

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

## فرآوری لیمو-اسلایس لیموترش



نویسنده: مریم شاه امیریان

نشریه فنی، شماره ۱۷، سال ۱۳۹۴





بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

شورای انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

## فراوری لیمو- اسلایس لیمو ترش

نگارش: مهندس مریم شاه امیریان

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

سال انتشار: ۱۳۹۴

## وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

عنوان نشریه	فرآوری لیمو-اسلایس لیمو ترش
نگارش	مریم شاه امیریان
ناشر	مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس
سال انتشار	۱۳۹۴
شمارگان	۵۰۰
شماره ثبت مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی	.....

نشانی: شیراز، بلوار جانبازان، خیابان استاد مردانی غربی، مرکز تحقیقات و

آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

تلفن: ۳۷۲۰۹۳۳۲ (۰۷۱۱)، دورنگار: ۳۷۲۰۵۱۰۷ (۰۷۱۱)

پایگاه اطلاعاتی مرکز: [www.farsagres.ir](http://www.farsagres.ir)

## مخاطبان نشریه:

کلیه‌ی کارشناسان، مروجان، مهندسان ناظر و کشاورزان

## اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- اهمیت میوه‌ی لیمو
- فرآورده‌های میوه‌ی لیمو
- اسلایس خشک لیمو ترش

آشنا خواهید شد.

## فهرست مطالب

۱	۱- مقدمه
۲	۲- اهمیت میوه لیمو و کاربرد های آن
۷	۳- فرآوری لیموترش
۵	۴-انواع فراورده های لیمو ترش
۵	۴-۱- آب لیمو
۷	۴-۲- الیمو عمانی
۷	۴-۴- اسلایس خشک لیمو ترش
۷	۵- شرایط خشک کردن اسلایس خشک لیمو ترش
۸	۵-۱- اصول خشک کردن
۸	۵-۲- دستگاه خشک کن کابینتی:
۹	۵-۳- فاکتور های کیفی موثر در خشک کردن اسلایس لیمو ترش
۹	۵-۳-۱- دمای خشک کردن و ضخامت اسلایس لیمو:
۱۱	۵-۳-۲- اسیدپته
۱۲	۵-۳-۳- رنگ
۱۵	۵-۳-۴- ویتامین ث
۱۶	۶- نتیجه گیری
۱۷	منابع



## ۱- مقدمه

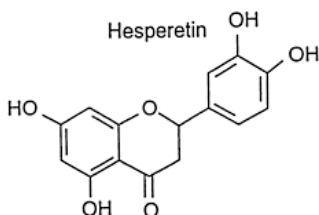
مركبات يکي از مهمترين محصولات باغي استان فارس مي باشد که حدود ۶۰٪ از محصولات باغي استان را تشکيل مي دهد. مرکبات منبع بسيار خوبي از ترکيبات مغذي ضروري مانند ويتامين ها مواد معدني و اسيد هاي آلي براي بدن انسان مي باشند. از لحاظ ميزان توليد، ليمو ترش بعد از پرتقال و نارنگي قرار دارد و استان فارس بعد از استان هرمزگان در مقام دوم قرار دارد [۱]. اين محصول داراي ارزش غذايي زيادي مي باشد و منبع بسيار خوبي از ويتامين C و انواع آنتي اکسيدانت ها مي باشد. طی مدت رسيدن ميوه، ليمو در رنگ هاي مختلف سبز و زرد مشاهده مي گردد.. (شکل ۱)



شکل ۱- مراحل تغيير رنگ ميوه ليمو بر روی درخت



۲- اهمیت میوه لیمو و کاربرد های آن : میوه لیمو یکی از مرکبات مهم از بعد اقتصادی می باشد که امروزه در تمام دنیا مصرف می گردد. آب لیمو به عنوان طعم دهنده در غذاها و همچنین در تهیه انواع نوشابه های گاز دار استفاده می گردد. در بسیاری از مناطق دنیا از آب لیمو در درمان بسیاری از بیماری ها استفاده می گردد. آب لیمو منبع بسیار خوبی از ویتامین ث می باشد [۸ و ۶]. در میوه لیمو ترکیبات بیواکتیو مهمی وجود دارد مهمترین این ترکیبات، اسید اسکوربیک، فلاونوئید ها، لیمونوئید و انواع فیتواسترول ها می باشد. در بین ترکیبات فلاونوئیدی ترکیب هیسپریدین یکی از آنتی اکسیدانت های مهم و ترکیب ضد سرطانی در میوه لیمو می باشد (شکل ۲).



