بررسی خواص فیزیکی کدو مسمایی (*Cucurbita pepo* L.) در فرآیند سرخ کردن عمیق

نینا دلیری[۱]، فریبا زینالی[۲*]، محسن اسمعیلی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، کارشناس نظارت بر مواد غذایی سازمان غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
۲- دانشیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه ارومیه
۳- استاد، عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۰٤ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۵/۰۳)

چکیده

فرآیند سرخ کردن عمیق یکی از متداول‌ترین روش‌های پخت مواد غذایی است. قیمت ارزان فرآورده‌های سرخ شده و خواص حسی بی‌نظیر آنها عامل گسترش فزاینده این محصولات و تولید غذاهای آماده است. در این پژوهش کدو مسمایی (*Cucurbita pepo* L.) به عنوان یک محصول جالیزی با خاصیت جذب کمتر روغن، با دو نوع روغن (آفتابگردان معمولی و مخصوص سرخ کردنی) در دو دمای ۱۳۰ °C به مدت ۷ دقیقه و ۱۷۰ °C به مدت ٤ دقیقه سرخ گردید. تأثیر نوع روغن، روش آماده‌سازی (آنزیم بری و مایکروویو)، دما و زمان بر بافت و رنگ محصول نهایی مطالعه شد. ضریب سطحی انتقال حرارت در طول فرآیند سرخ شدن با فرض سیستم لامپد محاسبه گردید. ارزیابی رنگ محصولات سرخ شده نشان داد که رنگ محصول نهایی متأثر از دما و نوع روغن بود. نتایج آزمون بافت نشان داد که سفتی نمونه‌های مایکروویو افزایش یافت و این افزایش، در دمای پائین مشخص‌تر بود. طبق نتایج، دما و روش آماده سازی اثر معنی‌داری بر سفتی نمونه‌های سرخ شده داشت. با افزایش دمای فرآیند، ضریب سطحی انتقال حرارت افزایش یافت و افزایش این ضریب در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد برای نمونه‌های آنزیم بری شده بالاتر بود.

کلید واژگان: کدو مسمایی، سرخ کردن عمیق، رنگ، بافت، ضریب انتقال حرارت

*مسئول مکاتبات: f_zeynali@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

سرخ کردن روشی است که باعث بهبود طعم، بافت، رنگ و ظاهر غذا می‌شود به همین دلیل اغلب افراد تمایل زیادی برای استفاده از چنین غذاهایی دارند، در این میان کدو مسمایی سرخ شده (*Cucurbita pepo L.*) از جمله غذاهایی است که در ایران بیشتر مصرف خانگی دارد و در بعد صنعتی تولید نمی‌شود. محتوای روغن زیاد این فرآورده‌ها دلیل عمده منع مصرف آنها از نقطه نظر سلامتی است [۱]. لذا لازم است عواملی که میزان جذب روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد بررسی شود، از جمله این عوامل می‌توان به نوع روغن، نوع فرآورده، خواص ترموفیزیکی فرآورده، اندازه فرآورده، دما و زمان فرآیند اشاره کرد. در اثر سرخ کردن ظاهر، خواص فیزیکی و کیفی ماده غذایی تغییر می‌کند که این تغییرات به دما و زمان فرآیند بستگی دارد[۲]. در فرآیند سرخ کردن عمیق انتقال حرارت و جرم به صورت همزمان رخ می دهد[۱]. فرآیند سرخ کردن به روش عمیق به چهار مرحله شامل حرارت اولیه، جوشش سطح، سرعت نزولی و نقطه پایانی تشکیل حباب تقسیم می‌شود؛ در مرحله اول، ماده غذایی در روغنی که دمای نزدیک نقطه جوش آب دارد غوطه‌ورمی‌شود و بدون تبخیر آب از سطح غذا، انتقال حرارت بین روغن و غذا به طریقه جابجایی طبیعی صورت می‌گیرد. در مرحله دوم آب موجود در سطح غذا تبخیر شده و به دلیل غلیان روغن انتقال حرارت از جابجایی طبیعی به جابجایی اجباری تبدیل می‌شود در این مرحله پوسته تشکیل می‌گردد. در مرحله سوم دمای قسمت داخلی غذا در اثر رطوبت موجود در فرآورده به تدریج تا نقطه جوش افزایش می‌یابد و تغییرات فیزیکوشیمیایی مثل ژلاتینه شدن نشاسته، دناتوره شدن پروتئین‌ها، افزایش ضخامت پوسته وکاهش سرعت انتقال بخار از پوسته رخ می‌دهد. در طول مرحله چهارم سرعت افت رطوبت فرآورده کاهش یافته و در سطح غذا هیچ حبابی مشاهده نمی‌شود. در طول فرآیند، فشار بخار داخل حفره‌های فرآورده کاهش می‌یابد که باعث ورود روغن به سطح فرآورده می‌شود به تدریج خواص ترموفیزیکی فرآورده تغییر کرده، متعاقبا دانسیته و حفره‌های موجود در بافت ماده غذایی کاهش می‌یابد [۳].

بنابراین جهت بهینه سازی و بررسی دقیق فرآیند سرخ کردن اندازه گیری ضریب انتشار رطوبت و نیز ضریب انتقال حرارت ضرورت دارد [۳]. مقدار ضریب انتقال حرارت در فاز جوشش بخار آب دو برابر فازهای دیگر بوده و به سرعت افت رطوبت از سطح فرآورده تغییر می‌کند، با افزایش آن ضریب انتقال حرارت نیز افزایش می‌یابد [۳].

