تاثیر تیمارهای مختلف آب‌گیری بر روی برخی ویژگی‌های کیفی آب لیموترش فرآوری نشده(۲۹۹)

محمدهادی موحدنژاد [۱]، محمدهادی خوش‌تقاضا [۲]، سلیمان عباسی [۳]

چکیده

در این پژوهش تاثیر پارامترهای مکانیکی دستگاه آبگیر مارپیچی شامل سرعت دورانی مارپیچ (۲۷۰، ۳۶۰ و۴۵۰ دور بر دقیقه)، فشار وارده بر تفاله (فشار کمینه، نی و بیشینه) و پارامترهای پیش فرآوری لیموترش قبل از آب‌گیری در پنج حالت شکلی (لیموترش کامل، نصف شده، چهار قاچ، پوست‌گیری شده و خراش خورده) بر روی برخی خصوصیات کیفی آب لیموترش (میزان لیمونین، پایداری فیزیکی، رنگ و میزان روغن پوست) مورد مطالعه قرار گرفت. یافته‌ها نشان دادند که سرعت دورانی تاثیری روی شاخص روشنایی و مقدار لیمونین نداشته و کمترین میزان روغن در سرعت۳۶۰rpm مشاهده گردید. در پیش‌فرآوری بی‌پوست کمترین میزان روغن(۰/۰۹%) و لیمونین (۸/۳۳ppm) مشاهده شد. در فشار متوسط نیز میزان روغن نسبتا پایین و شدت روشنایی نسبتا خوبی مشاهده شد.

کلیدواژه: لیموترش، پیش فرآوری، آب‌لیمو، پایداری فیزیکی، روغن پوست

۱-دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیک: mhmovahed@yahoo.com
۲- دانشیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی
۳- استادیار علوم و صنایع غذایی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی

۱- مقدمه:

لیموترش با نام علمی *Citrus-aurntifolia* از جزایر شرقی هند به ایران آمده است. لمون‌ها (Lemons) و لایم‌ها (Limes) دو گروه عمدهٔ لیموترش‌ها می‌باشند. لمون‌ها در مقایسهٔ با لایم‌ها از نظر اندازه بزرگتر، میزان اسیدیتهٔ کمتر و معمولا پوستی زرد رنگ و شکلی بیضوی دارند. لایم‌ها دارای انواع ریز و درشت بوده و مهم‌ترین نوع آن که در ایران کشت می‌شود، لایم مکزیکی (Mexican Lime)می‌باشد (فتوحی قزوینی، ۱۳۷۷). لیموترش با سطح زیر کشتی برابر ۲۵۵۰۹ هکتار و با تولید سالانهٔ ۳۲۶۸۸۶ تن و عملکردی معادل ۱۴۶۳۲ کیلوگرم در هکتار در حدود ۱۲ درصد تولید مرکبات کشور را شامل می‌شود (بی نام، ۱۳۸۱).
در تحقیقی میزان اسیدیته، بریکس، روغن پوست، اسید اسکوربیک و فلاونوئید آب لیموی استخراج شده اندازه‌گیری شد Marin). (*et al.*, 2002در تحقیق دیگری کیفیت آب لیموترش طی انبارداری مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق دو نوع لیموترش رسیده و نارس پس از پوست‌گیری، توسط دستگاه آب‌میوه‌گیری خانگی آبگیری شدند. سپس شاخص‌های کیفی نظیر گرانروی ویژه، بریکس، شاخص قهوه‌ای شدن و شاخص رنگ اندازه‌گیری گردید. طی پژوهشی ویژگی‌های بیوشیمیایی آب پنج نوع مرکبات (پرتقال خونی، پرتقال شیرین، لیموترش، ترنج و نارنج) توسط Moufidaو Marzouk مورد بررسی قرار گرفت. از شاخص‌های کیفی ارزیابی شده می‌توان به راندمان آبگیری، اسیدیته و میزان قند اشاره کرد. از لحاظ اسیدیته و میزان قند کل، نارنج و لیموترش بالاترین اسیدیته و پرتقال خونی بالاترین میزان قند را دارا بودند (Moufida and Marzouk, 2003). در بررسی دیگری اثر هرمون جیبرلیک و زمان استفاده از آن روی کیفیت پرتقال فراوری شده بررسی شد. در این پژوهش راندمان آبگیری دو نمونه‌ی والنسیا و هملین با استفاده از این هرمون افزایش پیدا کرد. همچنین موجب کاهش میزان بریکس نیز شد (Matthew *et al.*, 2002). در تحقیقی میزان لیمونین در قسمتهای مختلف مرکبات اندازه‌گیری شد. میزان لیمونین در فلاویدو[1] و آلبیدو[2] بالا ولی در کیسه‌های آب[3] پایین بود (Sun *et al.*, 2005). در تحقیق دیگری نیز میزان لیمونین با دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد. در این پژوهش از طول موج ۲۱۰ nm و ستون C_{18} استفاده نمود. زمان بازداری آن حدود ۱۱ دقیقه بدست آمده است (Tian *et al.*, 2006). در تحقیقی نیز اثر تیمار امواج فرا صوت روی میزان لیمونین و رنگ آب مرکبات مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج مشخص شد که امواج فرا صوت تاثیری روی رنگ نداشته و با افزایش درصد پالپ آبمیوه میزان لیمونین افزایش یافت (Valero *et al.*, 2006). در پژوهشی نیز اثر پکتین روی پایداری آب لیمو بررسی شد. مشخص شد که فعالیت آنزیمی در pH پایین (اسیدی) سریعتر آبلیمو را ناپایدار می کند (Croak and Corredig, 2006).