شکل ۲- ساختار هیسپریدین





از دیگر فلاونوئید های مهم در میوه لیمو روتین می باشد که از فعالیت اکسیداسیونی رادیکال های آزاد در بدن جلوگیری می کند. و همچنین دارای خواص ضد التهابی و ضد آلرژیک و ضد میکروبی می باشد این میوه با ارزش دارای ترکیبات مغذی بسیاری می باشد. در جدول ۱ ترکیبات تغذیه ای لیمو آورده شده است [ ۹۰۱ ] .

جدول ۱- ترکیبات تغذیه ای لیمو

مقدار در ۱۰۰ گرم	ترکیبات
۸۸/۷-۹۳/۵ گرم	رطوبت
۰/۰۷۰-۰/۱۱۲ گرم	پروتئین
۰/۰۴-۰/۱۷ گرم	چربی
۰/۱-۰/۵ گرم	فیبر
۰/۲۵-۰/۴ گرم	خاکستر
۴/۵-۳۳/۳ میلی گرم	کلسیم
۹/۳-۲۱ میلی گرم	فسفر
۰/۱۹-۰/۳۳ میلی گرم	آهن
۰/۰۰۳-۰/۰۴ میلی گرم	ویتامین آ
۰/۰۱۹-۰/۰۶۸ میلی گرم	تیامین
۰/۰۱۱-۰/۰۲۳ میلی گرم	ریبوفلاوین
۰/۱۴-۰/۲۵ میلی گرم	نیاسین
۳۰-۴۸/۷ میلی گرم	اسید اسکوربیک



**۳- فرآوری لیموترش :** فساد پس از برداشت مهمترین فاکتور های محدود کننده عمر ماندگاری بسیاری از میوه های تازه به خصوص مرکباتی مانند لیمو ترش می باشد. [۷ و ۱۹]. این امر سبب افزایش ضایعات پس از برداشت مرکبات (۳۰ درصد) می گردد. بنابراین توجه به صنایع تبدیلی میوه لیمو ترش امری ضروری و مهم می باشد و تولید فراورده های متنوع و جدید از این محصول می تواند سهم قابل توجهی در کاهش ضایعات این محصول و همچنین افزایش صادرات و ارزآوری برای کشور داشته باشد (شکل ۳).



شکل ۳- ضایعات پس از برداشت میوه لیمو ترش



#### ۴- انواع فرآورده های لیمو ترش

۴-۱- آب لیمو: فرآورده‌های است تخمیر نشده ولی قابل تخمیر که با روش‌های مکانیکی از آندوکارپ میوه تازه، رسیده و سالم لیمو ترش به دست می‌آید. حداقل بریکس آن ۷/۵، اسیدیته ۵/۵ و  $\text{PH} = ۲/۳ - ۲/۸$  می‌باشد. آب لیمو به عنوان طعم دهنده در غذاها و همچنین در تهیه انواع نوشابه‌های گاز دار استفاده می‌گردد. همچنین در بسیاری از مناطق دنیا از آب لیمو در درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌گردد (شکل ۴). آب لیمو منبع بسیار خوبی از ویتامین ث می‌باشد. [۴، ۹، ۱۰]



شکل ۴- کاربرد لیمو به صورت آب‌لیمو



۴-۲- آب لیموی تغلیظ شده: فرآورده‌های است تخمیر نشده ولی قابل تخمیر که از تغلیظ آب لیمو ترش تهیه شده از میوه سالم و رسیده درخت لیمو با روش‌های فیزیکی تا رسیدن به غلظت مطلوب به دست آمده و با روش‌های فیزیکی فرآوری می شود. ( شکل ۵). حداقل بریکس آن ۳۷، اسیدیتته ۲۳ گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم و  $PH=1/2-2/8$  می باشد [۲].