تأثیر اندازه فرآورده و دمای روغن را بر ضریب انتقال حرارت سیب‌زمینی شیرین در طول فرآیند سرخ شدن، به روش عمیق را مورد مطالعه قرار گرفته است که نتایج حاصل نشان داد که دمای بالاتر و نمونه های با اندازه کوچکتر، ضریب انتقال حرارت بیشتری داشتند [۵].

رنگ فرآورده‌های سرخ شده ویژگی مهمی است که پذیرش محصول از جانب مصرف کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد [٦]. تغییرات رنگ در اثر واکنش میلارد ایجاد می‌شود و به میزان قند احیاء، اسیدهای آمینه و نیز دما و زمان فرآیند بستگی دارد. در فرآیند سرخ کردن تحت فشار اتمسفر و نیز تحت شرایط خلاء با افزایش دما، واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی افزایش می یابد [۷] و [۸]. بلا و همکاران (۱۹٦۵)[۹]، روش خشک کردن مایکروویو را به عنوان پیش تیمار حرارتی برای چیپس‌های سیب‌زمینی سرخ شده بکار بردند و نشان دادند که فرآورده نهایی در این حالت روغن کمتری جذب می‌کند، علاوه بر آن محصول نهایی رنگ بهتری نیز دارد. ترونکوسو و پدرسچی (۲۰۰۷a) [۱۰]، گزارش کردند که بافت سیب زمینی به وزن مخصوص، ماده خشک، میزان پکتین، میزان و اندازه سلول‌های نشاسته بستگی دارد، بافت نهایی سیب‌زمینی های سرخ شده در نتیجه نرم‌شدگی لایه بین سلولی، ژلاتینه شدن نشاسته و از دست دادن آب در طول فرآیند سرخ کردن تغییر می‌کند. عامل اصلی تغییرات بافت در طول فرآیند ژلاتینه شدن نشاسته می‌باشد. مورالز سوزا و همکاران (۲۰۰٦) [۱۱]، دو نوع روغن آفتابگردان و شورتینینگ را در فرآیند سرخ کردن گوشت خوک بکار بردند و نشان دادند فرآورده هایی که در شورتینیگ سرخ شده بودند، رنگ و بافت بهتری دارند.

در این پژوهش دو نوع روغن آفتابگردان معمولی با نام تجاری نینا و روغن مخصوص سرخ کردن با نام تجاری بهار در دو دمای مختلف ۱۳۰ و ۱۷۰ درجه سانتیگراد به ترتیب به مدت ۷ و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

٤ دقیقه مورد به منظور بررسی تأثیر دما، نوع روغن و روش آماده سازی (آنزیم بری و مایکروویو) بر رنگ، بافت و ضریب سطحی انتقال حرارت سرخ کرده کدو مسمایی، مورد استفاده قرار گرفتند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

نمونه‌های کدو مسمایی به صورت تازه از بازار محلی خریداری شد و تا زمان آزمایش در یخچال در دمای $4\ ^{o}C$ نگهداری گردید.

۲-۲- روش آماده سازی نمونه‌ها

نمونه‌ها در دمای محیط با آب شستشو داده شده و پس از پوست‌گیری دستی با استفاده از دستگاه اسلایسر (Meyer Prestige Ltd, UK) برش‌هایی به ضخامت ۷ میلی‌متر ایجاد گردید [۵].

۲-۳- فرآیند سرخ کردن

از دستگاه سرخ کن خانگی به مارک (BLACK and DECKER) با گنجایش ۱/۵ لیتر روغن جهت فرآوری استفاده شد. از دو دمای $130^{\circ}C$ و $170^{\circ}C$ به ترتیب به مدت ۷ و ٤ دقیقه استفاده شد. آماده‌سازی آنزیم بری در آب با دمای $97^{\circ}C$ به مدت ۵ دقیقه جهت غیر فعال کردن آنزیم پکتین متیل استراز انجام شد [۱۲]. جهت خارج شدن آب، نمونه‌های آنزیم بری شده به مدت پنج دقیقه درآبکش قرارگرفتند. آماده سازی مایکروویو در اجاق مایکروویو (MC -۲۰۰۲ JR, LG) با توان ۹۰۰ وات به مدت دو دقیقه انجام پذیرفت [۱۳].

۲-٤- آزمون رنگ

آزمون رنگ در نمونه‌های فرآوری شده با استفاده از دستگاه رنگ سنج رنگ (Minulta,CR-410,Japan) انجام گرفت.آزمون رنگ برحسب شاخص‌های L، a و b محاسبه شد [۱۱] و [١٤] همچنین شاخص رنگ شامل اختلاف کل رنگ (ΔE)، کروما C (شدت رنگ) طبق فرمول های زیر اندازه‌گیری شد. این آزمون در دو تکرار انجام پذیرفت.

$$\Delta E=\sqrt{(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2}$$

$$C=\sqrt{a^2+b^2}$$

L: روشنایی از صفر برای سیاه تا ۱۰۰ برای سفید تغییر می‌کند،
a از ٦۰- برای رنگ سبز و ٦۰ + برای رنگ قرمز متغیر است؛
b : از ٦۰- برای رنگ آبی و ٦۰+ برای رنگ زرد متغیر است،
کروما (C) : شدت رنگ را بیان می‌کند.
ΔE: اختلاف کل رنگ بوده و در واقع اندازه‌گیری فاصله موجود بین دو رنگ در فضای رنگی است.