در پژوهش حاضر هدف بررسی تاثیر تغییر شاخص‌های عملکردی دستگاه آب‌گیری پرس مارپیچی بر روی خواص کیفی آب‌لیمو ترش و بهبود خواص کیفی آب لیمو ترش از قبیل رنگ، پایداری حالت ابری و کاهش میزان تلخی و روغن پوست می‌باشد.

۲- *مواد و روش ها*

لیموترش مورد استفاده در این تحقیق از نوع لایم بوده که در شهرستان جهرم تولید و در زمان دوازدهم شهریور ماه ۸۴ برداشت شده بود. محصول در دمای ۱۰°C و رطوبت نسبی حدود ۸۰ ٪ در سرد خانه نگه‌داری گردید. برای انجام آزمایشات از دستگاه آبگیر مارپیچی(شکل۱) این دستگاه ساخت شرکت تهران ممتاز و با ظرفیت اسمی ۲۰۰ kg/hr کار استفاده شد.

سه شاخص اصلی که آزمایش‌ها بر اساس آنها انجام گرفت شامل سرعت دورانی مارپیچ، فشار وارده بر تفاله و پیش فرآوری لیموترش بود. برای بررسی اثر این شاخص‌ها روی راندمان از طرح آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. آزمون دانکن نیز برای مقایسه‌ی میانگین‌ها به کار برده شد. سطوح این متغیرها و نحوه‌ی تنظیم آنها در دستگاه عبارت بودند از:

۱- *سرعت دورانی مارپیچ:* برای ایجاد سرعت مختلف دورانی از سه پولی با قطرهای ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شد که به ترتیب قادر به ایجاد سرعت دورانی مارپیچ ۲۷۰، ۳۶۰ و ۴۵۰ دور در دقیقه ایجاد کرد. سرعت دورانی معمول حدود ۳۶۰ دور در دقیقه بودند. به این دلیل دو محدوده بالا و پایین دیگر مشخص شد تا تاثیر افزایش و کاهش سرعت روی راندمان مشخص شود.

1 Flavedo
2 Albedo
3 Juice Vesicle

۲- *فشار وارده بر تفاله:* برای این منظور با تنظیم یک پیچ، سطح مقطع مجرای خروجی تفاله تغییر داده شد. در این تحقیق پیچ، در سه حالت پیچ تنظیم کاملا باز (فشار کمینه)، تقریبا بسته (فشار بیشینه) و نیمه باز (فشار متوسط) قرار گرفت.

۳- *پیش فرآوری:* در این مرحله پنج حالت برای نمونه‌های ورودی به دستگاه در نظر گرفته شد تا تاثیر حالت‌های مختلف لیمو در آبگیری مشخص گردد. این پنج حالت عبارت بودند از :۱- لیموی کامل که هیچ تغییری در آن ایجاد نشده بود۲- لیموی نصف شده که توسط چاقوی تیز عمود بر قطر بزرگ نصف شده بود۳- لیموی چهار قاچ که ابتدا مثل حالت قبل نصف و سپس هر قسمت عمود بر قطر متوسط دو نیمه گردیدند۴- لیموی بی پوست که توسط رنده فلزی پوست گیری شدند.۵- لیموی خراش خورده که آنها نیز توسط رنده‌ی فلزی خراش داده شدند.

شکل ۱: دستگاه آبگیری مارپیچ

با توجه به سطوح متغیرها، تعداد تیمار آزمایش برابر ۴۵ سری بود که برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. در هر مرحله آبگیری میزان ۳۰۰ گرم لیموترش بطور تصادفی انتخاب و سپس در طی آبگیری جرم آب استخراجی از دستگاه و تفاله خروجی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. آبلیمو توسط دو الک به ترتیب با مش ۳۰ و۴۰ صاف گردید.

در این پژوهش بر اساس سه عامل سرعت دورانی مارپیچ (۲۷۰، ۳۶۰ و ۴۵۰ دور بر دقیقه) فشار وارده بر تفاله (فشار کمینه، بیشینه و متوسط) پیش‌فراوری لیموترش قبل از آب‌گیری در پنج حالت شکلی (لیموترش کامل،نصف شده، چهار قاچ، پوست‌گیری شده و خراش خورده) پنج شاخص کیفی شدت رنگ، میزان پایداری، فعالیت آنزیمی و میزان روغن پوست و میزان لیمونین(میزان تلخی) اندازه گیری شد.