شکل ۵- آب لیموی تغلیظ شده

۴-۳- لیمو عمانی: این فرآورده از خشک کردن لیموی کامل تازه به روش صنعتی یا سنتی به دست می آید [۳و۵]. رنگ آن از خردلی، قهوه ای روشن و سیاه می باشد. به‌عنوان چاشنی در غذاهای خاور میانه ای خصوصاً ایرانی استفاده می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶- انواع لیمو عمانی

۴-۴-۱ سلایس خشک لیمو ترش: یکی دیگر از فراورده های جدیدی که از لیمو ترش می توان تهیه نمود اسلایس خشک لیمو ترش می باشد. که توسط خشک کردن با هوای داغ در دستگاه خشک کن کابینتی تهیه می گردد [۵].

### ۵- شرایط خشک کردن اسلایس خشک لیمو ترش

۵-۱-۱ اصول خشک کردن: خشک کردن یکی از قدیمی ترین روش های نگهداری محصولات تازه کشاورزی است. این روش با کاهش آب درون محصولات کشاورزی و مواد غذایی، سبب کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها و در نتیجه از تخریب و فساد جلوگیری نموده و سبب پایداری و کاهش ضایعات محصول می گردد. خشک کردن با هوای گرم، آفتابی، خورشیدی، استفاده از میکروویو و خشک کردن انجمادی از مهمترین روشهای معمول خشک کردن



محصولات تازه کشاورزی می باشند. اما خشک کردن با هوای داغ، روشی سریع، بهداشتی و ارزان بوده و برای انواع محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. در روش خشک کردن به علت بروز برخی تغییرات نامطلوب در ماده غذایی خشک شده مانند تغییرات رنگ، طعم، عطر، کاهش مواد مغذی، افزایش وزن مخصوص (به علت چروکیدگی شدید) و کاهش ظرفیت آگیری مجدد، کنترل و انجام صحیح عملیات این فرایند از اهمیت ویژه ای برخوردار است [۱۲ و ۱۳].

**۵-۲-۵- دستگاه خشک کن کابینتی:** یکی از روشهای تولید اسلایس خشک لیمو ترش استفاده از خشک کن کابینتی با هوای داغ می باشد. خشک کن مورد استفاده مجهز به یک فن سانتریفیوژی و سه مقاومت الکتریکی است که امکان استفاده آنها با هم یا بطور مجزا وجود دارد. دمای هوای خشک درون محفظه خشک کن در قسمت میانی ورودی هوا و با استفاده از یک ترمومتر دیجیتالی با دقت  $\pm 1$  درجه سانتیگراد اندازه گیری می گردد و سرعت هوا توسط یک آنومتر تعیین می شود [۵]. در این روش اثر متقابل سه عامل دمای خشک کردن، سرعت هوای خشک کردن و ضخامت اسلایس لیمو ترش (رقم مکزیکن



لایم) به منظور تولید محصولی با کیفیت از نظر رنگ و خواص تغذیه ای مورد بررسی قرار می گیرد و نمونه ها تا رطوبت حدود ۱۲ درصد خشک می گردند(شکل ۷)



شکل ۷- اسلایس تازه لیمو ترش در دستگاه خشک کن کابینتی

### ۵-۳- فاکتورهای کیفی موثر در خشک کردن اسلایس لیمو ترش

۵-۳-۱- دمای خشک کردن و ضخامت اسلایس لیمو: دما و ضخامت خشک کردن تاثیر معنی داری بر زمان خشک کردن اسلایس لیمو ترش دارد. در دماهای بالاتر و ضخامت کمتر سرعت خروج آب و به عبارتی سرعت



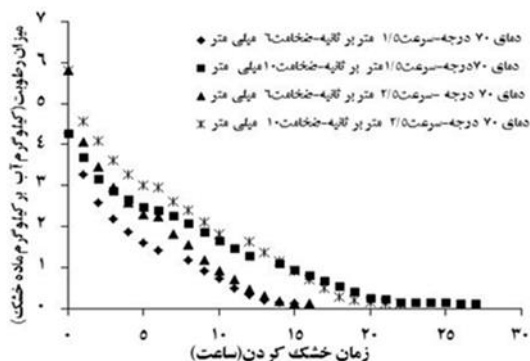
تبخیر و انتقال رطوبت از نمونه‌ها بیشتر می‌گردد در نتیجه زمان خشک شدن کاهش می‌یابد در خشک کردن اسلایس لیمو ترش دوره نرخ ثابت<sup>۱</sup> وجود ندارد و کل فرآیند خشک کردن این محصول در دوره نرخ نزولی<sup>۲</sup> رخ می‌دهد. (شکل ۸) بنابراین دمای خشک کردن و همچنین ضخامت اسلایس لیمو ترش پارامتر موثری در فرآیند خشک کردن این محصول می‌باشد و بر کیفیت محصول نهایی بسیار تاثیر گذار می‌باشد [۱۴ و ۱۵]. بهترین شرایط تولید اسلایس خشک لیمو ترش در شرایط دمایی ۷۰ درجه سانتی‌گراد و ضخامت‌های ۴ و ۶ میلی‌متر بود [۵].

---

<sup>1</sup> Constant rate period

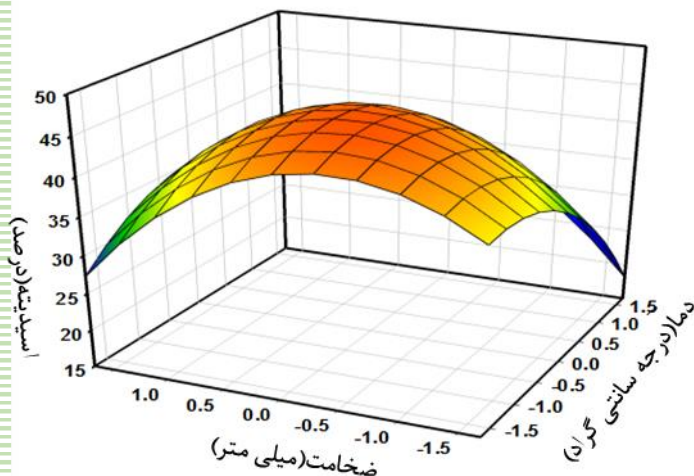
<sup>2</sup> Falling rate period





شکل ۸- اثر سرعت جریان هوا و ضخامت بر محتوی رطوبتی اسلایس لیمو ترش در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد

۵-۳-۲- اسیدیتته: اسیدیتته نمونه ها نیز تحت تاثیر دمای خشک کردن و ضخامت نمونه ها قرار می گیرد. نتایج نشان می دهد که اثرات متقابل دما و ضخامت نیز بر میزان اسید معنی دار بوده است [۵]. با افزایش دما و ضخامت، مقدار اسید قابل تیتر به صورت درجه دوم تغییر می کند و در سطوح مرکزی (دمای ۶۰ درجه سانتی گراد) مقدار آن بیشتر است (شکل ۹).



شکل ۹- تاثیر همزمان دما و ضخامت اسلایس لیمو ترش بر میزان اسیدیتته

۵-۳-۳- رنگ: توجه به کیفیت مواد غذایی در حین خشک کردن امری بسیار مهم می باشد. فرایند حرارتی تاثیر زیادی بر کیفیت مواد غذایی می گذارد. رنگ یکی از مهمترین فاکتور های کیفی محصولات خشک شده می باشد که روی بازارپسندی محصولات خشک شده تاثیر زیادی دارد [۱۶]. سیستم های متعددی برای اندازه گیری و طبقه بندی رنگها وجود دارد که



مهمترین آنها CIE است. سیستم CIE یک سیستم تری کروماتیک<sup>۳</sup> (سه فام) می‌باشد. این سیستم بر این اساس پایه‌گذاری شده که هر رنگی را می‌توان به وسیله مخلوط مناسبی از سه رنگ اصلی قرمز، آبی و سبز تولید کرد. در سیستم اندازه‌گیری CIE،  $L^*$  مقیاسی از روشنایی محصول با محدوده صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)،  $a^*$  شاخص سبزی-قرمزی با محدوده ۶۰- تا ۶۰+ با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و  $b^*$  نشان دهنده میزان زردی-آبی محصول محدوده ۶۰- تا ۶۰+ با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) می‌باشد. برای بررسی تغییرات رنگ از شاخص کلی اختلاف رنگ ( $\Delta E$ ) مطابق با رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$\Delta E^* = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

---

<sup>3</sup> Trichromatic



در این رابطه  $\Delta E$  شاخص تفاوت کلی رنگ و  $a_0$ ,  $L_0$ ,  $b_0$  مقادیر اولیه این شاخص ها در نمونه لیمو می باشند.