۲-٤- آزمون بافت

آزمون بافت توسط دستگاه بافت سنج (TA-XTPlus, Microsystems,UK) انجام گرفت. از آزمون تراکم دو مرحله ای به منظور ارزیابی بافت نمونه‌های سرخ شده کدو استفاده شد. این آزمون در دو تکرار انجام پذیرفت [۱۰].

۲-۵- اندازه‌گیری ضریب سطحی انتقال حرارت

ضریب سطحی انتقال حرارت با استفاده از دماهای اندازه‌گیری شده با ترموکوپل (TP4721 Pt 100) جهت اندازه‌گیری دمای روغن، ترموکوپل (TP 471 D SICRAM) برای اندازه‌گیری دمای مرکز برش‌های کدو که به دستگاه دیتالاگر (Data Logger, Italy Delta Ohm, DO 9847) متصل بود، طبق فرمول‌ها معادله (۱) محاسبه شد. بدین منظور فرآیند سرخ کردن به صورت سیستم لامپد (Lumped) فرض گردید [۵] و [۱۵]. در سیستم لامپد معادله (۱) برقرار است.

$$\frac{T_t-T_0}{T_i-T_0}=\exp-\frac{h0A}{\rho_p 0V.C_p}[\ ] \qquad (۱)$$

معادله بالا برای شرایط سرخ کردن نمونه ها به شکل زیر توسعه داده شد. با در دست داشتن دمای مرکز برش نمونه در طول زمان سرخ کردن می‌توان منحنی $\frac{T_t-T_0}{T_i-T_0}$ در برابر زمان (t) را رسم نموده و شیب منحنی را که برابر با $\frac{h0A}{\rho_p 0V.C_p}$ می باشد به دست آورد.

$$h=\text{Slope}\ .\ \frac{\pi 0D0H}{4H+2\pi D}\rho.(\ 0C_P\ ) \qquad (۲)$$

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

ρ: دانسیته کدو بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب

Cp: گرمای ویژه کدو در فشار ثابت بر حسب ژول بر کیلوگرم درجه سانتیگراد

H: میانگین ضخامت بر حسب متر

D: میانگین قطر اسلایس‌ها بر حسب متر

T_i: دمای اولیه برش‌های کدو بر حسب درجه سانتیگراد

T_t: دمای مرکز بر حسب درجه سانتیگراد

T_0: دمای روغن (دمای آزمایش) بر حسب درجه سانتیگراد که حین سرخ کردن به صورت آنلاین در کامپیوتر ثبت شد.

h: ضریب سطحی انتقال حرارت بر حسب $\frac{W}{m^2 {}^\circ C}$

اندازه‌گیری ضریب سطحی انتقال حرارت در دو تکرار انجام پذیرفت.

۳- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس به روش فاکتوریل و با استفاده از نسخه شماره ۹ نرم افزار STATISTICA در سطح اطمینان ۹۵٪ تعیین گردید.

٤- نتایج و بحث

٤-۱- آزمون بافت

در این مطالعه با توجه به شکل۱ با افزایش دمای فرآیند، سفتی به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). ، در اثر چروکیدگی حاصل از فرآیند سرخ کردن میزان تخلخل فرآورده تغییر می‌کند تان و میتال(۲۰۰٦) [۱٦] ، و کروکیدا وهمکاران (b۲۰۰۱) [٦] ، گزارش کردند که با افزایش دما تا ۱٤۰C° نیروی بیشینه لازم جهت شکستن چیپس‌ها افزایش می یابد؛ در حالیکه پدرسچی و مویانو (a۲۰۰۵) [۱۷]نتایج معکوس مطالعات ذکر شده را گزارش کردند؛ همچنین نتایج تحقیق پدرسچی و مویانو (b۲۰۰۵) [۱۸]نشان داد که افزایش دما تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان سفتی ندارد. سقننی و پدرسچی (۲۰۰٤) [۱۹]، دریافتند که در صورتی که فرآورده‌های نهایی رطوبت یکسانی داشته باشند، دما بر بافت نهایی فرآورده تأثیر چندانی ندارد. بافت سیب‌زمینی‌های سرخ شده در نتیجه نرم شدگی لایه بین سلولی، ژلاتینیزاسیون نشاسته و از دست دادن آب در طول فرآیند سرخ کردن تغییر می‌کند. ترونکوسو و مویانو(۲۰۰۷) [۲۰]، عنوان کردند که ژلاتینیزاسیون نشاسته عامل اصلی تغییرات بافت در طول فرآیند می باشد.

با توجه به شکل ۲ میزان سفتی نمونه‌های آنزیم بری شده نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر بود، به نظر می‌رسد روش آماده سازی آنزیم بری که در دمای۹۷° C به مدت ۵ دقیقه جهت غیر فعال کردن آنزیم پکتین متیل استراز انجام گرفته بود باعث پخت اولیه نمونه‌ها و افزایش میزان نرمی در نتیجه کاهش سفتی نمونه‌ها شده است. نمونه‌هایی که تحت تیمار مایکروویو قرار گرفته بودند بیشترین میزان سفتی را نشان دادند($p<۰/۰۵$). نمونه‌های مایکروویو شده در اثر این تیمار تا حدی رطوبت خود را از دست داده در نتیجه می‌توان گفت که این نمونه‌ها در حین سرخ کردن متحمل چروکیدگی کمتری شده لذا پوسته سفت سریعتر تشکیل شده است؛ در نتیجه بعد از سرخ کردن سفتی بیشتری نشان دادند.