۱- شدت رنگ: با استفاده از دستگاه هانترلب (Hunter lab) شدت رنگ را بدست آورده شد. این دستگاه با استفاده از میزان اختلاف فوتوالکتریک در نمونه، سه ضریب a^*(شدت قرمزی)، b^*(شدت زردی) و L^*(شدت شفافیت) و یا x,y,z را می‌دهد (Kimball, 1999).

۲- میزان پایداری: منظور از پایداری میزان چند فاز شدن در طی نگهداری می‌باشد. در آبلیمو سه فاز شامل فاز پالپ[1] (ذراتی که روی آبلیمو) فاز شفاف[2] (این فاز معمولا بین دو فاز دیگر قرار می‌گیرد) و فاز لردی[3] (این قسمت حالت لردی دارد و در کف مایع ته نشین می‌شود) وجود دارد. که برای حذف فاز پالپی می‌توان با اعمال فرایند صاف کردن ذرات پالپی و

1 pulp
2 Serum
3 Sediment

شناور را از آبلیمو جداسازی نمود. در این تحقیق برای بدست آوردن میزان دو فاز اخیر، مایع استخراج شده درون لوله‌های مدرج ۱۰ سی‌سی ریخته و لوله‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای محیط قرار داده شدند. سپس با خواندن ارتفاع هر فاز برحسب میلی‌متر، درصد حجمی هر فاز تعیین شد .(Kimball, 1999)

۳- میزان لمونین: برای بدست آوردن غلظت لیمونین ابتدا استانداردهای با غلظتهایppm ۵۶/۴، ۳۷/۶، ۱۸/۸، ۵۲/۷ و ۳/۷۶ تهیه شد. سپس با تزریق تمام استانداردها به دستگاه HPLC[1] برای هر غلظت، زمان بازداری و سطح زیر پیک در هر غلظت بدست آمد. با داده‌های به دست آمده رگرسیون خطی بین غلظت و سطح زیر پیک پردازش گردید تا معادله‌ی خط استاندارد بدست آید. در نتیجه با تزریق نمونه‌های اصلی و با بدست آوردن سطح زیر پیک در زمان بازداری و قرار دادن آن در معادله‌ی خطی استاندارد، غلظت هر کدام از نمونه‌ها بدست آمد (Abbasi *et al,* 2005).

۴- مقدار روغن پوست[2] در آب‌لیمو: به دلیل پایین بودن میزان روغن پوست در آبلیمو با استفاده از حلال پروپانل و روش تیتراسیون میزان روغن موجو در آبلیمو اندازه گیری شد (Kimball, 1999).

۳- نتایج و بحث

اثر متغیرهای سرعت ی‌ورانی، پیش فرآوری و فشار وارده بر خواص کیفی لیموترش مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جدول ۱ نتایج تجزیه واریانسی را نشان می دهد.

۳-۱ *شدت رنگ*

شدت روشنایی L^*[سیاهی به سفیدی (۰ تا ۱۰۰)] و شدت زردی b^*[آبی به زردی(۱۰۰- تا ۱۰۰)] مورد مطالعه قرار گرفتند.

۳-۱-۱ *شدت روشنایی* L^*

بر اساس جدول تجزیه واریانس (۱) اثرات متقابل دوگانه پیش‌فرآوری و فشار وارده بر تفاله و همچنین پیش‌فرآوری و سرعت دورانی مارپیچ در سطح ۹۹ % و سرعت دورانی مارپیچ و فشار وارده بر تفاله در سطح ۹۵ %معنادار شدند. بنابراین اثرات اصلی مورد بررسی قرار نگرفتند.