دمای خشک کردن و در نتیجه زمان خشک کردن نسبت به سرعت هوای خشک کردن تاثیر بسیار زیادی بر رنگ نمونه‌ها و در نتیجه بر کیفیت نمونه‌ها دارد. (شکل ۱۰) به عبارتی دماهای بالاتر و زمان خشک شدن کوتاه‌تر به شرط حفظ رنگ نمونه‌ها به عنوان شرایط مناسب در نظر گرفته شدند.

مولفه‌های رنگی به خصوص مولفه رنگی  $L$  (روشنی) در دمای خشک کردن ۷۰ درجه سانتی‌گراد (با توجه به در نظر گرفتن زمان خشک شدن کوتاه‌تر) بیشتر از سایر دماها بود [۵].



شکل ۱۰- اسلایس خشک لیموترش تولید شده با استفاده از خشک کن کابینتی

۵-۳-۴- ویتامین ث: ویتامین ث (ال- سید ا سکوربیک) یکی از ویتامین های مهم محلول در آب می باشد که ارزش تغذیه ای زیادی دارد این ویتامین در طبیعت به دو فرم اکسیده و احیا شده موجود می باشد که به آسانی قابل تبدیل به همدیگر بوده و هر دو دارای فعالیت بیولوژیک می باشند. و کمبود آن سبب بروز بیماری لته می گردد. ویتامین ث یکی از کو فاکتور های مهم در واکنش های فیزیولوژیکی در بدن می باشد. این ویتامین به جذب آهن در بدن کمک می کند و همچنین دارای خواص آنتی اکسیدانتهی زیادی می باشد بنابراین وجود این ویتامین در رژیم غذایی ضروری می باشد. با توجه به نقش آنتی اکسیدانتهی این



ویتامین امروزه مصرف این ویتامین از مقدار توصیه شده آن در رژیم غذایی فرا تر رفته است. سبزیجات و میوه جات به خصوص مرکبات و سبزیجات برگ سبز مانند کلم بروکلی، گل کلم، جوانه های سبز شده کلم فندقی، گوجه فرنگی، فلفل و سیب زمینی از منبع مهم ویتامین ث می باشند [۱۷ و ۱۸]. عوامل مختلفی مانند وجود اکسیژن، یونهای فلزی (به خصوص  $Fe^{3+}$  و  $Cu^{2+}$ ,  $Ag^{+}$ ) همچنین pH قلیایی و دما بر میزان ویتامین ث میوه جات و سبزیجات خام و فراوری شده تاثیر دارد. [۱۹ و ۲۰].

خشک کردن نیز می تواند بر میزان ویتامین ث لیمو تاثیر گذار باشد نتایج نشان داد که دمای خشک کردن تاثیر معنی داری بر مقدار ویتامین ث نمونه های اسلایس لیمو داشت به گونه ای که میزان ویتامین ث نمونه های اسلایس خشک لیمو کمتر از نمونه های تازه بود [۵].



## ۶- نتیجه گیری:

خشک کردن یکی از روش های فراوری و نگهداری میوه جات و سبزیجات می باشد. از لیمو ترش فراورده های متنوعی می توان تولید نمود. اسلایس خشک لیمو ترش فراورده های جدید از لیمو ترش می باشد که توسط خشک کن کابینتی با هوای داغ تولید می شود و دارای کیفیت بسیار خوبی از لحاظ رنگ، عطر و طعم و ماندگاری می باشد. تولید این محصول سهم عمده ای در کاهش ضایعات لیموی استان و نقش مهمی در ایجاد درآمدهای ارزی برای کشور خواهد داشت. این محصول کاربردهای فراوان دارد و می تواند به عنوان چاشنی و دم نوش نیز مورد استفاده قرار گیرد و به کشور های دیگر نیز صادر گردد.

## منابع

- [۱] بی نام، ۱۳۸۷. معاونت برنامه ریزی و اشتغال استانداری فارس. دفتر آمار و اطلاعات. سالنامه آماری استان فارس.
- [۲] استاندارد ملی ایران-آب لیمو ترش غلیظ شده- ویژگی ها و روش آزمون-شماره استاندارد ۱۴۷۲۶
- [۳] استاندارد ملی ایران- لیمو ترش خشک-ویژگی ها و روش های آزمون. شماره استاندارد . ۷۹۳۱.
- [۴] استاندارد ملی ایران-آب لیمو ترش - ویژگی ها و روش آزمون-شماره استاندارد ۱۱۷.
- [۵] شاه امیریان، مریم، ۱۳۹۴ بررسی اثر شرایط خشک کردن بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و ماندگاری اسلایس (برگه) لیمو. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. شماره ثبت ۴۷۴۱۹
- [6] Berry, R. E.; Benjamin, C. CITRUS FRUITS | Limes. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition; Academic Press: Oxford, U.K., 2003; pp 1368-1371.
- [7]
- [8] Obeed, R. S., and Harhash. M. M. 2006. Impact of Postharvest Treatments on Storage Life and Quality of "Mexican" Lime. J. Adv. Agric. Res. 11 ,3,1-17



- [9] Lario, Y., Sendra, E., García-Pérez, J., Fuentes, C., Sayas-Barbera, E., and Fernández-López, J. 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 113–117.
- [10] Jaiprakash, R., Patil, K. N., Chidambaramurthy, G. K., Jayaprakasha, A., Mahadev, B. C., and Ehimangoud, A. S. P. 2009. Bioactive Compounds from Mexican Lime (*Citrus aurantifolia*) Juice Induce Apoptosis in Human Pancreatic Cells. *J. Agric. Food Chem*, 57, 10933–10942.
- [11] Wang, Y. C., Chuang, Y. C., and Ku, Y. H. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chem*. 2007, 102 (4), 1163–1171.
- [12] Ramos, I. N., Silva, C. L. M., Sereno, A. M., & Aguilera, J. M. 2004. Quantification of microstructural changes during first stage air drying of grape tissue. *Journal of Food Engineering*, 62: 159–164.
- [13] Doymaz, I., & Kocayigit, F. 2011. Drying and Rehydration Behaviors of Convection Drying of Green Peas. *Drying Technology*, 29: 1273–1282.
- [14] Pott, I., Neidhart, S., Hlbauer, W. M., & Carle, R. 2005. Quality improvement of nonsulphited mango slices by drying at high temperatures. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (6): 412–419.
- [15] Sacilik, K., & Elicin, A. K. 2006. The thin layer drying characteristics of organic apple slices. *Journal of Food Engineering*, 73 : 281–289
- [16] Krokida, M. K., Tsami, E., and Maroulis, Z. B. 1998. Kinetics on color change during drying of some fruits and vegetables. *Drying Technology*. 16(3-5). 667-685.
- [17] Eitenmiller, R. R., Ye, L., Landen Jr., W. O., 2008. Ascorbic acid: vitamin C. In: Eitenmiller, R. R., Ye, L., Landen, Jr., W. O. (Eds.), *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 231–289.
- [18] Burdurlu, H. S., Koca, N., Karadeniz, F., 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of Food Engineering* 74, 211–216.





- [19] Lee, S.K., Kader, A.A., 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20, 207-220
- [20] Katherine,M.P., Maria,T.T., Susan,E.G., Jacob,E., Kristine,Y. P., David, B.H., Pamela,R.P., and Joanne,M.H. 2010. Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 , 253-259







شورای انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی  
و منابع طبیعی استان فارس

نشانی: شیراز، بلوار جانبازان، خیابان استاد مردانی غربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی  
و منابع طبیعی فارس

تلفن: ۳۷۲۰۹۳۳۲ (۰۷۱)، دورنگار: ۳۷۲۰۵۱۰۷ (۰۷۱)

نشانی وب‌گاه: [www.farsagres.ir](http://www.farsagres.ir)