آب انار با روش تغلیظ انجمادی قالب کامل
- ۱۱۷ ۴-۲-۱- تاثیر تغلیظ انجمادی قالب کامل بر غلظت جزء کنسانتره و یخ
- ۱۲۵ ۴-۲-۲- تاثیر تغلیظ انجمادی بر مقدار کل ماده خشک جزء کنسانتره و یخ
- ۱۳۱ ۴-۲-۳- بازده و فاکتور تغلیظ مربوط به تغلیظ انجمادی
- ۱۳۸ ۴-۲-۴- تاثیر تغلیظ انجمادی بر پارامتر های رنگ جزء کنسانتره انار و یخ (رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی)
- ۱۳۸ ۴-۲-۴-۱- دانسیته کل رنگ
- ۱۴۴ ۴-۲-۴-۲- رنگ پلی مری
- ۱۵۰ ۴-۲-۴-۳- رنگ آنتوسیانینی
- ۱۵۵ ۴-۲-۴-۴- رنگ ناشی از تانین ها
- ۱۶۰ ۴-۲-۵- تاثیر تغلیظ انجمادی بر پارامتر های رنگ جزء کنسانتره و یخ
- ۱۶۰ ۴-۲-۵-۱- تاثیر تغلیظ انجمادی بر پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) جزء کنسانتره و یخ
- ۱۶۶ ۴-۲-۵-۲- تاثیر تغلیظ انجمادی بر پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) جزء کنسانتره و یخ
- ۱۷۰ ۴-۲-۵-۳- تاثیر تغلیظ انجمادی بر میزان پارامتر زردی- آبی ( $b^*$ ) جزء کنسانتره و یخ
- ۱۷۵ ۴-۲-۵-۴- تاثیر تغلیظ انجمادی بر تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) جزء کنسانتره و یخ
- ۱۸۱ ۴-۲-۶- تاثیر تغلیظ انجمادی بر اندیس قهوه ای شدن (BI) جزء کنسانتره و یخ
- ۱۸۷ ۴-۲-۷- تاثیر تغلیظ انجمادی بر محتوی کل آنتوسیانین های کنسانتره آب انار بازسازی شده
- ۱۸۹ ۴-۲-۸- تاثیر تغلیظ انجمادی بر میزان محتوی کل فنولی کنسانتره انار باز سازی شده
- ۱۹۰ ۴-۲-۹- تاثیر تغلیظ انجمادی بر فعالیت آنتی اکسیدانی (/.) کنسانتره انار بازسازی شده
- ۱۹۲ ۴-۳- بررسی تاثیر تغلیظ آب انار توسط دستگاه رفرکتانس ویندو
- ۱۹۲ ۴-۳-۱- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر غلظت کنسانتره انار
- ۱۹۳ ۴-۳-۲- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر غلظت کنسانتره انار
- ۱۹۴ ۴-۳-۳- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر پارامتر های رنگ کنسانتره انار: رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی (دانسیته کل رنگ، رنگ پلی مری، رنگ آنتوسیانینی، رنگ ناشی از تانین ها)