1 High Performance Liquid Chromatography
2 Essential oil

جدول۱: تجزیه واریانس پنج شاخص کیفی بر اساس عامل‌های سرعت، پیش فرآوری و فشار

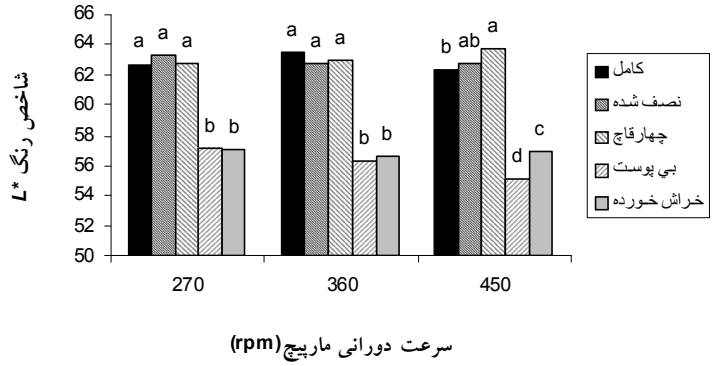
		میانگین مربعات(MS)				
شاخص ها	درجه آزادی	b^*	L^*	پایداری	درصد روغن	لیمونین
V	۲	۰/۰۷۷ **	۰/۰۱۱ **	۰/۰۶۶ **	۰/۳۳۷ **	۰/۰۲۲ ^{ns}
Sh	۴	۷/۰۲۶ **	۱/۴۴۳ **	۰/۸۸۶ **	۱۲/۱۶۴ **	۰/۶۸۱ **
Sh V ×	۸	۰/۰۳۴ **	۰/۰۱۵ **	۰/۰۲۸ *	۰/۱۱۷ ^{ns}	۰/۰۲۹ ^{ns}
P	۲	۰/۰۹۹ **	۰/۱۱ **	۰/۱۶۹ **	۰/۲۶۱ *	۰/۰۲۰ ^{ns}
V × P	۴	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۷ *	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۶۷ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}
Sh × P	۸	۰/۰۴۳ **	۰/۰۱۱ **	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{ns}
V × Sh× P	۱۶	۰/۰۴۱ **	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}
خطا	۹۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵۸	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات	-	۱/۸۶	۰/۵۹	۱۱/۷۸	۷/۹۷	۱۱/۶۱

V= سرعت د رانی
Sh= پیش فرآوری
P= فشار وارده

^{ns}در سطح ۵ %معنادار نیست
*در سطح ۵ %معنادار است
**در سطح ۱ %معنادار است

الف -بررسی اثر متقابل سرعت دورانی مارپیچ و پیش‌فرآوری

روند تغییرات ضریب L^* ،تقریبا در تمام سطوح سرعت یکسان بود (شکل ۲). در دو سطح سرعت دورانی(۲۷۰ و۳۶۰دور بر دقیقه)، سه پیش‌فرآوری کامل، نصف شده و چهارقاچ، آب‌لیموی حاصله روشنایی بیشتری نسبت به دو حالت دیگر داشتند. در سرعت ۴۵۰rpm نیز همین روند وجود داشت. با این تفاوت که بین سه پیش‌فرآوری (کامل، نصف شده وچهار قاچ) تفاوت محسوسی وجود داشت. در آن سطوح حالت چهارقاچ روشنایی بیشتری نسبت به دو حالت دیگر داشت. همچنین درحالت بی‌پوست آب‌لیمو کدرتر از حالت خراش‌خورده بود. این امر احتمالا به دلیل عدم وجود رنگ دانه‌های باقی مانده بر روی لیموی خراش‌خورده و پوست گیری شده بود. در همان راستا دلیل روشن‌تر بودن سه حالت اول لیمو به خاطر وجود پوست که حاوی رنگ دانه بوده، می‌باشد.

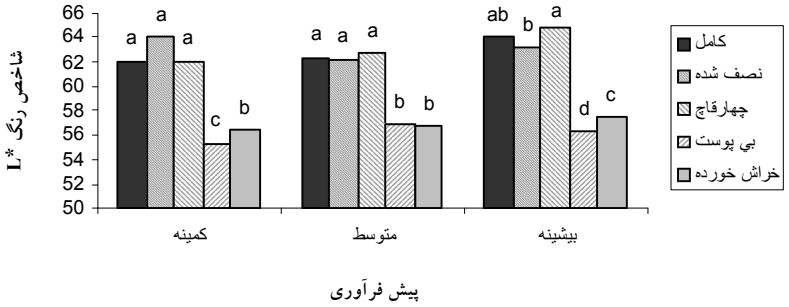


شکل۲: مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل متغیرهای پیش‌فرآوری و سرعت دو انی بر روی شاخص L^* آب‌لیموی انی

ب -بررسی اثر متقابل پیش‌فرآوری و فشار وارده بر تفاله

با توجه به شکل (۳) روند تغییرات در دو فشار کمینه و متوسط تقریبا یکسان می باشد. روشنایی سه پیش‌فرآوری اول(کامل، نصف شده وچهار قاچ) نیز بیشتر از دو حالت آخر بود و بین آنها نیز تفاوت معناداری وجود نداشت. این روند در سطح فشار بیشینه

نیز وجود داشت. با این تفاوت که بین سه حالت اول پیش‌فرآوری تفاوت شفافیت به چشم می خورد. شفافیت محصول در حالت چهارقاچ نسبت به دو حالت اول بیشتر می‌شد. دلیل آن احتمالا به خاطر صدمه‌ای است که به پوست وارد می‌شود. به علاوه در حالت خراش خورده به دلیل وجود رنگ دانه‌های بیشتر روی سطح لیمو، روشنایی محصول بیشتر از حالت بی‌پوست می‌باشد.



