

# بررسی اثر سدیم کازئینات و ژلاتین بر ویژگی‌های حسی، پردازش تصویر و بافت نمونه‌های موس شکلاتی

سعید میرعرب رضی<sup>۱</sup>، محبت محبی<sup>۲\*</sup>، محمد حسین حداد خداپرست<sup>۳</sup>،

آرش کوچکی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، تکنولوژی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۶)

## چکیده

در این پژوهش تاثیر مقادیر مختلف ژلاتین (۱، ۲ و ۳ گرم) و سدیم کازئینات (۱، ۲ و ۳ گرم) بر ویژگی‌های حسی، پردازش تصویر و بافت نمونه‌های موس شکلاتی بررسی شد و ارتباط پارامترهای حسی - دستگاهی به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی تعیین گردید. نتایج نشان داد که ژلاتین تاثیر زیادی بر ویژگی‌های حسی داشت. ارزیابی بافت به روش دستگاهی نیز نشان داد که سفتی، صمغی بودن، چسندگی و آدامسی بودن به مقدار زیادی تحت تاثیر ژلاتین بود و با افزایش ژلاتین این پارامترها نیز افزایش یافت، اما قابلیت ارتجاعی و ایستگی بیشتری به مقدار سدیم کازئینات داشت. همچنین انتروپی، بعد برخالی، اندازه حباب و تخلخل با افزایش مقدار ژلاتین، کاهش یافت. میزان کروی بودن حباب نیز اختلاف معنی داری نداشت. نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که برخی از ویژگی‌های بافتی (سفتی، صمغی و آدامسی بودن) رابطه نزدیکی با هم داشتند.

**کلید واژگان:** پردازش تصویر، سدیم کازئینات، موس شکلاتی

## ۱- مقدمه

کیفیت را می‌توان مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و صفات در نظر گرفت که تلفیق آن‌ها از دیدگاه مصرف‌کننده منجر به پذیرش محصول می‌گردد. اساس ارزیابی کیفی عمدتاً ذهنی بوده و صفاتی نظیر رنگ، ظاهر، آروما، بافت و طعم توسط داوران مجرب مورد بررسی قرار می‌گیرند. ادراک کلی بشری به آسانی دچار اشتباه می‌شود این موضوع به همراه هزینه‌های دآوری انسانی، عدم ثبات و تغییر این گونه از ارزیابی‌ها نیاز به سیستم‌های ارزیابی عینی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. اخیراً سیستم‌های ارزیابی خودکار عمدتاً بر مبنای تکنولوژی رایانه‌ها برای ارزیابی‌های حسی محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند که اساس آن‌ها را پردازش تصویر تشکیل می‌دهد. از پردازش تصویر در موارد زیادی برای ارزیابی خصوصیات بافتی و ظاهری محصولات غذایی استفاده شده است. بر حسب اطلاعات مختلف ذخیره شده در پیکسل‌ها، ویژگی‌های تصویر بر اساس رنگ، اندازه، شکل و بافت طبقه بندی می‌شود [۱]. اندازه اولین پارامتر تعیین کیفیت می‌باشد که به وسیله اندازه گیری مساحت، محیط یا قطر به دست می‌آید. تعیین اندازه در تخمین مساحت سطحی محصول مهم می‌باشد [۲]. رنگ شدت پیکسل‌ها می‌باشد در حالی که اندازه تعداد پیکسل‌ها می‌باشد و شکل توصیف کننده سطوح مرزی در محصولات غذایی می‌باشد. بافت به طور معمول وابسته به تغییرات شدت پیکسل‌ها می‌باشد [۳-۵].

روش PCA<sup>۱</sup> تکنیکی مفید جهت ارزیابی داده‌ها می‌باشد به نحوی که با این روش تعداد متغیر اصلی کاهش یافته و تعداد کمتری متغیر مصنوعی (تحت عنوان مولفه‌های اصلی) بدست می‌آید که بیشترین واریانس متغیرهای مشاهده شده را در بر دارند. مولفه‌های اصلی ترکیب خطی از متغیرهای اصلی هستند که با معیار بیشترین واریانس مشاهده شده و از بزرگ به کوچک مرتب می‌شوند. این مقدار واریانس را که توسط هر مولفه اصلی توصیف می‌شود مقدار ویژه می‌نامند. جمع مقادیر ویژه همه مولفه‌ها معادل مقدار واریانس کل مشاهدات خواهد بود. اولین مولفه اصلی در این روش، بیشترین مقدار واریانس را در متغیرهای مشاهده شده و دومین مولفه بیشترین مقادیر واریانس را که اولین جزء جمع نشده است، در بر می‌گیرند نکته دیگر این که دو مولفه با هم همبستگی ندارند [۶]. این

روش یک تکنیک مفید به منظور مقایسه میانگین داده‌های حسی است و ایراد موجود در روش‌های متداول مقایسه میانگین (تجزیه واریانس) را با کم کردن تعداد متغیرهای اصلی و ایجاد دو تا سه مولفه اصلی که بیشترین واریانس داده‌ها را در بردارند، برطرف می‌سازد. محققان زیادی از این روش در تحلیل نتایج ارزیابی حسی استفاده کرده‌اند. این روش امکان بررسی ارتباط بین ویژگی‌های حسی صفاتی که در PCA تعریف شده را فراهم می‌کند، به طوری که در فضای کنار هم قرار می‌گیرند بیانگر همبستگی نزدیک آنها بهم است و صفاتی که در این فضا در دو جهت عکس هم قرار می‌گیرند همبستگی منفی با هم دارند.