- ۴-۳-۴- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر پارامتر های رنگ کنسانتره انار:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  و  $\Delta E$  ۱۹۹
- ۴-۳-۵- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار ۲۰۳
- ۴-۳-۶- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر محتوی کل آنتوسیانین های کنسانتره انار بازسازی شده ۲۰۵
- ۴-۳-۷- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر میزان محتوی کل فنولی کنسانتره انار باز سازی شده ۲۰۷
- ۴-۳-۸- تاثیر تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو بر فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره انار بازسازی شده ۲۰۹
- ۴-۴- مقایسه تاثیر روش های مختلف تغلیظ (تبخیر پاششی، تغلیظ انجمادی، تغلیظ توسط تکنولوژی رفرکتانس ویندو، تغلیظ توسط اواپراتور چرخان تحت خلا و تغلیظ در فشار اتمسفری) بر خواص فیزیکی-شیمیایی کنسانتره انار ۲۱۲
- ۴-۴-۱- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر پارامتر های رنگ کنسانتره انار (رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی) ۲۱۲
- ۴-۴-۱-۱- دانسیته کل رنگ ۲۱۲
- ۴-۴-۱-۲- رنگ پلی مری ۲۱۹
- ۴-۴-۱-۳- رنگ آنتوسیانینی ۲۲۵
- ۴-۴-۱-۴- درصد رنگ ناشی از تانین ها ۲۳۰
- ۴-۴-۲- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر پارامتر های رنگ کنسانتره انار ۲۳۵
- ۴-۴-۲-۱- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار ۲۳۵
- ۴-۴-۲-۲- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر میزان پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره انار ۲۴۰
- ۴-۴-۲-۳- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) کنسانتره انار ۲۴۷
- ۴-۴-۲-۴- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) کنسانتره انار ۲۵۱
- ۴-۴-۳- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار ۲۵۶
- ۴-۴-۴- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر pH کنسانتره انار ۲۶۱
- ۴-۴-۵- تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر کدورت کنسانتره انار ۲۶۴

۴-۴-۶-تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر محتوی کل آنتوسیانین های کنسانتره انار بازسازی شده  
۲۶۶

۴-۴-۷-تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر محتوی کل فنولی کنسانتره انار باز سازی شده  
۲۷۱

۴-۴-۸-تاثیر روش های مختلف تغلیظ بر فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره انار بازسازی شده  
۲۷۶

۲۸۲ فصل پنجم

۲۸۳ ۵- نتیجه گیری و پیشنهاد ها

۲۸۳ ۵-۱-نتیجه گیری

۲۸۸ ۵-۲- پیشنهادها

۲۸۹ فهرست منابع

۲۹۸ پیوست

چکیده انگلیسی

## فهرست جداول

۳۲	جدول ۳-۱. مقادیر کد شده مربوط به سطوح پارامترهای فرایندی تغلیظ پاششی
۳۳	جدول ۳-۲. طرح آزمایش تولید کنسانتره انار توسط تبخیر کننده پاششی
۳۶	جدول ۳-۳. طرح آزمایش فاکتوریل تصادفی کامل تغلیظ انجمادی آب انار
۵۰	جدول ۴-۱. طرح آزمایش غلظت کنسانتره انار فراوری شده توسط تبخیر کننده پاششی
۵۱	جدول ۴-۲. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ غلظت کنسانتره انار فراوری شده توسط تبخیر کننده پاششی
۵۶	جدول ۴-۳. کاهش میزان کل آنتوسیانین ها (%/.) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۴. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ درصد کاهش میزان کل آنتوسیانین ها در کنسانتره انار بازسازی شده
۵۷	فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۶۲	جدول ۴-۵. کاهش میزان کل فنولی (%/.) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۶. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ درصد کاهش میزان کل فنولی کنسانتره انار بازسازی شده فراوری
۶۳	شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۷. کاهش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی (%/.) کنسانتره انار بازسازی شده فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۶۸	
	جدول ۴-۸. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ درصد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره انار بازسازی شده
۶۹	فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۷۳	جدول ۴-۹. میزان دانسیته کل رنگ (TCD) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۱۰. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ دانسیته کل رنگ کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۷۴	
۷۸	جدول ۴-۱۱. میزان رنگ پلی مری (PC) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۱۲. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ رنگ پلی مری کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۷۹	
۸۳	جدول ۴-۱۳. میزان رنگ آنتوسیانینی (AC) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
	جدول ۴-۱۴. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ رنگ آنتوسیانینی کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۸۴	
	جدول ۴-۱۵. میزان رنگ ناشی از تانین ها (%) (CDT%) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی
۸۸	