شکل۳: مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل پیش‌فرآوری در سطوح مختلف فشار بر شاخص L^* آب‌لیموی رانی

طبق نتایج در این قسمت میزان روشنایی در سه حالت کامل، نصف شده و چهارقاچ بیشتر بود. همچنین در فشارهای بالاتر نیز میزان شدت روشنایی بالا رفت. در عوض سرعت دورانی تاثیر آنچنانی روی آن نداشت.

۳-۱-۲ شدت رنگ زرد b^*

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر متقابل سه‌گانه سرعت دورانی، پیش‌فرآوری و فشار وارده بر تفاله در سطح ۹۹ % معنادار شدند.

الف -بررسی اثر متقابل سه گانه سرعت دورانی مارپیچ، پیش‌فرآوری و فشار وارده بر تفاله:

۱- *اثر ساده سرعت دورانی مارپیچ در سطوح فشار وارده بر تفاله و پیش‌فرآوری:* شدت زردی در سطح فشار کمینه در پیش‌فرآوری کامل و نصف شده با افزایش سرعت کاهش یافته و در بقیه سطوح پیش‌فرآوری تفاوت شدت رنگی بین سرعت‌های دورانی وجود ندارد. دلیل این امر شاید رنگ دانه‌های پوست بوده که در سرعت‌های بالا کمتر خارج می‌شود. در فشار متوسط شدت زردی در سطوح پیش‌فرآوری کامل و چهارقاچ نسبت به دو فشار دیگر کاهش یافته است. در دیگر سطوح پیش‌فرآوری و با سرعت‌های مختلف تفاوت زیادی در شدت زردی بوجود نمی آید. شدت زردی در سطح فشار بیشینه در سطوح خراش‌خورده، بی‌پوست و نصف شده با افزایش سرعت دورانی کاهش می‌یابد. ولی تغییر سرعت در دو سطح دیگر تفاوتی در شدت زردی نداده است.

۲- *اثر ساده پیش‌فرآوری در سطوح سرعت دورانی مارپیچ و فشار وارده بر تفاله:* روند کلی آزمایش نشان دهنده بالا بودن شدت زردی تمام سطوح سرعت و فشار در سه حالت اول پیش‌فرآوری نسبت به حالات خراش‌خورده و بی‌پوست می‌باشد. دلیل این امر وجود رنگ دانه‌های زرد در لایه‌ی خارجی پوست می باشد. همچنین مشاهده گردید که در تمام سطوح شدت زردی بی‌پوست از خراش‌خورده کمتر می‌باشد. دلیل آن نیز به خاطر وجود مقدار کمی رنگ دانه‌ی زرد روی سطح خارجی لیموی خراش خورده می‌باشد. شدت زردی حالت کامل و نصف شده نسبت به چهارقاچ و در سرعت ۲۷۰ و ۳۶۰rpm در تمام سطوح فشاربیشتر می باشد. اما در سرعت ۴۵۰rpm شدت زردی حالت کامل، کمتر از دو حالت دیگر می‌باشد. این مسئله احتمالا به دلیل خروج ناگهانی آب‌لیمو از نمونه‌ها بوده، که موجب خروج کمتر رنگ دانه می‌گردد.

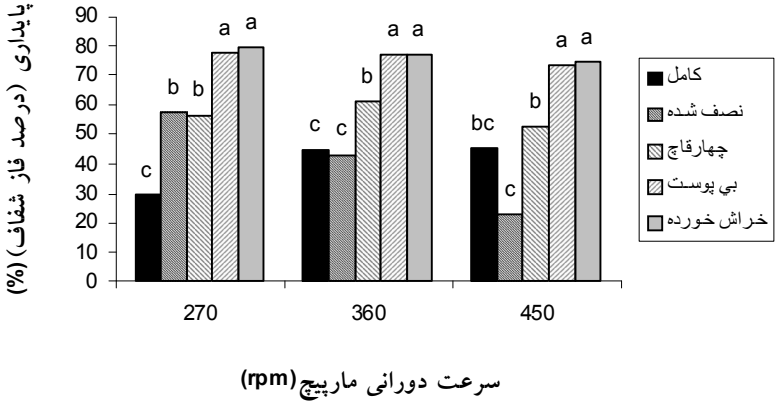
بر اساس نتایج حاصله، میزان زردی در حالت بی‌پوست به خاطر نبود رنگ دانه‌های زرد موجود در سطح پوست، در فشار بالا به دلیل ورود لرد بیشتر و در سرعتهای بالاتر به دلیل خروج ناگ انی آب‌لیمو، کمتر می‌باشد.

۳-۲ پایداری حالت ابری (درصد فاز شفاف) آب‌لیمو

طبق جدول تجزیه واریانس۱ اثر متقابل سرعت دورانی مارپیچ و پیش‌فرآوری در سطح ۹۵ % و اثر اصلی فشار وارده بر تفاله در سطح ۹۹ % بر پایداری معنادار شدند. اثرات متقابل دیگر معنادار نمی باشند. اثرات اصلی سرعت و پیش‌فرآوری قابل اعتماد نمی باشند.