در این پژوهش از مقادیر مختلف ژلاتین و سدیم کازئینات جهت تولید موس شکلاتی استفاده شد. از این رو هدف از انجام این پژوهش تعیین مقدار مناسب پروتئین و ژلاتین در ساختار موس بود، به نحوی که نمونه‌ها از پذیرش مناسبی برخوردار گردند. هدف دیگر تعیین ضریب همبستگی بین پارامترهای حسی-دستگاهی بود.

## ۲- مواد و روش

## مواد

در این تحقیق از سدیم کازئینات (۷۷ درصد پروتئین، شرکت میلاد، تهران، ایران)، ژلاتین (نوع B، بلموم ۱۶۰-۱۸۰، بنگلادش)، شکر (فریمان، مشهد، ایران)، پودر کاکائو (کارگیل، هلند)، خامه زده شده (ماهرنگ سحر شرق، ۲۷٪ چربی، مشهد، ایران) به عنوان مواد اولیه استفاده شد. در جدول ۱ فرمولاسیون‌های مختلف موس شکلاتی نشان داده شده است. جهت تولید موس، ابتدا پودر کاکائو و شکر در آب داغ (در حال جوش) حل شدند و به خامه که به مدت ۳ دقیقه با همزن خانگی (گوسونیک، ۵۴۰۰ دور بر دقیقه) زده شده بود، افزوده شدند. سدیم کازئینات پس از اینکه به وسیله همزن مغناطیسی حل شد به مدت ۲ دقیقه زده و به مخلوط اضافه گردید. ژلاتین نیز پس از اینکه در آب با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد حل شد در پایان به موس افزوده شده، محصول نهایی در بسته‌ی پلاستیکی به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد.

## 1. Principal Component Analysis

جدول ۱ مقادیر اجزای تشکیل دهنده موس شکلات در نمونه های مختلف

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مواد اولیه									
پودر کاکائو	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
خامه زده شده	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
سدیم کازئینات	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۳	۳	۳
ژلاتین	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳
شکر	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲
آب مقطر	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵

## پارامترهای تصویر

### بعد برخالی

پس از تصویر گیری، در این پژوهش جهت محاسبه بعد برخالی از تبدیل فوریه تصویر استفاده شد. با محاسبه شیب خط برازش شده بر رابطه طیف قدرت فوریه در برابر فرکانس ( $\beta$ ) و از رابطه زیر بعد برخالی تعیین گردید [۷].

رابطه (۱):

$$\text{Fractal Dimension } n = \frac{6 + \beta}{2}$$

### بافت تصویر

از میان روش‌های آماری مختلفی که برای آنالیز بافت تصویر وجود دارد، ماتریس همزمانی سطح خاکستری<sup>۱</sup> یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های آنالیز بافت تصویر است که در آن مشخصه‌های بافت توسط برخی روش‌های آماری از ماتریس همزمانی  $p(k,l)$  بدست می‌آیند. قبل از ساختن ماتریس دو پارامتر  $\theta$  (جهت جفت‌های پیکسلی) و  $d$  (فاصله بین جفت‌های پیکسلی) باید انتخاب شوند. جهت  $\theta$  یکی از چهار مقدار ۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ بوده، فاصله بستگی به رزولوشن بافت دارد. در بسیاری از موارد در صنایع غذایی  $d$  معمولاً طبق خواص ماده غذایی مورد مطالعه بدست می‌آید. زمانی که اطلاعات کافی از انتخاب فاصله مناسب وجود ندارد، مقدار ۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماتریس از شمردن جفت‌های پیکسلی  $(x_1, y_1)$  و  $(x_2, y_2)$  با مقادیر خاکستری  $k$  و  $l$  در جهت  $\theta$  و فاصله  $d$  ساخته می‌شود. سپس ماتریس همزمانی، با معادله ذیل نرمال می‌شود:

رابطه (۲):

$$P(k,l) = \frac{P(k,l)}{R}$$

2. Gray level co-occurrence matrix

به طوری که  $R$  تابع نرمال بوده که معمولاً به عنوان مجموع ماتریس تنظیم می‌شود. از معادله فوق چهارده مشخصه به دست می‌آید که یکی از مهم ترین آن‌ها انتروپی می‌باشد. انتروپی نشان دهنده میزان بی نظمی تصویر می‌باشد. این پارامتر پیچیدگی‌های تصاویر را با توجه موقعیت فضایی سطوح خاکستری در تصاویر اندازه گیری می‌کند [۸، ۷، ۴].  
رابطه (۳):

$$ET = - \sum_k \sum_l P(k,l) \log(P(k,l))$$

## پارامترهای شکلی حباب

میزان کروی بودن از اندازه گیری نسبت محیط واقعی یک ذره به محیط یک دایره با همان مساحت می‌باشد. میزان کروی بودن یک اندازه گیری از مقدار بی نظمی یا میزان تفاوت از دایره کامل می‌باشد و مقداری بین ۰-۱ دارد (دایره کامل ۱ و جسم ناهمگون و نامنظم مقداری نزدیک به ۰ را دارا می‌باشد) [۹].

انتخاب آنچه که یک شکل را توصیف می‌کند بر مبنای ارتباط آن با تغییرات مشاهده شده در خصوصیات شکل می‌باشد. معادله ذیل میزان کروی بودن حباب را محاسبه می‌کند:  
رابطه (۴):

$$\text{Shape - factor} = \frac{P_i^2}{4\pi A_i}$$

که  $A_i$  مساحت آمین حباب و  $P_i$  محیط  $p$  حباب می‌باشد [۱۰].