- جدول ۴-۱۶. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ رنگ ناشی از تانین ها (%) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۸۹
- جدول ۴-۱۷. میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۹۳
- جدول ۴-۱۸. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۹۴
- جدول ۴-۱۹. میزان پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۹۸
- جدول ۴-۲۰. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۹۹
- جدول ۴-۲۱. میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۰۳
- جدول ۴-۲۲. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۰۴
- جدول ۴-۲۳. میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۰۸
- جدول ۴-۲۴. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۰۹
- جدول ۴-۲۵. میزان اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۱۳
- جدول ۴-۲۶. آزمون ANOVA مربوط به پاسخ اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار فراوری شده با تبخیر کننده پاششی ۱۱۴
- جدول ۴-۲۷. آزمون ANOVA برای غلظت جزء کنسانتره انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۱۹
- جدول ۴-۲۸. غلظت جزء کنسانتره انار حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی ۱۱۹
- جدول ۴-۲۹. آزمون ANOVA برای غلظت جزء یخ به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۲۲
- جدول ۴-۳۰. غلظت جزء یخ حاصل از هر مرحله تغلیظ انجمادی ۱۲۲
- جدول ۴-۳۱. آزمون ANOVA برای مقدار کل ماده خشک جزء کنسانتره انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۲۶
- جدول ۴-۳۲. کل ماده خشک جزء کنسانتره انار حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی ۱۲۶
- جدول ۴-۳۳. آزمون ANOVA برای مقدار کل ماده خشک جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۲۹
- جدول ۴-۳۴. کل ماده خشک جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار ۱۲۹
- جدول ۴-۳۵. آزمون ANOVA برای بازده تغلیظ به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ انجمادی ۱۳۲
- جدول ۴-۳۶. بازده تغلیظ انجمادی آب انار ۱۳۲

- جدول ۴-۳۷. آزمون ANOVA برای فاکتور تغلیظ به عنوان تابعی از روش انجمادزدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ انجمادی  
۱۳۷
- جدول ۴-۳۸. فاکتور تغلیظ انجمادی آب انار  
۱۳۷
- جدول ۴-۳۹. آزمون ANOVA برای میزان دانسیته کل رنگ جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۳۹
- جدول ۴-۴۰. میزان دانسیته کل رنگ جزء کنسانتره حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی  
۱۳۹
- جدول ۴-۴۱. آزمون ANOVA برای میزان دانسیته کل رنگ جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۴۲
- جدول ۴-۴۲. میزان دانسیته کل رنگ جزء یخ حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی  
۱۴۲
- جدول ۴-۴۳. آزمون ANOVA برای میزان رنگ پلی مری جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۴۵
- جدول ۴-۴۴. میزان رنگ پلی مری جزء کنسانتره حاصل از تغلیظ انجمادی  
۱۴۵
- جدول ۴-۴۵. آزمون ANOVA برای میزان رنگ پلی مری جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۴۸
- جدول ۴-۴۶. میزان رنگ پلی مری جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی  
۱۴۸
- جدول ۴-۴۷. آزمون ANOVA برای میزان رنگ آنتوسیانینی جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۵۱
- جدول ۴-۴۸. میزان رنگ آنتوسیانینی جزء کنسانتره حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی  
۱۵۱
- جدول ۴-۴۹. آزمون ANOVA برای میزان رنگ آنتوسیانینی یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۵۴
- جدول ۴-۵۰. میزان رنگ آنتوسیانینی جزء یخ حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی  
۱۵۴
- جدول ۴-۵۱. آزمون ANOVA برای درصد رنگ ناشی از تانین های جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۵۶
- جدول ۴-۵۲. درصد رنگ ناشی از تانین های جزء کنسانتره حاصل از تغلیظ انجمادی  
۱۵۶
- جدول ۴-۵۳. آزمون ANOVA برای درصد رنگ ناشی از تانین های جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۵۸
- جدول ۴-۵۴. درصد رنگ ناشی از تانین ها جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار  
۱۵۸
- جدول ۴-۵۵. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۶۲
- جدول ۴-۵۶. میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) جزء کنسانتره حاصل از تغلیظ انجمادی  
۱۶۲
- جدول ۴-۵۷. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ  
۱۶۵



- جدول ۴-۵۸. پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار ۱۶۵
- جدول ۴-۵۹. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر قرمزی-سبزی ( $a^*$ ) جزء کنسانتره انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۶۷
- جدول ۴-۶۰. میزان پارامتر قرمزی-سبزی ( $a^*$ ) جزء کنسانتره انار حاصل از هر مرحله تغلیظ انجمادی ۱۶۷
- جدول ۴-۶۱. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر قرمزی-سبزی ( $a^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۶۹
- جدول ۴-۶۲. میزان پارامتر قرمزی-سبزی ( $a^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی ۱۶۹
- جدول ۴-۶۳. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۷۲
- جدول ۴-۶۴. میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) جزء کنسانتره حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی ۱۷۲
- جدول ۴-۶۵. آزمون ANOVA برای میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۷۴
- جدول ۴-۶۶. میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی ۱۷۴
- جدول ۴-۶۷. آزمون ANOVA برای میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۷۷
- جدول ۴-۶۸. میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) جزء کنسانتره حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی ۱۷۷
- جدول ۴-۶۹. آزمون ANOVA برای میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۷۹
- جدول ۴-۷۰. میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی ۱۷۹
- جدول ۴-۷۱. آزمون ANOVA برای اندیس قهوه ای شدن (BI) جزء کنسانتره به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۸۲
- جدول ۴-۷۲. اندیس قهوه ای شدن (BI) جزء کنسانتره حاصل از مراحل تغلیظ انجمادی ۱۸۲
- جدول ۴-۷۳. آزمون ANOVA برای اندیس قهوه ای شدن (BI) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی آب انار به عنوان تابعی از روش انجماد زدایی، دمای انجماد و مرحله تغلیظ ۱۸۵
- جدول ۴-۷۴. اندیس قهوه ای شدن (BI) جزء یخ حاصل از تغلیظ انجمادی ۱۸۵
- جدول ۴-۷۵. محتوی کل آنتوسیانین های کنسانتره باز سازی شده انار حاصل از مرحله چهارم تغلیظ انجمادی ۱۸۸
- جدول ۴-۷۶. محتوی کل فنولی (mg اسید گالیک / ۱۰۰ ml) کنسانتره انار باز سازی شده حاصل از مرحله چهارم تغلیظ انجمادی ۱۸۹
- جدول ۴-۷۷. فعالیت آنتی اکسیدانی ( $AA\%$ ) کنسانتره انار باز سازی شده حاصل از مرحله چهارم تغلیظ انجمادی ۱۹۱

جدول ۴-۷۸. میزان پارامتر های رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی کنسانتره انار تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۱۹۸
جدول ۴-۷۹. میزان پارامتر های رنگ سنجی به روش اسپکتروسکوپی کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۱۹۸
جدول ۴-۸۰. میزان پارامتر های رنگ سنجی کنسانتره انار تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۰۲
جدول ۴-۸۱. میزان پارامتر های رنگ سنجی کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۰۲
جدول ۴-۸۲. اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو .	۲۰۴
جدول ۴-۸۳. اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۰۴
جدول ۴-۸۴. محتوی کل آنتوسیانین کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۰۶
جدول ۴-۸۵. محتوی کل فنولی کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۰۸
جدول ۴-۸۶. فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط تبخیر کننده رفرکتانس ویندو	۲۱۰
جدول ۴-۸۷. میزان دانسیته کل رنگ (TCD) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۱۵
جدول ۴-۸۸. میزان دانسیته کل رنگ (TCD) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۱۸
جدول ۴-۸۹. میزان رنگ پلی مری (PC) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۲۱
جدول ۴-۹۰. میزان رنگ پلی مری (PC) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۲۴
جدول ۴-۹۱. میزان رنگ آنتوسیانینی (AC) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۲۷
جدول ۴-۹۲. میزان رنگ آنتوسیانینی (AC) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۲۹
جدول ۴-۹۳. درصد رنگ ناشی از تانین های (CDT%) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۳۲
جدول ۴-۹۴. درصد رنگ ناشی از تانین های (CDT%) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۳۴
جدول ۴-۹۵. میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف	۲۳۷
جدول ۴-۹۶. میزان پارامتر روشنایی ( $L^*$ ) کنسانتره انار باز سازی شده (۱۷ °Brix) (تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ	۲۳۹

۲۴۳	جدول ۴-۹۷. میزان پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۴۶	جدول ۴-۹۸. میزان پارامتر قرمزی- سبزی ( $a^*$ ) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۴۸	جدول ۴-۹۹. میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) کنسانتره انار تولید شده به روش های مختلف تغلیظ
۲۵۰	جدول ۴-۱۰۰. میزان پارامتر زردی-آبی ( $b^*$ ) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۵۳	جدول ۴-۱۰۱. میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۵۴	جدول ۴-۱۰۲. میزان تفاوت رنگ کل ( $\Delta E$ ) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۵۸	جدول ۴-۱۰۳. میزان اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۶۰	جدول ۴-۱۰۴. میزان اندیس قهوه ای شدن (BI) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۶۳	جدول ۴-۱۰۵. میزان pH کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۶۵	جدول ۴-۱۰۶. دورت کنسانتره انار تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۶۹	جدول ۴-۱۰۷. محتوی کل آنتوسیانین های (mg سیانیدین ۳- گلوکوزید/ml ۱۰۰) (TAC) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۷۰	جدول ۴-۱۰۸. درصد کاهش محتوی کل آنتوسیانین های (TAC) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۷۴	جدول ۴-۱۰۹. محتوی کل فنولی (TPC) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۷۵	جدول ۴-۱۱۰. درصد کاهش محتوی کل فنولی (TPC) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۷۹	جدول ۴-۱۱۱. فعالیت آنتی اکسیدانی (AA%) کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ
۲۸۰	جدول ۴-۱۱۲. درصد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره انار باز سازی شده ( $17^\circ\text{Brix}$ ) تولید شده توسط روش ها مختلف تغلیظ

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. شماتیک تبخیر در فشار اتمسفری به صورت نا پیوسته ۶
- شکل ۲-۱. شماتیک اواپراتور چرخان تحت خلا ۷
- شکل ۳-۱. شماتیک تبخیر کننده RW ۹
- شکل ۱-۳. شماتیک تغلیظ انجمادی قالب کامل ۳۵
- شکل ۱-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دمای هوا ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی و دبی خوراک بر غلظت کنسانتره ۵۳
- شکل ۲-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دما و دبی هوا ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر غلظت کنسانتره ۵۴
- شکل ۳-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دبی خوراک و دبی هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر بریکس کنسانتره ۵۴
- شکل ۴-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دمای هوا ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی و دبی خوراک بر در صد کاهش محتوی کل آنتوسیانین ها ۵۹
- شکل ۵-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دما و دبی هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر درصد کاهش محتوی کل آنتوسیانین ها ۶۰
- شکل ۶-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دبی خوراک و دبی هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر درصد کاهش محتوی کل آنتوسیانین ها ۶۰
- شکل ۷-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دما هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی و دبی خوراک بر در صد کاهش محتوی کل فنولی ۶۵
- شکل ۸-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دمای و دبی هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر درصد کاهش محتوی کل فنولی ۶۵
- شکل ۹-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دبی خوراک و دبی هوای ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر درصد کاهش محتوی کل فنولی ۶۶
- شکل ۱۰-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دمای هوا ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی و دبی خوراک بر در صد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی ۷۰
- شکل ۱۱-۴. نمودار سطح پاسخ به دست آمده از نرم افزار Design Expert: تاثیر دما و دبی هوا ورودی به محفظه تبخیر کننده پاششی بر درصد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی ۷۱