بایک و تایو (۲۰۰۷) [۲۱] ، نشان دادند که روش‌های آماده‌سازی، بر میزان سفتی فرآورده در ابتدای سرخ کردن به مقدار قابل توجهی مؤثر است. روی و همکاران (۲۰۰۱) [۲۲]، دریافتند که انجام فرآیند آنزیم بری و انجماد فرآورده خام، میزان نرمی را افزایش می‌دهد، سفتی نمونه‌های خام سیب‌زمینی به دلیل نامحلول شدن، دپلیمریزاسیون و تخریب پکتین دیواره سلولی کاهش می‌یابد.

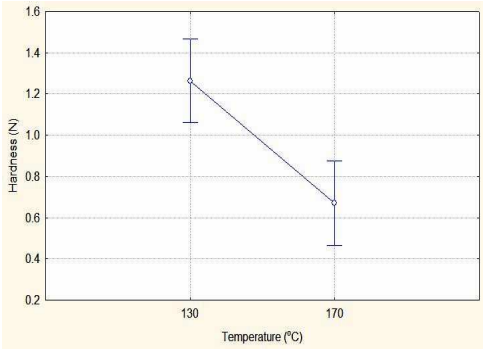

Fig1 influence of temperature on hardness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

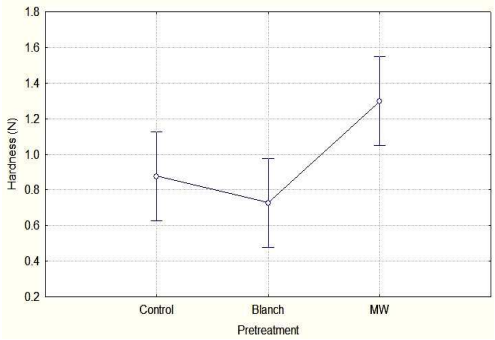

Fig 2 influence of pretreatment on hardness

٤-۲- ارزیابی رنگ

با وجود اینکه تا حد ممکن از نمونه‌های یکنواخت و همرنگ کدو مسمایی جهت فرآیند سرخ شدن استفاده شده بود ولی نتایج آزمون رنگ نشان داد که نمونه‌های خام شاخص‌های رنگ یکنواختی نداشتند.

شکل ۳ و ٤ اثر متقابل تیمارهای حرارتی و دمای فرآیند را بر میزان شاخص‌هایL و b نشان می‌دهد، همانطور که در شکل ها مشاهده می‌شود با افزایش دما در نمونه‌های پیش تیمار شده و شاهد بعد از فرآیند سرخ کردن شاخص‌های رنگ L و b کاهش یافته است.

پدرسچی و ترونکوسو (۲۰۰۹) [١٤] ، کاهش شاخص‌های رنگ *L وb* و افزایش ΔE در طول فرآیند سرخ کردن برش های سیب زمینی در دمای ١٤٠°C گزارش کردند.

در فرآیند سرخ کردن تحت فشار اتمسفر و نیز تحت شرایط خلاء با افزایش دما واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی نیز افزایش می‌یابد، کروکیدا و همکاران (a۲۰۰۱) [٦] ، پدرسچی و همکاران (۲۰۰۵)[۲۳] . نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعات فوق الذکر مطابقت دارد.

برش‌های سیب‌زمینی سرخ شده در شرایط فرآیند دما و زمان بالا به دلیل توزیع نامتقارن قندهای احیاء در بافت سیب زمینی، رنگ یکنواختی نداشتند تامپسون و همکاران (۲۰۰۸) [٢٤]. بینگول و همکاران(۲۰۱۲) [۲] ، در یک دقیقه ابتدایی فرآیند، افزایش شاخص‌های رنگ *L a* و *b را در نمونه‌های سیب‌زمینی آماده‌سازی شده به روش آنزیم بری و نیز نمونه‌های شاهد کاهش این شاخص‌ها در طول فرآیند را نشان دادند کروکیدا و همکاران (a ۲۰۰۱) [۷] و مارکواز و انون (۱۹۸٦)[۲۵] .

کاهش *a در ابتدای فرآیند به دلیل خارج شدن هوای داخل سلولی از فرآورده می‌باشد، لا و همکاران (۲۰۰۰) [۳۲] و برور و همکاران (۱۹۹٤)[۲٦]. استومه و همکاران (۲۰۰۹) [۲۷] ، گزارش کردند، با پیشرفت فرآیند سرخ کردن کلروفیل به فئوفیتین تبدیل شده و *a افزایش می یابد.*b در یک دقیقه اول فرآیند به دلیل افزایش تجمع کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد و در طول فرآیند به دلیل اینکه کاروتنوئیدها به داخل روغن تراوش می‌کنند*b کاهش می‌یابد. ضیاییفرو همکاران (۲۰۱۰)[۲۸]، عنوان کردند که با پیشرفت فرآیند سرخ کردن ضخامت پوسته تشکیل شده در سطح فرآورده افزایش می‌یابد که با افزایش ضخامت پوسته غلظت ماده خشک سیب زمینی‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند که منجر به افزایش*a و *b در طول فرآیند می‌شود.

ترونکوسو و پدرسچی (۲۰۰۹) [١٤]، نشان دادند که پیش تیمار (آنزیم بری، خشک کردن اولیه و نیز غوطه‌وری در محلول متا بی سولفیت سدیم) در نمونه‌های سیب‌زمینی قبل از فرآیند سرخ کردن، بر شاخص‌های رنگ *L a* و ΔE مؤثر است.