## آزمون توصیفی

جهت انجام آزمون توصیفی آموزش‌های اولیه به منظور شناخت مفاهیم و تعاریف ویژگی‌ها به گروه ارزیابان (۱۱ ارزیاب) داده شد و ویژگی‌های مختلف طبق تعاریفی که برای هر صفت شده بود مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابان

در جدول ۲ نتایج مربوط به آنالیز پارامترهای تصویر در مخلوط موس شکلاتی (قبل از انتقال به یخچال) نشان داده شده است. در ابتدای شکل گیری مخلوط موس، بزرگترین اندازه حباب مربوط به نمونه ۱ (۱ گرم سدیم کازئینات و ۱ گرم ژلاتین) و ۲ (۱ گرم سدیم کازئینات و ۲ گرم ژلاتین) بود، در حالی که کوچکترین اندازه حباب در نمونه ۷ (۳ گرم سدیم کازئینات و ۱ گرم ژلاتین) و ۹ (۳ گرم سدیم کازئینات و ۳ گرم ژلاتین) مشاهده شد. میزان کروی بودن حباب و بعد برخالی اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین انترویی نیز در نمونه ۱ بود در حالی که نمونه‌های ۶ (۲ گرم سدیم کازئینات و ۳ گرم ژلاتین)، ۳ (۱ گرم سدیم کازئینات و ۳ گرم ژلاتین) و ۹ انترویی پایین تری داشتند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌های موس شکلاتی در جدول ۳ نشان داده شده است. حباب‌ها در نمونه ۹ کوچکترین و در نمونه‌های ۴ (۲ گرم سدیم کازئینات و ۱ گرم ژلاتین) و ۱ بزرگترین اندازه را داشتند. به نظر می‌رسد هنگامی که ویسکوزیته افزایش یابد (با افزایش مقدار ژلاتین) اتصال حباب‌ها به هم آهسته تر شده و پایداری حباب بهبود یافته که در نتیجه اندازه حباب کوچک می‌ماند. گومز و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند ژلاتین با افزایش ویسکوزیته فاز مایع باعث کاهش کشش بین سطحی می‌شود که در نتیجه از شدت عوامل ناپایدار کننده کاسته شده و حباب کوچک باقی می‌ماند. میزان کروی بودن حباب‌ها اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) نداشت.

بیشترین میزان تخلخل مربوط به نمونه ۷ (۳ گرم سدیم کازئینات و ۱ گرم ژلاتین) بود. به نظر می‌رسد افزایش مقدار ژلاتین باعث افزایش ویسکوزیته شده که موجب می‌شود از میزان ورود هوا به درون مخلوط موس شکلاتی کاسته و در نتیجه تخلخل کم شود. انترویی در نمونه ۶ (۲ گرم سدیم کازئینات و ۳ گرم ژلاتین) و ۹ کمترین و در نمونه ۱ بیشترین مقدار را داشت. بعد برخالی در نمونه ۹ پایین ترین و در نمونه ۱ بیشترین مقدار را دارا بود.

به طور کلی افزایش مقدار ژلاتین تاثیر زیادی بر انترویی داشت. با افزایش مقدار ژلاتین ویسکوزیته افزایش یافته و در نتیجه حباب‌ها پایدارتر شده و از مقدار انترویی کاسته شد.

برای هر ویژگی روی خط ۱۰ سانتی متری، بر اساس شباهت به میزان حداقل و حداکثر ویژگی تعریف شده، محلی را مشخص نمودند که امتیاز ۱ ضعیف ترین و ۱۰ بیشترین شباهت بود (۶).

### ارزیابی بافت به روش دستگامی

پس از تهیه مخلوط نمونه‌های موس شکلاتی، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. بعد از این زمان جهت ارزیابی بافت توسط دستگامه Texture Analyser (TA Plus) از پروب استوانه ای به قطر ۶۰ میلی متر جهت نفوذ به عمق ۸ میلی متر با سرعت ۲ mm/s استفاده گردید [۱۱].

### آنالیز آماری

از طرح آماری کاملاً تصادفی (CRD) در قالب فاکتوریل و با سه تکرار استفاده و آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. نتایج در معرض آنالیز واریانس قرار گرفته و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح آماری ۹۵ درصد مقایسه شدند.

### ۳- بحث و نتیجه گیری

#### پارامترهای تصویر

شرایط تصویرگیری باید به گونه ای باشد که عواملی مانند انعکاس که باعث اختلال در آنالیز می‌شوند، حداقل شوند. تصویرگیری با استفاده از دوربین دیجیتال (میکرو، دینولایت) که با پورت USB به رایانه متصل بود، انجام شد به این منظور دوربین که روی پایه ثابت بود، به سطح نمونه مماس شد. از نمونه‌ها تصاویری در ابعاد ۲۰۴۸ × ۲۵۶۰ پیکسل و با وضوح ۳۰۰ dpi گرفته شد و با فرمت JPG ذخیره گردید. برای پردازش تصاویر از نرم افزار Image J استفاده شد. از نمونه موس تولید شده، بلافاصله بعد از تولید و ۲۴ ساعت پس از آن تصویر برداری شد. جهت محاسبه پارامترهای تصویر پس از ۸ بیتی شدن، از تصحیح گاما و ارتقاء تمایز جهت پردازش تصویر استفاده شد. سپس تفریق پس زمینه<sup>۳</sup> و تکرار عمل ارتقاء تمایز جهت پردازش تصاویر اعمال گردید و در نهایت عمل آستانه گیری<sup>۴</sup> در کانال رنگی خاکستری با شدت  $105 \pm 5$  انجام گرفت.