۳-۲-۱ بررسی اثر متقابل سرعت دورانی مارپیچ و پیش‌فرآوری

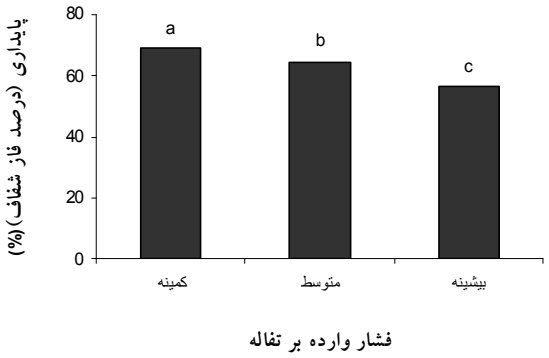
اثر ساده پیش‌فرآوری در سطوح سرعت دورانی مارپیچ: طبق شکل (۴) تقریبا در تمام سطوح سرعت، پایداری روند ثابتی دارد. از نظر پایداری حالت کامل وضعیت بهتری دارد (فاز شفاف کمتری دارد). بعد از آن دو حالت نصف شده و چهارقاچ قرار می‌گیرند. کمترین پایداری نیز مربوط به دو حالت بی‌پوست و خراش‌خورده است (درصد فاز شفاف بیشتر می‌باشد). نکته مهم این است به دلیل استفاده از فرایند جداسازی و صاف کردن آب لیمو فاز پالپ به وجود نمی‌آید. در نتیجه فقط دو فاز شفاف و لردی ایجاد می‌شود. هر چه نسبت فاز شفاف به فاز لردی بیشتر شود حاکی از ناپایداری بیشتر می‌باشد. زیرا پایداری زمانی بال می‌باشد که آبلیمو به صورت ابری باقی به ماند. در دو حالت بی‌پوست و خراش‌خورده به دلیل نداشتن یا کم بودن پوست، میزان مواد ابری کننده موجود در پوست به حداقل می‌رسد. در نتیجه احتمالا به دلیل وجود فعالیت آنزیمی، پکتین در آبلیمو شکسته و آبلیمو از حالت ابری خارج شده و پایداری آن کاهش می‌یابد. اما در سه حالت اول به دلیل وجود مواد ابری کننده در پوست جلوی فعالیت آنزیمی که موجب شکستن پکتین و جدا شدن فاز شفاف از فاز لردی شده تا حدودی گرفته می‌شود. هب طبع پایداری بیشتری مشاهده می‌شود. علت بیشتر بودن کمتر بودن پایداری در دو حالت نصف شده و چهارقاچ نسبت به حالت کامل به دلیل برش خوردن این دو حالت و کاهش ورود مواد ابری کننده به آب‌لیمو می‌گردد (شکل ۴).



شکل۴: مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل پیش‌فرآوری و سرعت دو انی بر روی پایداری آب‌لیموی رانی

۳-۲-۲ بررسی اثر اصلی فشار وارده بر تفاله

بر اساس شکل (۵) با افزایش فشار، مواد فیبری پوست بیشتری وارد آب‌لیمو شده و در نتیجه پایداری افزایش می‌یابد. در حقیقت هر چه میزان مواد فیبری افزایش یابد از حجم فاز شفاف کاسته می‌شود. در کل پایداری با افزایش فشار افزایش می‌یابد.



شکل۵: نمودار مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی فشار وارده بر تفاله بر روی پ داری آب‌لیموی رانی

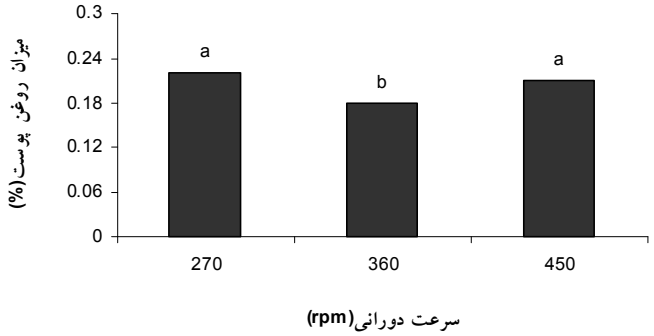
بر اساس نتایج حاصله بالاترین پایداری در پیش‌فرآوری کامل اتفاق افتاد. فشار بیشینه دارای بالاترین پایداری بود. در تحقیقی نیز بر تاثیر معکوس pH بر میزان پایداری اشاره شد (Croak and Corredig, 2006).

۳-۳ میزان روغن پوست در آب‌لیمو

در این قسمت بر اساس تجزیه واریانس (جدول۱) صورت گرفته هیچ کدام از اثرات متقابل معنادار نشدند. در نتیجه اثرات اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. اثرات اصلی سرعت دورانی مارپیچ و پیش‌فرآوری در سطح ۹۹ %و اثر اصلی فشار وارده بر تفاله در سطح ۹۵ % معنادار شدند.

۳-۳-۱ بررسی اثر اصلی سرعت دورانی مارپیچ

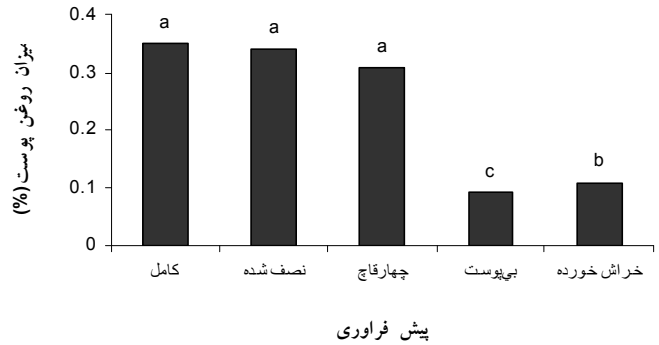
بر اساس نتایج در سرعت ۳۶۰rpm کمترین میزان روغن پوست (۰/۱۸%) وجود داشت (شکل ۶). میزان روغن پوست در سرعت‌های دیگر تفاوتی با هم نداشتند. دلیل بالا بودن میزان روغن در سرعت ۲۷۰rpm، افزایش زمان پرس بوده که در نتیجه روغن بیشتری از پوست وارد آب‌لیمو می‌شود. با افزایش سرعت میزان روغن کاهش می‌یابد. البته در سرعت ۴۵۰rpm، عمل ضربه موجب صدمه زدن به بافت پوست لیمو می شود. با اینکه زمان پرس بسیار کاهش می‌یابد. اما صدمات وارده بر پوست غلبه و موجب افزایش میزان روغن پوست می‌شود.



شکل۶: مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی سرعت دورانی مارپیچ بر میزان روغن پوست آب‌لیموی ایرانی

۳-۳-۲ بررسی اثر اصلی پیش‌فرآوری

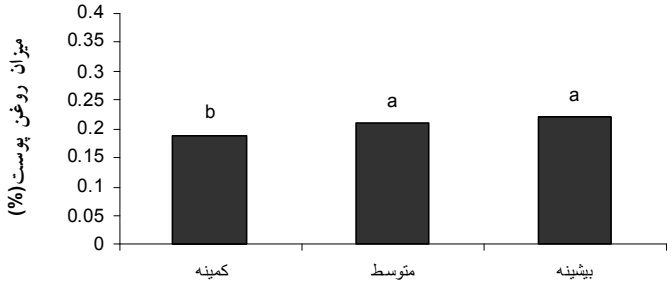
به دلیل داشتن پوست در سه پیش‌فرآوری کامل، نصف شده و چهارقاچ میزان بالاتری روغن پوست در آب‌لیموی استحصالی نسبت به دو حالت خراش‌خورده و بی‌پوست وجود دارد. در حالت بی‌پوست نیز به خاطر جداسازی کامل پوست از لیمو میزان روغن در این حالت نسبت به حالت خراش خورده کمتر می‌شود (شکل ۷)



شکل۷: مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی پیش‌فرآوری بر روی میزان روغن پوست آب‌لیموی ایرانی

۳-۳-۳ بررسی اثر اصلی فشار وارده بر تفاله

طبق نتایج با افزایش فشار، میزان روغن پوست در آب‌لیمو بالا می‌رود. البته در دو فشار متوسط و بیشینه تفاوتی مشاهده نمی‌شود. در فشار کمینه کاهش روغن پوست مشخص تر است (شکل ۸).



شکل۸: مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی فشار خروجی تفاله بر روی میزان روغن پوست آب‌لیموی ایرانی

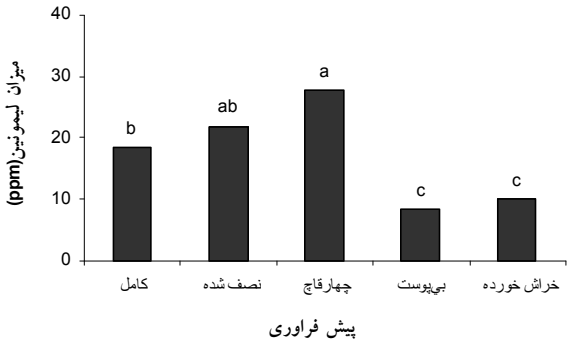
با بررسی نتایج حاصله معلوم شد که در سرعت ۳۶۰rpm و در حالات بی‌پوست و خراش‌خورده کمترین میزان روغن پوست در آب‌لیمو وجود دارد. همچنین در فشار وارده پایین‌تر بر تفاله، از میزان روغن پوست کاسته شد.

۳-۴ میزان لیمونین در آب‌لیمو

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول۱) غیر از اثر اصلی پیش‌فرآوری که در سطح ۹۹ %معنادار شد، بقیه اثرات در سطح ۹۵ % نیز معنادار نشدند. دلیل این مسئله تجمع لیمونین در هسته است. این فاکتور موجب می گردد که دو عامل فشار وارده بر تفاله و سرعت دورانی مارپیچ بر میزان لیمونین اثر نداشته باشد.

۳-۴-۱ بررسی اثر اصلی پیش‌فرآوری

در پیش‌فراوری چهارقاچ و نصف شده به دلیل صدمه خوردن هسته، مقدار لیمونین بیشتری به دست می‌آید. به علت وجود لیمونین در پوست، در پیش‌فرآوری کامل لیمونین بیشتری نسبت به دو حالت بی پوست و خراش خورده مشاهده گردید (شکل ۹). در تحقیقی نیز مشخص شد که در فلاویدو و آلبیدو میزان لیمونین بالا می‌باشد که دلیل کم بودن لیمونین در دو حالت خراش خورده و بی‌پوست به دلیل نبود این دو لایه می‌باشد (Sun *et al*. 2005 ,).



شکل۹: مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی پیش‌فرآوری بر روی میزان لیمونین آب‌لیموی ایرانی

۴- نتیجه گیری

۱. سرعت دورانی تاثیر معناداری بر خواصی چون شدت روشنایی و میزان لیمونین آب‌لیموترش نداشت.

۲ با بررسی حالات مختلف پیش فرآوری می‌توان گفت که، بهترین حالت شکلی مربوط به پیش‌فرآوری خراش خورده و بی‌پوست می‌باشد. چرا میزان روغن (به ترتیب۰/۱۱و ۰/۰۹%) و میزان لیمونین (به ترتیب ۹/۸۱ و ۸/۳۳ppm) با این حال پیش‌فرآوری خراش خورده به دلیل ساده‌تر بودن روش فراوری آن نسبت به حالت بی‌پوست توصیه می‌شود. پایداری در این دو حالت پایین‌ترین مقار (۷۹/۷۶ و ۷۷/۷۲%) را داشتند.

۳ بر اساس نتایج حاصله بهترین فشار وارده بر تفاله، فشار متوسط بود. در این فشار شدت روشنایی نسبتا خوب و میزان روغن کمتری از سایر فشارها مشاهده گردید.

۴ نتایج نشان داد که، میزان زردی در حالت بی‌پوست و در فشار بالا و در سرعتهای بالاتر کمترین مقدار (۱۵/۲۱ = b^*) بود.

منابع:

۱ بی نام (۱۳۸۱). **آمار و اطلاعات تحقیقات مرکبات وزارت کشارزی. انتشارات وزارت کشاورزی.**

۲ فتوحی قزوینی، ر (۱۳۷۷). پرورش مرکبات در ایران. انتشارات دانشگاه گیلان.

3 **Abbasi, S., Zandi, P., Mirbagheri, E. (2005).** Quantitation of limonin in Iranian orange juice concentrates using high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. European Food Research and Technology, 220(3): 237-245.

4 **Croaka, S., Corredig, M.** (2006). The role of pectin in orange juice stabilization: Effect of pectin

5 methylesterase and pectinase activity on the size of cloud particles. Food Hydrocolloids 20: 961–965.

6 **Hunter, R. S.** (1958). Photoelectric color different meter. Journal of the Optical Society of American, 48: 958-995.

7 **Kimball, D. A.** (1999). Citrus Processing (A Complete Guide). Aspen: Haworth Press, USA.

8 **Lin, S. D. and Chen, A. O.** (1995). Carotennoids in juices of Ponkan mandarin and Lincheng orange. Journal of Food Biochemistry, 18:273-283.

9 **Marin, F. R., Martinez, M., Uribesalgo, T., Castillo, S. and Frutos, M. J.** (2001). Changes in nutraceutical composition of lemon juices according to different industrial extraction system. Food Chemistry, 78: 167-245.

10 **Matthew, W. F., Frederick, S. D., Craig, A. C.** (2002). Gibberellic acid application timing affects fruit quality of processing oranges. Hort Science 37(2): 353-357.

11 **Meufida, S. and Marzouk, B.** (2003). Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. Phytochemistry, 62: 1283-1289.

12 **Sun, C., Chen, K., Chen, Y., Chen, O.** (2005). Contents and antioxidant capacity of limonin and nomilin in different tissues of citrus fruit of four cultivars during fruit growth and maturation. Food Chemistry, 93: 599–605.

13 **Tian, Q., Miller, G. E., Jayaprakasha, G.K., Patil, B. S.** (2006). An improved HPLC method for the analysis of citrus limonoids in culture media. Journal of Chromatography.

14 **Valero, M., Recrosio, N., Saura, D., Mun˜oz N., Martı´, N., Lizama, V.** (2006). Effects of ultrasonic treatments in orange juice processing. Journal of Food Engineering.

15 **Ziena, H. M. S.** (2000). Quality attributes of Bearss seedless lime (*Citrus latifolia Tan*) juice during storage. Food Chemistry, 71: 167-17