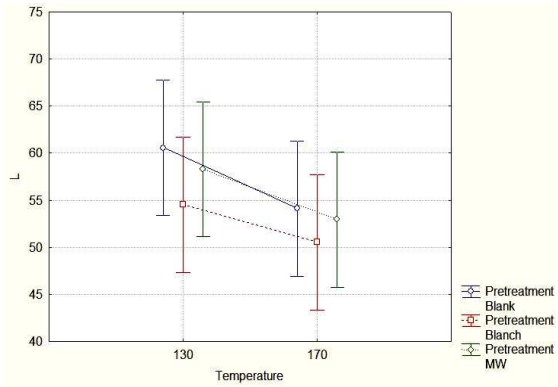

Fig 3 influence of pretreatment and temperature on L value

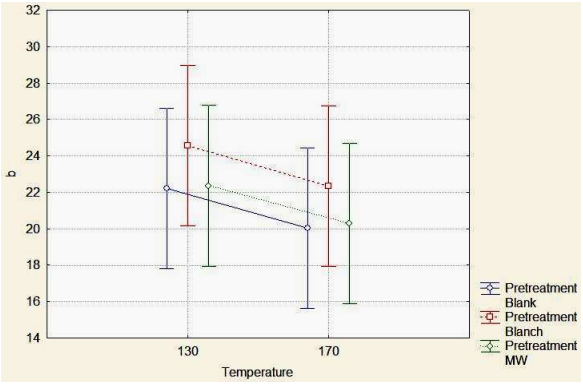

Fig4 influence of pretreatment and temperature on b value

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

شکل‌های ۵ و ٦ تأثیر نوع روغن بر شاخص‌های رنگ L و b نشان می‌دهند. با استفاده از روغن سرخ کردنی (بهار) شاخص های رنگ L و b افزایش یافته است (p<۰/۰۵). نتایج نشان می‌دهد که ترکیب شیمیایی روغن مخصوص سرخ کردنی در این امر می‌تواند مؤثر باشد، چرا که براساس مشاهدات عملی و نیز با توجه به نتایج حاصل از میزان ضریب انتقال حرارت سطحی که در ادامه توضیح داده خواهد شد، روغن سرخ کردنی (بهار) باعث سرخ شدن سریع‌تر نسبت به روغن آفتابگردان (نینا) می‌شد که متعاقبا زمان کمتری نیز برای رسیدن حد مطلوب سرخ کردن نیاز داشت ولی در این مطالعه دما و زمان فرآیند ثابت بوده لذا تغییرا رنگ و بافت حاصل از فرآورده‌های سرخ شده در روغن مخصوص سرخ کردنی نیز بیشتر بود. مورالز سوزا و همکاران (۲۰۰٦) [۱۱] ، دو نوع روغن آفتابگردان و شورتینینگ را در فرآیند سرخ کردن گوشت خوک بکار بردند و نشان دادند که روغن آفتابگردان در مقایسه با شورتنینگ، با دمای فرآیند نسبت مستقیم داشته و با افزایش دمای فرآیند تغییرات رنگ فرآورده نهایی نیز وسیع‌تر می‌شود.

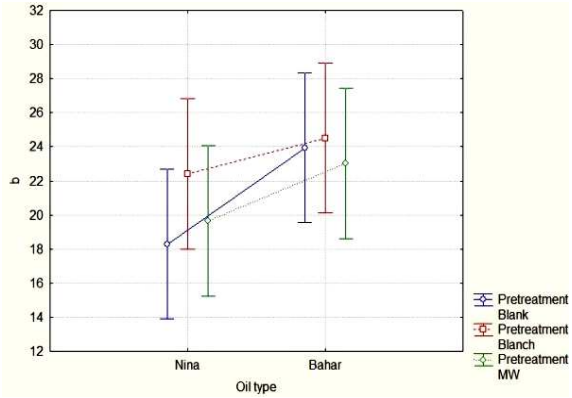

Fig 5 influence of pretreatment and oil type on b value

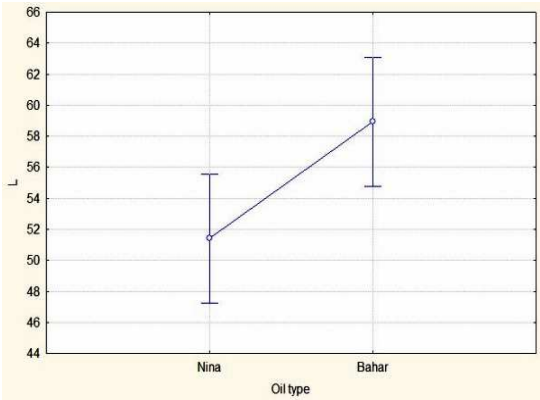

Fig 6 influence of oil type on L value

شکل ۷ و شکل ۸ به ترتیب اثر نوع روغن و دما را بر میزان EΔ نشان می‌دهد. مقادیر زیاد فاکتور EΔ حاکی از کاهش کیفیت رنگ می‌باشد و در حقیقت افزایش تفاوت رنگ محصول با ماده اولیه را نشان می‌دهد. با توجه به شکل بکار بردن روغن سرخ کردنی (بهار) و افزایش دمای فرآیند میزان EΔ را افزایش داد. در این مطالعه دما تا حدی بر میزان رنگ مؤثر بود(p =۰/۰۵)، اما نوع روغن مصرفی به صورت معنی‌داری بر میزان رنگ تأثیر داشت (p<۰/۰۵).