3. Subtract Background
4. Threshold

جدول ۲ مقایسه میانگین پارامترهای تصویر در مخلوط موس شکلاتی

پارامترهای تصویر	قطر معادل	کرویت	انترویی	بعد بر خالی
۱	۲۱/۶۳±۲/۱۹ <sup>c</sup>	۰/۸۵۴±۰/۰۱۵ <sup>a</sup>	۰/۸۸۱±۰/۱۴۱ <sup>b</sup>	۲/۷۳۶۹±۰/۰۳۱ <sup>a</sup>
۲	۲۰/۵۳±۲/۴۱ <sup>c</sup>	۰/۸۵۱±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۰/۸۱۹±۰/۰۲۵ <sup>ab</sup>	۲/۷۴۶۵±۰/۰۱۷ <sup>a</sup>
۳	۱۷/۹۵±۱/۷۲ <sup>bc</sup>	۰/۸۶۱±۰/۰۱۹ <sup>a</sup>	۰/۷۱۱±۰/۰۴۲ <sup>a</sup>	۲/۷۱۱۵±۰/۰۲۶ <sup>a</sup>
۴	۱۵/۴۴±۳/۸۹ <sup>ab</sup>	۰/۸۵۶±۰/۰۱۵ <sup>a</sup>	۰/۷۸۹±۰/۰۸۸ <sup>ab</sup>	۲/۷۵۱۴±۰/۰۱۱ <sup>a</sup>
۵	۱۹/۵۵±۱/۸۹ <sup>bc</sup>	۰/۸۵۵±۰/۰۱۷ <sup>a</sup>	۰/۷۵۵±۰/۰۴۲ <sup>ab</sup>	۲/۷۴±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>
۶	۱۵/۶۲±۳/۶ <sup>ab</sup>	۰/۸۶۶±۰/۰۱۷ <sup>a</sup>	۰/۷۲۶±۰/۰۲۲ <sup>a</sup>	۲/۷۰۴۷±۰/۰۶۱ <sup>a</sup>
۷	۱۳/۰۴±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۸۵۶±۰/۰۰۹ <sup>a</sup>	۰/۸۲۷±۰/۰۵۹ <sup>ab</sup>	۲/۷۴۹۱±۰/۰۰۴ <sup>a</sup>
۸	۲۰/۱۳±۲/۰۵ <sup>c</sup>	۰/۸۷۶±۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۰/۷۴۹±۰/۰۷۳ <sup>ab</sup>	۲/۷۳۷۵±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>
۹	۱۱/۲۸±۰/۳۸ <sup>a</sup>	۰/۸۷۶±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۰/۷۰۵±۰/۰۴۷ <sup>a</sup>	۲/۷۰۳۷±۰/۰۳۹ <sup>a</sup>

پروتئین‌ها نیز با کاهش کشش سطحی موجب پایداری بیشتر حباب و در نتیجه کاهش انترویی می‌شود. کارب و همکاران [۱۲] به این نتیجه رسیدند که افزودن زانتان باعث افزایش پایداری کف شد.

جدول ۳ مقایسه میانگین پارامترهای تصویر در موس شکلاتی

پارامترهای تصویر	اندازه حباب	کرویت	تخلخل	انترویی	بعد بر خالی
۱	۳۹/۳±۱/۵۷ <sup>f</sup>	۰/۸۴۹±۰/۰۱۹ <sup>a</sup>	۱۶/۰۱±۰/۷۷ <sup>a</sup>	۰/۸۸۸±۰/۰۴۳ <sup>a</sup>	۲/۷۴۳۳±۰/۰۱۷ <sup>b</sup>
۲	۲۸/۲۲±۱/۵۳ <sup>de</sup>	۰/۸۵۷±۰/۰۱۲ <sup>a</sup>	۱۵/۹۵±۲/۱۸ <sup>a</sup>	۰/۸۴۳±۰/۰۷۷ <sup>bcd</sup>	۲/۷۱۰۴±۰/۰۲۳ <sup>ab</sup>
۳	۲۱/۶±۲/۴ <sup>bc</sup>	۰/۸۶۱±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۱۵/۸۴±۲/۹۷ <sup>a</sup>	۰/۷۲۴±۰/۰۶۳ <sup>ab</sup>	۲/۶۸۷۱±۰/۰۰۵ <sup>ab</sup>
۴	۳۸/۲۶±۳/۷ <sup>f</sup>	۰/۸۵۹±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱۹/۳±۴/۶۱ <sup>ab</sup>	۰/۸۸±۰/۰۱ <sup>cd</sup>	۲/۷۳۳۲±۰/۰۳۶ <sup>ab</sup>
۵	۲۵/۸±۲/۰۶ <sup>cd</sup>	۰/۸۵۵±۰/۰۰۷ <sup>a</sup>	۱۸/۴۵±۱/۶۷ <sup>ab</sup>	۰/۷۹۵±۰/۰۸۱۷ <sup>abc</sup>	۲/۷۱۴۴±۰/۰۰۵ <sup>ab</sup>
۶	۱۸/۵±۲/۴۹ <sup>ab</sup>	۰/۸۶۸±۰/۰۰۸ <sup>a</sup>	۱۷/۳۲±۱/۵۳ <sup>a</sup>	۰/۷۰۶±۰/۰۴۹ <sup>a</sup>	۲/۶۷۰۵±۰/۰۰۶ <sup>ab</sup>
۷	۳۲/۰۳±۲/۹۲ <sup>e</sup>	۰/۸۶۲±۰/۰۱۳ <sup>a</sup>	۲۲/۹±۴/۲۲ <sup>b</sup>	۰/۷۷۳±۰/۰۹۷ <sup>abcd</sup>	۲/۷۳۵۲±۰/۰۳۱ <sup>ab</sup>
۸	۲۵/۵۸±۱/۶ <sup>cd</sup>	۰/۸۶۷±۰/۰۲۲ <sup>a</sup>	۲۰/۰۷±۳/۳۴ <sup>ab</sup>	۰/۷۳±۰/۰۵۷ <sup>ab</sup>	۲/۷۱۰۴±۰/۰۴۸ <sup>ab</sup>
۹	۱۶/۰۱±۲/۶۸ <sup>a</sup>	۰/۸۷±۰/۰۱۶ <sup>a</sup>	۱۷/۳۹±۱/۵۳ <sup>a</sup>	۰/۷۰۱±۰/۰۸۲ <sup>a</sup>	۲/۶۶۲۶±۰/۰۶۵ <sup>a</sup>

شیرینی در محلول‌ها و فرآورده‌های ژلی می‌شود. در نمونه‌هایی که مقدار ژلاتین بالایی داشتند به دلیل هوادهی کمتر، دانسیته موس افزایش یافت که این باعث سفت تر شدن محصول شد. به طور کلی میزان تخلخل نمونه‌ها بیشتر به مقدار پروتئین بستگی داشت و با افزایش مقدار پروتئین این حالت نیز بیشتر شد. افزایش مقدار ژلاتین نیز می‌تواند به دلیل افزایش ویسکوزیته باعث کاهش این ویژگی گردد. ماسیدگی در نمونه‌های مختلف اختلاف معنی داری نداشت. حالت ژلی بودن در نمونه‌های موس وابستگی زیادی به مقدار ژلاتین داشت. ژلاتین با جذب آب و افزایش ویسکوزیته ژلی شدن را موجب شد. پودری بودن در نمونه‌هایی که ژلاتین بالایی

در جدول ۴ نتایج حاصل از آنالیز ویژگی‌های مختلف نمونه‌های موس شکلاتی توسط ارزیابان حسی گزارش شده است. ارزیابی‌ها نشان داد میزان عطر و طعم در نمونه‌های مختلف اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) نداشت. مقدار شیرینی با افزایش مقدار ژلاتین کاهش یافت و نمونه‌هایی که در آن مقدار ژلاتین بالا بود شدت شیرینی پایین تری داشتند به نظر می‌رسد که افزایش مقدار ژلاتین باعث کم شدن تاثیر شکر و پوشش این اثر می‌شود. در نمونه‌هایی که ژلاتین پایین بود به دلیل روان تر بودن ساختار موس و در نتیجه محلولیت بیشتر ساکارز، درک شیرینی افزایش یافت. پانگ بورن و کایاسکو [۱۳] گزارش کردند که افزایش ویسکوزیته باعث کاهش درک

گزارش کردند. نازارودین و همکاران [۱۵] بیان نمودند سختی کمتر در شکلات موجب افزایش سرعت ذوب در دهان می‌شود. با افزایش ژلاتین میزان روغنی بودن افزایش یافت. در ژلاتین با مقدار کم به دلیل این که موس حالت شل و نرمی داشت حالت روغنی بودنی در آن دیده نشد اما با افزایش ژلاتین موس حالت سفت تری یافت. نتایج نشان داد رنگ در نمونه‌های موس اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) نداشت.

داشتند بیشتر بود که این امر به دلیل می تواند به دلیل ویسکوزیته بالا در فرآیند تولید و در نتیجه محلول نشدن کامل شکر می تواند باشد. سرعت ذوب و پوشش دهانی تابع مقدار ژلاتین بوده به طوری که با افزایش مقدار ژلاتین این فاکتورها کاهش یافتند. با افزایش ژلاتین بافت موس سفت تر شده و در نتیجه از سرعت ذوب آن کاسته شد. آندره نایتینگل و همکاران [۱۴] رابطه معنی داری بین سختی و نقطه ذوب نمونه‌ها

جدول ۴ نتایج مربوط به آنالیز پارامترهای حسی - توصیفی

رنگ	پوشش دهانی	روغنی بودن	سرعت ذوب	پودری	ژلی بودن	ماسیدگی	تخلخل	نرمی	شیرینی	عطروطمع
۱	۱۷۰/۰۰۳۰/۸ <sub>e</sub>	۷۸/۰۰۳۶/۷ <sub>c</sub>	۸۱/۰۰۳۱/۰/۳ <sub>e</sub>	۸۰/۰۰۳۸/۷ <sub>c</sub>	۵۷/۰۰۳۵/۸ <sub>e</sub>	۶۵/۰۰۳۷/۱ <sub>e</sub>	۶۷/۰۰۳۶/۰/۰ <sub>e</sub>	۶۱/۰۰۳۷/۷ <sub>c</sub>	۶۱/۰۰۳۵/۸ <sub>c</sub>	۸۵/۰۰۳۵/۸ <sub>e</sub>
۲	۱۶۰/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۷۸/۰۰۳۶/۶ <sub>c</sub>	۷۷/۰۰۳۸/۰/۰ <sub>pdq</sub>	۸۱/۰۰۳۵/۱ <sub>cdq</sub>	۶۵/۰۰۳۱/۶ <sub>c</sub>	۵۷/۰۰۳۵/۰ <sub>qe</sub>	۶۰/۰۰۳۷/۰/۰ <sub>qe</sub>	۷۵/۰۰۳۵/۰/۶ <sub>q</sub>	۶۱/۰۰۳۸/۸ <sub>de</sub>	۶۳/۰۰۳۶/۸ <sub>e</sub>
۳	۸۵/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۱/۰۰۳۵/۳ <sub>e</sub>	۸۵/۰۰۳۸/۰/۰ <sub>pd</sub>	۵۸/۰۰۳۷/۳/۸ <sub>e</sub>	۸۳/۰۰۳۶/۸/۸ <sub>p</sub>	۱۰/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۶/۰۰۳۶/۰/۰ <sub>qe</sub>	۷۸/۰۰۳۸/۳/۳ <sub>e</sub>	۸۵/۰۰۳۷/۰/۶ <sub>e</sub>	۰۸/۰۰۳۷/۸ <sub>e</sub>
۴	۱۸۰/۰۰۳۰/۸ <sub>e</sub>	۳۱/۰۰۳۱/۷ <sub>c</sub>	۱۵/۰۰۳۷/۸/۳ <sub>qe</sub>	۷۷/۰۰۳۸/۱/۱ <sub>e</sub>	۸۰/۰۰۳۸/۱/۱ <sub>e</sub>	۸۸/۰۰۳۵/۸/۸ <sub>c</sub>	۱۷/۰۰۳۵/۰/۰ <sub>qe</sub>	۸۸/۰۰۳۵/۸/۸ <sub>c</sub>	۵۰/۰۰۳۸/۸/۸ <sub>c</sub>	۱۰۰/۰۰۳۷/۸ <sub>e</sub>
۵	۱۶۰/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۷۸/۰۰۳۶/۶ <sub>c</sub>	۷۵/۰۰۳۸/۰/۰ <sub>pdq</sub>	۸۱/۰۰۳۵/۱ <sub>cdq</sub>	۸۰/۰۰۳۸/۸/۸ <sub>c</sub>	۵۷/۰۰۳۵/۰/۶ <sub>e</sub>	۶۰/۰۰۳۷/۰/۰ <sub>qe</sub>	۷۵/۰۰۳۵/۰/۶ <sub>q</sub>	۶۱/۰۰۳۸/۸ <sub>de</sub>	۵۸/۰۰۳۷/۸ <sub>e</sub>
۶	۸۳/۰۰۳۳/۸ <sub>e</sub>	۷۰/۰۰۳۵/۳ <sub>e</sub>	۸۵/۰۰۳۸/۰/۰ <sub>p</sub>	۸۸/۰۰۳۶/۸ <sub>pd</sub>	۶۳/۰۰۳۸/۸/۸ <sub>p</sub>	۶/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۷۶/۰۰۳۶/۰/۰ <sub>qe</sub>	۶۳/۰۰۳۶/۳/۳ <sub>e</sub>	۵۷/۰۰۳۵/۱/۰ <sub>e</sub>	۵۵/۰۰۳۵/۷/۸ <sub>e</sub>
۷	۱۶۰/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۸۱/۰۰۳۵/۸ <sub>c</sub>	۸۵/۰۰۳۵/۳/۳ <sub>cdq</sub>	۵۷/۰۰۳۷/۱/۱ <sub>qe</sub>	۱۰۳/۰/۳ <sub>q</sub>	۶۷/۰۰۳۸/۰/۰ <sub>e</sub>	۳۸/۰۰۳۵/۰/۰ <sub>qe</sub>	۵۸/۰۰۳۶/۸/۸ <sub>c</sub>	۷۰/۰۰۳۱/۰/۸ <sub>cd</sub>	۷۸/۰۰۳۳/۸ <sub>e</sub>
۸	۸۵/۰۰۳۱/۶ <sub>e</sub>	۱۵/۰۰۳۸/۸ <sub>c</sub>	۸۰/۰۰۳۱/۰/۰ <sub>pdq</sub>	۸۵/۰۰۳۵/۱ <sub>cdq</sub>	۸۰/۰۰۳۸/۸ <sub>c</sub>	۸۷/۰۰۳۵/۸ <sub>e</sub>	۱۰۰/۰۰۳۱/۸ <sub>q</sub>	۵/۰۰۳۸/۸ <sub>q</sub>	۵۷/۰۰۳۵/۸ <sub>de</sub>	۸۱/۰۰۳۷/۰/۸ <sub>e</sub>
۹	۳۱/۰۰۳۸/۸ <sub>e</sub>	۵۳/۳۵/۰/۱ <sub>e</sub>	۸۵/۰۰۳۶/۸/۰ <sub>pd</sub>	۸۸/۰۰۳۸/۸ <sub>e</sub>	۳۳/۰۰۳۱/۷/۸ <sub>p</sub>	۶۷/۰۰۳۸/۰/۸ <sub>e</sub>	۷۸/۰۰۳۸/۰/۸ <sub>qe</sub>	۸۷/۰۰۳۸/۳ <sub>e</sub>	۶۱/۰۰۳۵/۰ <sub>e</sub>	۸۳/۰۰۳۸/۰/۸ <sub>e</sub>

## آنالیز بافت

یافت به طوری که کمترین حالت آدامسی را نمونه‌های حاوی ۱ گرم ژلاتین دارا بودند. با توجه به رابطه سفتی بافت و قابلیت جویدن که بولاند و همکاران [۱۷] به آن اشاره نموده اند، می توان تاثیر ژلاتین را بر آدامسی شدن بافت توضیح داد. چسبندگی با افزایش مقدار پروتئین و ژلاتین افزایش یافت ولی تاثیر ژلاتین بیشتر بود. آنها اظهار داشتند که زمان لازم برای جویدن ژل قبل از فرو بردن آن بطور معنی داری با سفتی ژل افزایش می یابد و ژلهای سخت تر به مدت طولانی تری جویده می شوند. بنابراین همانطور که اشاره شد در نمونه‌های تولیدی افزایش ژلاتین منجر به سختی بافت شده و در نتیجه با افزایش سختی، خصلت آدامسی بودن افزایش یافته است. هرناندس و همکاران [۱۹] نیز به همین مطلب اشاره کرده و تاثیر میزان ژلاتین را بر آدامسی بودن بافت، مستقیم و معنی دار ارزیابی کردند.

نتایج حاصل از ارزیابی بافت در نمونه‌های موس شکلاتی در جدول ۵ نشان داده شده است. سفتی، مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشاری به کارگرفته شده است. طبق جدول ۵ سفتی در نمونه‌هایی که ژلاتین بالاتری داشتند بیشتر بود. احتمالاً ژلاتین نقش اصلی را در تشکیل ژل، ساختار و سفتی موس شکلاتی دارد. رضایی و همکاران [۱۶] پاستیل میوه ای بر پایه آلو را با نسبت‌های مختلف نشاسته و ژلاتین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داده که افزایش ژلاتین باعث افزایش سختی، آدامسی بودن و پیوستگی شد. صمغی بودن نیز وابسته به مقدار ژلاتین می‌باشد و با افزایش آن مقدار حالت صمغی افزایش می یابد. قابلیت ارتجاعی به طور کلی با افزایش مقدار پروتئین تغییر پذیری بیشتری نسبت به ژلاتین داشت. افزایش ژلاتین موجب انسجام بافتی در موس شکلات می‌شود. میزان آدامسی بودن با افزایش مقدار ژلاتین افزایش

جدول ۵ مقایسه میانگین آنالیز بافت در نمونه‌های موس شکلاتی

پارامترهای بافتی	سفتی (N)	صمغی بودن (N)	قابلیت ارتجاعی	آدامسی بودن (Nm)	چسبندگی (N)
۱	۶/۰۳±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۲/۳۷±۰/۱ <sup>a</sup>	۰/۸۳۸±۰/۰۱۶ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۶±۰/۰۰۰۷ <sup>a</sup>	۰/۷۷۸±۰/۰۱ <sup>a</sup>
۲	۲۰/۶۲±۰/۷۶ <sup>c</sup>	۹/۲۸±۱/۰۷ <sup>b</sup>	۰/۷۹۵±۰/۰۲۸ <sup>a</sup>	۰/۰۶۱±۰/۰۰۹ <sup>b</sup>	۰/۵۸۵±۰/۰۵۵ <sup>a</sup>
۳	۴۶/۶۸±۵/۰۴ <sup>e</sup>	۲۵/۳±۳/۳۹ <sup>d</sup>	۰/۸۹۳±۰/۰۰۴ <sup>bc</sup>	۰/۱۸۶±۰/۰۳۲ <sup>d</sup>	۱/۱۱±۰/۸۲۵ <sup>a</sup>
۴	۴/۱۹±۰/۳۱ <sup>a</sup>	۱/۹۴±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۰/۸۶۱±۰/۰۳۷ <sup>ab</sup>	۰/۰۱۳±۰/۰۰۰۶ <sup>a</sup>	۰/۵۴±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>
۵	۱۷/۱۶±۰/۷۳ <sup>bc</sup>	۷/۳۴±۰/۶۸ <sup>b</sup>	۰/۹۲±۰/۰۲۳ <sup>bc</sup>	۰/۰۵۲±۰/۰۰۵ <sup>b</sup>	۲/۲۸±۰/۰۶۷ <sup>b</sup>
۶	۳۲/۷۵±۰/۰۶ <sup>d</sup>	۱۶/۸۹±۰/۴۴ <sup>c</sup>	۰/۸۸۱±۰/۰۰۶ <sup>abc</sup>	۰/۱۲۴±۰/۰۰۴ <sup>c</sup>	۳/۲±۰/۰۵۸ <sup>b</sup>
۷	۶/۶۱±۰/۰۵۳ <sup>a</sup>	۲/۶۳±۰/۰۵۲ <sup>a</sup>	۱/۰۱±۰/۰۰۴ <sup>de</sup>	۰/۰۱۸ <sup>a</sup>	۱/۱۶±۰/۰۲۴ <sup>a</sup>
۸	۱۵/۴۵±۰/۸۹ <sup>b</sup>	۶/۵۴±۰/۴۷ <sup>b</sup>	۱/۰۶±۰/۰۶۸ <sup>e</sup>	۰/۰۴۶±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>	۲/۵۲±۰/۱۵۱ <sup>b</sup>
۹	۳۴/۸۹±۰/۸۶ <sup>d</sup>	۱۸/۶۱±۰/۹۲ <sup>c</sup>	۰/۹۶۱±۰/۰۲۵ <sup>cd</sup>	۰/۱۴۳±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۴/۵۲±۰/۸۲۳ <sup>c</sup>

سفتی بیشترین نزدیکی را با پارامترهای دستگامی صمغی و آدامسی بودن داشت. همچنین ارتباط سفتی با پارامترهای حسی توصیفی به نحوی بود که بیشترین ارتباط را با سرعت ذوب، نرمی، پوشش دهانی و ژلی بودن که به ترتیب ضرایب ۰/۹۴۱، ۰/۹۳۷، ۰/۹۲۸ و ۰/۹۲۴ را دارا بودند، نشان داد.

## ارتباط پارامترهای حسی و دستگامی

در جدول ذیل میزان ارتباط پارامترهای حسی با همدیگر نشان داده شده است. ارتباط هر پارامتر با دیگری با ضریبی نشان داده شده که این ضریب هر چه به ۱ نزدیکتر باشد نشان دهنده رابطه نزدیکتر این دو پارامتر می‌باشد [۶]. به عنوان مثال



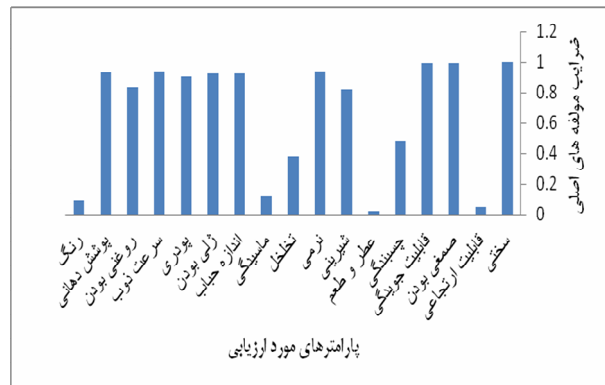


ژلاتین، کاهش یافت اما میزان کروی بودن حباب نیز اختلاف معنی داری نداشت. ارزیابی بافت به روش دستگاهی نیز نشان داد که سفتی، صمغی بودن، چسندگی و آدامسی بودن به مقدار زیادی تحت تاثیر ژلاتین بود و با افزایش ژلاتین این پارامترها نیز افزایش یافت، اما قابلیت ارتجاعی وابستگی بیشتری به مقدار سدیم کازئینات داشت.

#### ۴- منابع

- [1] Du, C., and Sun, D. 2004. Recent Developments in the Applications of Image Processing Techniques for Food Quality Evaluation." *Trends Food Sci. Technol*, 15:230-249.
- [2] Mahendran, r., Jayashree, GC., and Alagusundaram, K. 2012. Application of computer vision technique on sorting and grading of fruits and vegetables. *Food process technology*. Doi 10.4172/2157-7110.
- [3] Zheng, C., Sun, D.-W., and Zheng, L. 2006. Correlating colour to moisture content of large cooked beef joints by computer vision. *Journal of Food Engineering*, 77, 853-863.
- [4] Zheng, C., Sun, D., and Zheng, L. 2006. Recent applications of image texture for evaluation of food qualities—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 113-128.
- [5] Zheng, C., Sun, D., and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection e a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17, 642-655.
- [6] Yeganehzad S, Optimization of Formulation and Production of Probiotic Milk Chocolate Fortified with soy protein }dissertation}. Mashhad: Ferdowsi University 2012. }in Persian{.
- [7] Shahidi, F., Mohebbi, M., and Ehtiati, A., 2012, Digital image analysis of brain Barbari bread enriched with soy flour, *Journal of Food research and Technology*, 169-179.
- [8] Tournier, C., Grass, M., Zope, D., Salles, C., Bertrand, D. 2012. Characterization of bread breakdown during mastication by image texture analysis. *Journal of Food Engineering*, 113, 615-622.
- [9] Labbafi, M., Thakur, R.K., Vial, C., and Djelveh, G. 2007. Development of an on-line optical method for assessment of the bubble

زاندرد (۲۰) از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی برای ارتباط ویژگی‌های بافتی دو نوع گوشت استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که این تکنیک می‌تواند کاربرد صنعتی داشته باشد. خلیلیان و همکاران [۲۱] به منظور بررسی ویژگیهای حسی و روابط پنهان بین آنها در پوره طالبی از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) استفاده کردند. نتایج نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی ژل مک طالبی، مهم ترین و مؤثرترین آن‌ها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها بود.



شکل ۱ ضرایب مولفه‌های اصلی

#### ۳- نتیجه گیری

در این پژوهش موس شکلاتی تولید شده با استفاده از پروتئین سدیم کازئینات، به عنوان یک فراورده نو ظهور با بافت، طعم و ویژگی‌های حسی مناسب مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین برخی از ویژگی‌های آن با استفاده از سیستم پردازش تصویر بررسی شد. نتایج نشان داد که ژلاتین به عنوان یک فاکتور مهم بر تمام ویژگی‌های موس شکلاتی موثر می‌باشد. غلظت‌های مختلف سدیم کازئینات نیز باعث تغییر در برخی از ویژگی‌های آن گردید. با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی میزان ارتباط پارامترهای حسی - دستگاهی بدست آمد. نتایج نشان داد که ارتباط مناسبی بین برخی پارامترهای حسی و دستگاهی وجود داشت. به عنوان مثال سفتی ای که با دستگاه اندازه گیری شد ضریب همبستگی بالایی با سفتی بدست آمده از ارزیابی حسی دارا بود. با استفاده از پردازش تصویر، برخی پارامترها نظیر بافت تصویر، بعد برخالی، انترویی و اندازه حباب در تیمارهای مختلف و زمان‌های متفاوت بدست آمد. انترویی، بعد برخالی، اندازه حباب و تخلخل با افزایش مقدار

- