

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده صنایع غذایی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم و صنایع غذایی

## **تأثیر امواج فراصوت بر آبگیری اسمزی کیوی و ارزیابی کیفیت محصول خشک شده**

پژوهش و نگارش:

الهه اشراقی کاخکی

اساتید راهنما:

دکتر مهدی کاشانی نژاد

دکتر یحیی مقصدلو

اساتید مشاور:

مهندس شهرام بیرقی طوسی

دکتر مهران اعلمی

۱۳۸۹



### **تعهدنامه پژوهشی**

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

(۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

(۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

(۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **الهه اشراقی کاخکی** دانشجوی رشته **علوم و صنایع غذایی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم



تقدیم به:

پدر عزیز و بزرگوارم، به پاس زحمات فراوانی که در طول سالین عمر پربرکتش، و در طی انجام مراحل پایان نامه برای اعتلای من متحمل شده است.

مادر عزیز و مهربانم، زیباترین و پاکترین سرچشمه زلال عطف و بشری، او که سال ها نگاه نگران و لب های دعاگویش بدرقه راهم گشت و پیوسته به دعای خیر او محتاجم.

همسر خوب و مهربانم، او که آینه زلال محبت، و دگر می یایش مشوق من است.

سزباید و سزبلند.





## تقدیر و تشکر

آغاز سخن را با تائید و حمد پروردگار حکیم و علیم می‌آرایم، و به شکرانه نغاش سجده بندگی به جامی آورم. او بود که مراد بنجار ساند. پاس از خانواده ام، پدر و مادر عزیزم، همسر مهربانم، خواهران خوجم، که همواره مشوقم بوده اند و بدون یاریشان اتمام این دوره برایم امکان پذیر نبود. از زحمات بی دریغ و محبت های بی پایان ایشان تشکر و قدردانی نمایم. پروردگارا تورا شاکرم که مراد مسیر کسب علم و معرفت قرار دادی و یاریم نمودی تا در سال های متبادی تحصیل از شمع وجود معلمان و اساتید که افتخربهره مند شوم.

از اساتید راهبناهی محترم، جناب آقای دکتر کاشانی نژاد و دکتر مقصود لولو استاد مشاور محترم، جناب آقای دکتر علمی، از اعضای هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرگان نیات تشکر و قدردانی دارم.

سزوار است از زحمات بی دریغ استاد که افتخرد، جناب آقای مهندس شهرام سیرقی طوسی، عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی مشهد که به عنوان استاد مشاور، در کلیه مراحل انجام و تدوین پایان نامه همواره با تواضع و دلسوزی مریاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم همچنین از اعضای محترم هیئت داوران، آقایان دکتر حفصی و دکتر میرزایی که به ارزیابی این رساله پرداختند، همچنین از خانم دکتر بساره شعبانپور ناینده محترم تحصیلات تکمیلی نیات تشکر و قدردانی را دارم.

از آکرودیت جهاد دانشگاهی مشهد (پژوهشگده اقبال) که مریاری نمودند که مراحل پایان نامه ام را در آن مکان، به انجام برسانم تشکر و قدردانی می‌نمایم. از جناب آقای دکتر مهدی نصیری محلاتی به خاطر راهبناهی های ایشان در تجزیه و تحلیل آماری کمال تشکر را دارم.

علاوه بر این از تمامی عزیزانی که در این دوره تحصیلی با مساعدت های خویش راه را بر من هموار ساختند و بر آموختنم افزودند از درگاه ایندندان برای کلیه این سروران بزرگوار آرزوی توفیق روز افزون دارم.

## چکیده

کیوی به دلیل میزان بالای اسید آسکوربیک از ارزش تغذیه ای بالایی برخوردار است. با این وجود به دلیل میزان رطوبت بالا و دسترسی فصلی، زمان ماندگاری کمی داشته، استفاده از روش های مناسب مانند خشک کردن برای افزایش زمان ماندگاری آن ضروری می باشد. هدف از این پژوهش استفاده از پیش تیمار امواج فراصوت و اسمز به صورت ترکیبی در مقایسه با پیش تیمار به صورت جداگانه، روی سرعت و زمان خشک کردن، جذب آب مجدد، میزان ویتامین C و خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه های کیوی رقم هایوارد، است. اعمال فراصوت، با فرکانس ۴۵KHz، در سه سطح زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه، در دمای محیط و آبیگری اسمزی نیز در محلول اسمزی ساکارز در ۳ بریکس (۳۰، ۵۰، ۷۰)، در مدت زمان ۱/۵ ساعت، با برقراری شرایط دینامیک (۵۰ rpm) و استاتیک روی نمونه ها با ضخامت ۶ و ۸ میلی متر، به صورت جداگانه و در ترکیب با فراصوت انجام شد. نتایج حاصل از زمان خشک شدن نشان دادند که با کاهش ضخامت نمونه های کیوی از ۸ به ۶ میلی متر، افزایش غلظت محلول اسمزی، برقراری شرایط دینامیک و زمان فراصوت، زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪، برای هر تیمار کاهش یافت. بررسی ها نشان دادند که، کمترین زمان لازم برای رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ در نمونه های کیوی ۶ و ۸ میلی متری، مربوط به نمونه های پیش تیمار شده در حالت ترکیبی اسمز Bx<sup>۰</sup> ۷۰ - فراصوت ۳۰ دقیقه، به ترتیب با زمان ۲۶۳ و ۳۱۳ دقیقه است. نتایج حاصل از جذب آب مجدد نشان داد که در تمام موارد، میزان آب جذب شده با افزایش زمان فراصوت؛ در حالتی که از محلول اسمزی استفاده نشده باشد؛ افزایش می یابد. برای نمونه های تیمار شده با فراصوت، سرعت جذب آب در مقایسه با نمونه شاهد بیشتر است. در صورتی که در سایر تیمارها، نمونه شاهد قابلیت جذب آب مجدد بهتری نشان داد. همچنین بیشترین میزان ویتامین C مربوط به نمونه تازه بود و در کیوی خشک شده این میزان کاهش یافت، به طوری که در بین تیمارهای مختلف بیشترین میزان نمونه های کیوی خشک شده ۶ میلی متر مربوط به فراصوت ۳۰ دقیقه و سپس فرآیند ترکیبی اسمز Bx<sup>۰</sup> ۷۰ - فراصوت ۳۰ دقیقه بود. ارزیابی حسی در مورد پذیرش کلی محصول خشک شده کیوی نیز نشان داد که، بیشترین میزان مقبولیت برای نمونه های تیمار شده ترکیبی و سپس استاتیک و دینامیک است و نمونه های تیمار شده با فراصوت و نمونه شاهد از میزان مقبولیت کمتری برخوردار بودند.

واژه های کلیدی: کیوی، آبیگری اسمزی، فراصوت

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: مقدمه

۳	۱-۱- فرایند اسمز.....
۴	۲-۱- فراصوت.....
۶	۳-۱- فرضیات تحقیق.....
۶	۴-۱- اهداف.....

### فصل دوم: بررسی منابع

۸	۱-۲- فرآوری میوه کیوی.....
۸	۱-۱-۲- خشک کردن با هوای داغ.....
۱۰	۲-۱-۲- فرآیند اسمز.....
۱۳	۳-۱-۲- فراصوت.....
۱۵	۴-۱-۲- استفاده از روش ترکیبی اسمز- فراصوت.....

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

۲۰	۱-۳- مواد اولیه.....
۲۰	۲-۳- آماده سازی کیوی.....
۲۱	۳-۳- پیش تیمارها.....
۲۱	۱-۳-۳- پیش تیمار اسمزی.....
۲۱	۲-۳-۳- پیش تیمار فراصوت.....
۲۲	۳-۳-۳- پیش تیمار ترکیبی اسمز- فراصوت.....
۲۲	۴-۳- خشک کردن توسط روش ترکیبی- هوای داغ.....
۲۳	۵-۳- آزمایشات.....
۲۳	۱-۵-۳- آزمون‌های اولیه.....
۲۵	۲-۵-۳- آزمون‌های بعد از پیش تیمار.....
۲۵	۱-۲-۵-۳- مقدار رطوبت.....

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۲۵	۲-۲-۵-۳- بریکس
۲۵	۳-۲-۵-۳- میزان دریافت مواد جامد و از دست دادن آب
۲۶	۳-۵-۳- آزمون های بعد از فرایند خشک کردن
۲۶	۱-۳-۵-۳- ویتامین C
۲۷	۲-۳-۵-۳- قابلیت جذب آب مجدد
۲۷	۳-۳-۵-۳- آزمون های حسی
۲۹	۶-۳- روش آماری، روش تجزیه و تحلیل و شیوه نمونه برداری

### فصل چهارم: نتایج و بحث

۳۲	۱-۴- تأثیر پیش تیمارهای اسمزی، فراصوت و ترکیبی روی خصوصیات اولیه نمونه کیوی
۳۲	۱-۱-۴- تأثیر پیش تیمارهای اسمزی، فراصوت و ترکیبی روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب
۳۳	۱-۱-۱-۴- تأثیر پیش تیمار اسمزی روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب
۳۴	۲-۱-۱-۴- تأثیر پیش تیمار فراصوت روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب
۳۶	۳-۱-۱-۴- تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب
۳۷	۴-۱-۱-۴- مقایسه تأثیر پیش تیمارهای اسمزی، فراصوت و ترکیبی روی درصد جذب مواد جامد و کاهش آب
۳۹	۲-۴- تأثیر پیش تیمارهای مختلف روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی
۳۹	۱-۲-۴- تأثیر پیش تیمار اسمزی روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی
۴۲	۲-۲-۴- تأثیر پیش تیمار فراصوت روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی
۴۴	۳-۲-۴- تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی
۴۷	۴-۲-۴- مقایسه تأثیر پیش تیمارهای اسمز، فراصوت و ترکیبی روی زمان خشک شدن نمونه های کیوی
۴۹	۳-۴- تأثیر پیش تیمارهای اسمز، فراصوت، و ترکیبی روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیوی خشک شده
۴۹	۱-۳-۴- تأثیر پیش تیمارهای اسمز، فراصوت، و ترکیبی روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده
۵۰	۱-۱-۳-۴- تأثیر پیش تیمار اسمز روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۵۲	تأثیر پیش تیمار فراصوت روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده.....
۵۴	تأثیر پیش تیمار ترکیبی روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده.....
۵۷	مقایسه تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت، و ترکیبی روی قابلیت جذب آب مجدد کیوی خشک شده.....
۵۸	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت، و ترکیبی روی میزان ویتامین C کیوی خشک شده.....
۵۹	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی خصوصیات حسی کیوی خشک شده.....
۵۹	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی رنگ کیوی خشک شده.....
۶۰	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی طعم کیوی خشک شده.....
۶۲	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی شیرینی کیوی خشک شده.....
۶۳	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی بافت کیوی خشک شده.....
۶۵	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی چروکیدگی کیوی خشک شده.....
۶۵	تأثیر پیش تیمار اسمز، فراصوت و ترکیبی روی پذیرش کلی کیوی خشک شده.....
۶۷	نتیجه گیری.....
۶۹	پیشنهادات.....
۷۱	منابع.....

## فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۳- ویزگی های اولیه نمونه کیوی .....	۲۴
جدول ۱-۴- میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد و کاهش آب، نمونه های کیوی، تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۳۲
جدول ۲-۴- زمان رسیدن به میزان رطوبت ۲۰٪ برای کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف ...	۴۰
جدول ۳-۴- قابلیت جذب آب مجدد نهایی نمونه های کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف ...	۵۰
جدول ۴-۴- میزان ویتامین C نمونه کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف در مقایسه با نمونه تازه .....	۵۸
جدول ۵-۴- نتایج ارزیابی رنگ کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۱
جدول ۶-۴- نتایج ارزیابی طعم کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۲
جدول ۷-۴- نتایج ارزیابی شیرینی کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۳
جدول ۸-۴- نتایج ارزیابی بافت کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۴
جدول ۹-۴- مقایسه نتایج ارزیابی چروکیدگی کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۶
جدول ۱۰-۴- مقایسه نتایج ارزیابی پذیرش کلی کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۶۷

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- دستگاه فراصوت.....	۲۲
شکل ۳-۲- نمونه‌های کیوی آبدگیری شده در داخل آون با دمای $65^{\circ}C$ .....	۲۳
شکل ۳-۳- توزین نمونه کیوی خشک شده در فواصل زمانی مشخص.....	۲۳
شکل ۳-۴- دستگاه پترومتر، برای اندازه گیری سفتی نمونه کیوی.....	۲۴
شکل ۳-۵- نمونه های کیوی خشک شده.....	۲۸
شکل ۳-۶- نمونه ای از فرم ارزیابی ویژگی های ارگانولپتیکی.....	۲۸
شکل ۴-۱- نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار اسمزی.....	۳۳
شکل ۴-۲- نمودار میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار اسمزی.....	۳۳
شکل ۴-۳- نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار فراصوت.....	۳۵
شکل ۴-۴- نمودار میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار فراصوت.....	۳۵
شکل ۴-۵- نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار ترکیبی.....	۳۶
شکل ۴-۶- نمودار میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمار ترکیبی.....	۳۶
شکل ۴-۷- نمودار میانگین مقادیر درصد کاهش آب (WL%)، نمونه های کیوی تحت پیش تیمارهای مختلف .....	۳۷
شکل ۴-۸- نمودار میانگین مقادیر درصد جذب مواد جامد (SG%)، نمونه های کیوی تحت تیمارهای مختلف.....	۳۸
شکل ۴-۹- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای ورقه های کیوی با ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده تحت شرایط اسمزی استاتیک و دینامیک در مقایسه با نمونه شاهد.....	۴۱

## فهرست اشکال

عنوان

صفحه

- شکل ۴-۱۰- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای ورقه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر تیمار شده تحت شرایط اسمزی استاتیک و دینامیک در مقایسه با نمونه شاهد..... ۴۱
- شکل ۴-۱۱- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای نمونه های کیوی به ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده با فراصوت در مقایسه با نمونه شاهد..... ۴۳
- شکل ۴-۱۲- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای نمونه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر، تیمار شده با فراصوت در مقایسه با نمونه شاهد..... ۴۳
- شکل ۴-۱۳- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای نمونه های کیوی به ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده ترکیبی در مقایسه با نمونه شاهد..... ۴۵
- شکل ۴-۱۴- نمودار مقدار رطوبت باقیمانده برحسب زمان برای نمونه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر، تیمار شده ترکیبی در مقایسه با نمونه شاهد..... ۴۵
- شکل ۴-۱۵- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده تحت شرایط اسمزی استاتیک و دینامیک در مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۱
- شکل ۴-۱۶- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر، تیمار شده تحت شرایط اسمزی استاتیک و دینامیک در مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۱
- شکل ۴-۱۷- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده با فراصوت مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۳
- شکل ۴-۱۸- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر، تیمار شده با فراصوت مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۳
- شکل ۴-۱۹- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۶ میلی متر، تیمار شده ترکیبی در مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۵
- شکل ۴-۲۰- نمودار قابلیت جذب آب مجدد برحسب زمان، برای نمونه های کیوی به ضخامت ۸ میلی متر، تیمار شده ترکیبی در مقایسه با نمونه شاهد..... ۵۵
- شکل ۴-۲۱- نمودار میانگین مقادیر میزان ویتامین C کیوی خشک شده تحت پیش تیمارهای مختلف..... ۵۹



فصل اول

مقدمه و کلیات

کیوی از جمله محصولات باغی است که کشت آن از اوایل دهه ۶۰ در شمال کشور آغاز گردیده است و هم اکنون اراضی زیر کشت این محصول بیش از ۳۵۰۰ هکتار و تولید کیوی آن بیش از ۵۵ هزار تن برآورد می‌گردد (ثاقب، ۱۳۸۴).

کشت درختان کیوی در نواحی شمالی ایران، با بیش از ۳۵۰۰ هکتار و تولید ۸۷۰۰۰ تن تولید در سال ۲۰۰۵ میلادی است، که این کشور را به عنوان یکی از مهمترین تولیدکنندگان عمده کیوی در جهان ساخته است. ایران بیش از ۴۸۰۰۰ تن را به کشورهای مختلف در سال ۲۰۰۵ صادر کرد (محمدی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

مبدأ اصلی کیوی جنگل‌های مناطق معتدل اطراف رودخانه یانگ تسه در جنوب چین است و ارقام مختلف آن به صورت پراکنده از سیبری تا اندونزی وجود دارد (امام جمعه و علاء الدینی ۱۳۸۴). از لحاظ طبیعی نواحی مرکزی حاشیه دریای خزر به دلیل وجود رشته کوه البرز در جنوب و دریای خزر در شمال آن، دارای آب و هوا و شرایط اقلیمی بسیار مساعد برای کشت و پرورش این میوه می‌باشد. رطوبت فراوان، بارش باران سالانه به میزان ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر با پراکنش مناسب، تعداد ساعات آفتابی فراوان، عدم وجود یخبندان طولانی و زمستان‌های بسیار سرد، عدم وزش بادهای شدید و بارش تگرگ و غیره از جمله خصوصیات ممتاز طبیعی است که باعث شده کیفیت (طعم و درشتی) کیوی ایران بهتر از سایر تولیدکنندگان کیوی در جهان باشد (ثاقب، ۱۳۸۴).

براساس تحقیقات به عمل آمده در سازمان جهانی غذا، موقعیت کیوی پس از موز، مرکبات و سیب، چهارمین میوه مورد علاقه مردم دنیا است، و با توجه به غنی بودن این میوه از املاح و ویتامین‌ها، احتمالاً در آینده نزدیک، بیشتر مورد علاقه مصرف کنندگان قرار خواهد گرفت (ثاقب، ۱۳۸۴). استفاده عمده کیوی در کشور به صورت تازه خوری است. در حالیکه امروزه از کیوی در دنیا استفاده‌های صنعتی متعددی به عمل می‌آید که از آن جمله می‌توان به کنسرو کردن کیوی، پالپ کردن کیوی، کیوی منجمد، لواشک کیوی، نوشیدنی‌های حاصل از کیوی، مواد استخراج شده از کیوی (مانند پروتئاز، موسیلاژ، آرومای کیوی) و برگه‌های خشک شده کیوی اشاره نمود (امام جمعه و علاء الدینی ۱۳۸۴).

کیوی خشک به روش‌های مختلف تولید می‌شود از جمله روش خشک کردن تصعیدی<sup>۱</sup> و خشک کردن با هوای داغ. استفاده از هوای داغ روش مرسوم تری است هرچند اثرات سوئی بر کیفیت محصول می‌گذارد که عبارتند از کاهش میزان کلروفیل، تغییر رنگ محصول، سفتی بافت محصول و از همه مهم تر طعم شدیداً اسیدی برگه خشک شده. به این علت اعمال فرآیند خشک کردن در مورد کیوی و تولید محصول خشک شده چندان مورد استقبال واقع نشده است.

هرگاه بتوان زمان خشک کردن کیوی را با انجام پیش فرآیندی کاهش داد، می‌توان پیش بینی کرد که از تخریب رنگدانه کلروفیل جلوگیری به عمل آید (پرارا<sup>۲</sup>، ۱۹۹۳). استفاده از تیمارهای جدید مانند استفاده از فرآیند اسمز و یا امواج فراصوت می‌توانند به عنوان پیش فرآیندی جهت آبیگری اولیه میوه‌ها قبل از خشک کردن با هوای داغ مورد استفاده قرار گیرند (تورجیانی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹).

#### ۱-۱- فرآیند اسمز

در کاربرد فرآیند اسمزی به دلیل استفاده محدود و کوتاه مدت از جریان هوای گرم برای تکمیل عملیات خشک کردن، نه تنها ویژگی‌های مطلوب محصول در حد قابل توجهی حفظ می‌گردد (لنارت<sup>۴</sup>، ۱۹۸۸)، بلکه میزان نیاز به انرژی حرارتی جهت حذف آب اضافی محصول شدیداً کاهش می‌یابد. از طرفی با به کار گیری محلول‌های اسمزی، از واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی تا حد قابل ملاحظه‌ای جلوگیری شده و امکان حذف مواد شیمیایی نظیر ترکیبات گوگردی، افزایش خواهد یافت (بولین<sup>۵</sup>، ۱۹۸۳).

اساس فرآیند خشک کردن به روش اسمزی، قرار دادن قطعات مواد غذایی مانند میوه یا سبزی در یک محلول هیپرتونیک<sup>۶</sup> (محلول نمکی یا شکر) است. این محلول‌ها معمولاً دارای فشار اسمزی بالاتر و فعالیت آبی کمتری در مقایسه با محیط سلولی مواد غذایی هستند. از آنجا که دیواره سلول‌های بسیاری از مواد غذایی به عنوان یک غشاء نیمه تراوا عمل می‌کنند، بنابراین یک نیروی محرکه جهت

- 
1. Freeze drying
  2. Perera
  3. Torregiani
  4. Lenart
  5. Bolin
  6. Hypretonic

حرکت آب بین ماده غذایی و محلول اسمزی ایجاد می‌شود. البته این دیواره کاملاً انتخابی عمل نمی‌کند و گاه و بی‌گاه مواد جامد محلول در مایع اسمزی به درون ماده غذایی تراوش می‌نماید (کلباسی و فاطمیان، ۱۳۷۹).

در طی این فرآیند دو جریان اصلی وجود دارد که عبارتند از:

(۱) شار یا جریان آب از داخل میوه به محلول اطراف

(۲) جریان نفوذ مواد حل شده در محلول به ماده غذایی که در جهت خلاف جریان اول است.

انتقال آب و مواد حل شده در فرآیند را می‌توان به وسیله تعیین درصد کاهش آب<sup>۱</sup> و درصد جذب مواد جامد<sup>۲</sup> به دست آورد. روش های ساده برای تعیین این پارامترها به وسیله محققان مختلف بررسی شده است (صوتی خیابانی و همکاران، ۱۳۸۲-۱). به عبارتی آبیگری اسمزی در مقایسه با خشک کردن با هوا، دو تا سه بار به انرژی کمتری نیاز دارد. همچنین استفاده از فرآیند آبیگری اسمزی قبل از سایر روش های خشک کردن باعث بهبود کیفیت رنگ، طعم و بافت فرآورده شده و حفظ مواد مغذی موجود در فرآورده را فراهم می‌کند (سکویی، ۱۳۸۶).

### ۱-۲- فراصوت

کاربرد امواج فراصوت در صنایع غذایی در سال های اخیر رواج پیدا نموده است اما بیشتر مطالعات بر میزان تأثیر این امواج در خشک کردن به روش اسمز بوده است و تعداد کمی مطالعه موردی درباره تأثیر روش فوق به طور مستقیم در فرآیند خشک کردن انجام گرفته است. در این روش استفاده از امواج فراصوت به عنوان یک پیش مرحله قبل از فرآیند اصلی خشک کردن استفاده می شود که در این حالت محصول و یا برش های آن در آب قرار گرفته تا امکان موج دهی به وجود آید. مهمترین مزیت این روش، کاربرد آن در دمای معمولی و آسیب نرساندن به بافت محصول می‌باشد (بیرقی طوسی و عمادی، ۱۳۸۷).

خشک کردن با فراصوت دارای اهمیت تجاری بالایی است، این نوع خشک کردن نسبت به روش های مرسوم در دمای پایین تر صورت می‌گیرد. در این روش نسبت به روش های دیگر خشک کردن، مواد آماس نکرده و آسیب نمی‌بینند. همچنین در این روش، مواد نسبت به حالتی که از خشک

---

1. Water Loss (WL)

2. Solid Gain (SG)