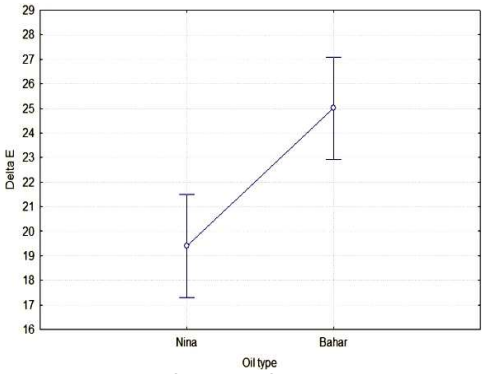

Fig 7 influence of oil type ΔE

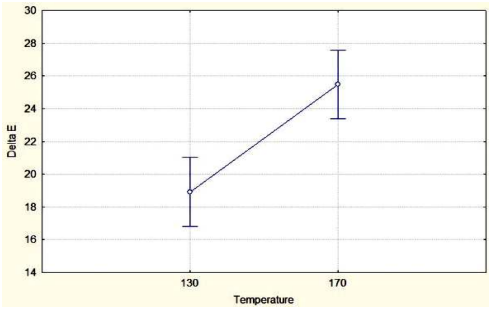

Fig 8 influence of temperature on ΔE

٤-۳- شاخص رنگ کروما

شکل ۹ تأثیر نوع روغن را بر شاخص کروما نشان می‌دهد. نمونه‌های سرخ شده در روغن سرخ کردنی (بهار) کرومای بیشتری نسبت به روغن آفتابگردان (نینا) نشان دادند که این تأثیر نیز معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). شکل ۱۰ اثر متقابل تیمارهای حرارتی و نوع روغن را بر شاخص کروما نشان می‌دهد. در نمونه‌های شاهد و تیمار یافته که در روغن سرخ کردنی (بهار) تحت فرآیند قرار گرفته بودند شاخص کروما بیشتر بود (p<۰/۰۵). شکل ۱۱ نیز اثر متقابل تیمارهای حرارتی و دما را بر میزان شاخص کروما نشان می‌دهد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان به این جمع بندی رسید که در این مطالعه با توجه به ثابت بودن دما و زمان فرآیند، بکار بردن روغن سرخ کردنی باعث افزایش شدت رنگ و افزایش دما باعث کاهش اشباعیت رنگ می‌شود.

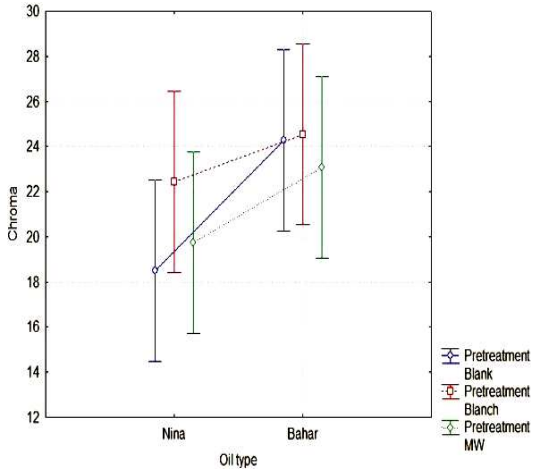

Fig9 influence of pretreatment and oil type on Chroma

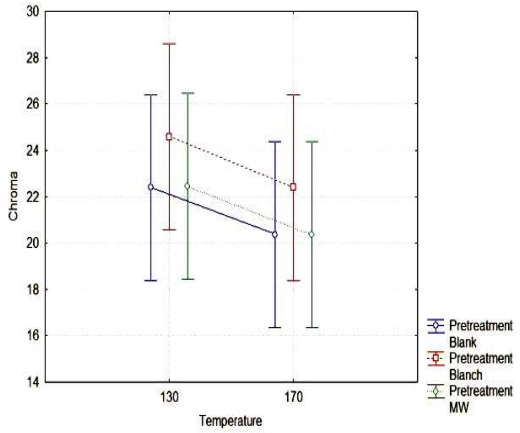

Fig10 influence of pretreatment and temperature on chroma

٤-٥- ضریب انتقال حرارت

با توجه به جدول ۱ در این مطالعه با افزایش دمای فرآیند ضریب سطحی انتقال حرارت نیز افزایش یافت. ساهین و همکاران (۱۹۹۹) [۲۹]، ضریب انتقال حرارت را در فرآیند سرخ کردن سیب‌زمینی‌های استوانه‌ای شکل با استفاده از سیستم لامپد محاسبه کردند، از روغن آفتابگردان با دمای ۱۵۰ تا ۱۹۰°C استفاده کردند و ضریب انتقال حرارت را بین ۸۰ – ۱۸۰ $\frac{W}{m^2 \cdot °C}$ بدست آوردند. فارکاس و هوبارد (۱۹۹۸) و (۲۰۰۰) [۳۰ و۳۱] ، ضریب انتقال حرارت را در سیب‌زمینی‌های استوانه‌ای شکل اندازه‌گیری کردند، روغن کانولا با دمای ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه بکار بردند و نشان دادند که با افزایش دمای روغن ضریب انتقال حرارت نیز افزایش می‌یابد. در این مطالعه روند تغییرات ضریب سطحی انتقال حرارت با نتایج محققان فوق الذکر مطابقت داشت. با توجه به شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نمونه‌هایی که به روش آنزیم بری آماده‌سازی شده بودند و در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد سرخ شده بودند بیشترین ضریب انتقال حرارت را در هر دو نوع روغن (روغن بهار ۱۲۸/٤۰ $\frac{W}{m^2 \cdot °C}$ و در روغن نینا ۲۰۸/۰۸ $\frac{W}{m^2 \cdot °C}$) نشان دادند. به نظر می‌رسد روش آماده‌سازی آنزیم بری که در دمای ۹۷ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه جهت غیر فعال کردن آنزیم پکتین متیل استراز بکار رفته باعث کاهش لایه مرزی و در نتیجه افزایش ضریب انتقال حرارت در این مطالعه شده است. نمونه‌های مایکروویو شده در دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد کمترین ضریب انتقال حرارت را داشتند، احتمالا پوسته سفتی که در اثر روش آماده‌سازی مایکروویو ایجاد شده بود می‌تواند دلیل این امر باشد.

Table1 Heat transfer coefficient (h) of fried samples W/m $^{2\,0}$C

pretreatment							
Microwave		Blanching		Blank			
170	130	170	130	170	130	(°C)**temperature**	
122.64	66.12	128.40	69.60	124.80	75.60	special frying oil (Bahar)	Heat transfer coefficient
117.00	49.80	208.08	97.20	121.20	82.80	Sun flower oil (Nina)	

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

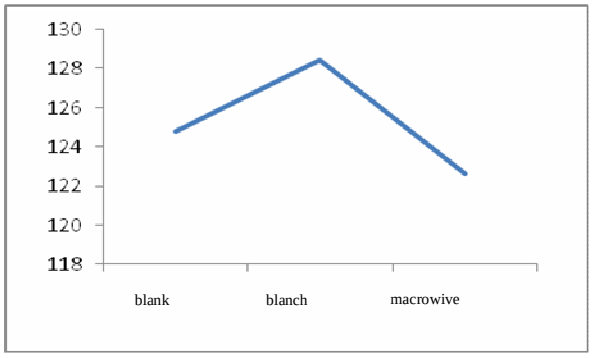

Fig 11 Heat transfer coefficient (h) of sun flower oil $\frac{W}{m^2 ℃}$

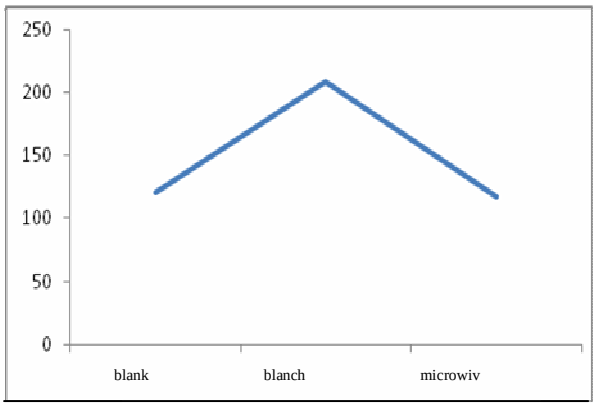

Fig 12 Heat transfer coefficient (h) of special frying oil $\frac{W}{m^2 ℃}$

۵- نتیجه‌گیری

در این مطالعه تأثیر روش آماده‌سازی (آنزیم بری و مایکروویو)، دما و نوع روغن بر ویژگی‌های فیزیکی، رنگ و بافت فرآورده‌های سرخ شده کدو مسمایی بررسی شد. کدوهای تیمار یافته، زمان و دمای کمتری جهت سرخ شدن و رسیدن به رنگ مطلوب نیاز داشتند. نمونه‌های مایکروویو شده نسبت به نمونه‌های دیگر ویژگی‌های بافتی و رنگ بهتری داشتند. روش آماده‌سازی و دما بر میزان سفتی فرآورده‌های سرخ شده به صورت معنی‌داری مؤثر بود. به نظر می‌رسد پوسته سفتی که در اثر خشک کردن اولیه به وسیله روش آماده‌سازی میکروویو ایجاد می‌شود باعث بافت سفت‌تر، رنگ مطلوب‌تر و ضریب انتقال حرارت کمتر در نمونه‌های مورد آزمایش شده است. ضریب انتقال حرارت نیز با افزایش دمای فرآیند افزایش یافت. نمونه‌های آنزیم بری شده که در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد سرخ شده بودند در هر دو نوع روغن ضریب انتقال حرارت بیشتری داشتند.

٦- منابع

[1] Blumenthal MM (2001) A new look at frying science. Cereal Foods World 46(8):352–354
[2] Bingol, G., Zhang, A., Pan, Z and McHughTara, H. 2012. Producing lower-calorie deep fat fried French fries using infrared dry-blanchingas pretreatment. J. Food Chemistry. 132: 686–692.
[3] Dincer I (1996) Modelling for heat and mass transfer parameters in deep-frying of products. Heat Mass Transf 32:109–113
[4] Brewer, M. S., Klein, B. P., Rastogi, B. K and Perry, A. K. 1994. Microwave blanching effects on chemical, sensory and color characteristics of frozen green beans. J. Food Quality. 17: 245–259.
[5] Farinu, A and Baik, O-D. 2007. Heat transfer coefficients during deep fat frying of sweet potato: Effect of product size and oil temperature. J Food research international. 40: 989-994
[6] Krokida, M. K., Oreopolou, V., Maroulis, Z. B and Marinos-Kouris, D. 2001b. Color changes during deep fat frying. J. Food Engineering. 48(3): 219–225.
[7] Krokida, M. K., Oreopolou, V., Maroulis, Z. B and Marinos-Kouris, D. 2001a. Effect of pre-drying on quality of French fries. J. Food Engineering. 49: 347–354.
[8] Singh RP (1995) Heat and mass transfer in food during fat frying. J Food Technol 49:134–137
[9] Blau, R. (1965). Results of 2450 megacycle microwave treatments in potato chip finishing: Processing, Production and Technology division Meetings. Potato Chip Institute International , 27–31
[10] Troncoso, E and Pedreschi, F. 2007a. Modeling of textural changes during drying of potato slices. J. Food Engineering. 82: 577–584.
[11] Sosa-Morales, M.E., Orzuna-Espiritu, R., Velez-Ruiz, J.F., 2006. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. Journal of Food Engineering 77, 731–738.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[12] Silva, K.S., Caetano, L.C and Garcia, C.C. 2011. Osmotic dehydration process for low temperature blanched pumpkin. J. Food Engineering. 105: 56-64.

[13] Ngadi, M., Li, Y., Oloka, S. 2007. Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. LWT – Food Science and Technology, 40, 1784–1791.

[14] Troncoso, E and Pedreschi, F. 2009. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. LWT. 42:1164–1173.

[15] Incropera, F. P and DeWitt, D. P. 1996. Fundamentals of heat and mass transfer. NewYork. John Wiley and Sons.

[16] Tan, K. J and Mittal, G. S. 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. International J. Food Properties. 9: 85–98.

[17] Pedreschi, F and Moyano, P. 2005a. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 38: 599–604.

[18] Pedreschi, F and Moyano, P. 2005b. Oil uptake and texture development in fried potato slices. J. Food Engineering. 70: 557–563.

[19] Pedreschi, F., Segnini, S and Dejmek, P. 2004. Evaluation of the texture of fried potatoes. J. Texture Studies. 35: 277–291.

[20] Troncoso, E., Moyano, P. C .,and Pedreschi, F. 2007. Modeling texture kinetics during thermal processing of potato products. Journal of Food Science, 72, 102–107.

[21] Taiwo, K. A and Bike, O. D. 2007. Effects of pre-treatments on the shrinkage and textural properties of fried sweet potatoes. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 40: 661–668.

[22] Roy, S. S., Taylor, T. A and Kramer, H. L. 2001. Textural and ultra structural changes in carrot tissue as affected by blanching and freezing. J. Food Science. 66(1): 176–180.

[23] Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K and Granby, K. 2005. Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. Food Research International. 38: 1–9.

[24] Thompson, A. L., Love, S. L., Sowokinos, J. R., Thornton, M. K and Shock, C. C. 2008. Review of the sugar end disorder in potato. American J. Potato Research. 85: 375–386.

[25] Márquez, G., and Añón, M. C. 1986. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. Journal of Food Science, 51, 157–160.

[26] Costa RM, Oliveira FAR, Delaney O, Gekas V (1999) Analysis of the heat transfer coefficient during potato frying. J Food Eng 39:293–299

[27] Sotome, I., Takenaka, M., Koseki, S., Ogasawara, Y., Nadachi, Y., Okadome, H., et al. 2009. Blanching of potato with superheated steam and hot water spray. LWT. 42: 1035–1040.

[28] Ziaiifar, A. M., Courtois, F and Trystram, G. 2010. Porosity development and its effect on oil uptake during frying process. J. Food Process Engineering. 33(2): 191–21

[29] Sahin, S., Sastry, S. K and Bayindirli, L. 1999a. Heat transfer during frying of potato slices. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie. 32(1): 19–24.

[30] Farkas, B. E and Hubbard, L. J. 2000. Analysis of convective heat to transfer during immersion frying, drying. Technology. 18(6): 1269–1285

[31] Hubbard, L. J., and Farkas, B. E. 1998. Oil temperature effect on the convective heat transfer coefficient during immersion frying. In Annual meeting. Atlanta, G.A.

[32] Lau, M. H., Tang, J and Swanson, B. G. 2000. Kinetics of textural and color changes in green asparagus during thermal treatments. J. Food Engineering. 45:231–236.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Physical properties of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) during deep fat frying

Deliri, N. [1], Zeynali, F. [2*], Esmaeeli, M. [3]

1. Former MSc Student, Food Expert, Food and Drug administration of Urmia Medical University.
2. Associate Prof., Department of Food Science and Technology, Urmia University
3. Professor, Food Science and Technology Department, Urmia University

(Received: 2016/12/24 Accepted:2017/07/25)

Deep fat frying is an ubiquitous and highly versatile process. The low cost of fried foods and their unique sensory characteristics, are the reasons of ever growing of these foods and fast food industry. In this research the Zucchinis were fried as a vegetable with properties of having low oil uptake in two oil types (sun flower oil and special frying oil) at two temperatures of 130°C and 170°C for seven and four minutes respectively. The influence of oil type, pre-frying treatment (blanching and microwaving), temperature and time on texture and color of final products were studied. The surface heat transfer coefficient was measured by assuming the lumped system during frying process. The color evaluations showed that the color of final product was affected by the oil type ($p<0.05$) and the temperature ($p=0.05$). The results of texture analyzing indicated that the hardness of micro-waved samples was increased and that was significant at low temperature. According to the results temperatures and pre-treating methods had important effects on hardness of fried samples ($p<0.05$). By increasing the temperature the surface heat transfer coefficient was increased and this was high for blanched samples at 170ºC.

Key words: Zucchini, Deep-fat frying, Color, Texture, of heat transfer coefficient.

* Corresponding Author E-Mail Address: f_zeynali@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]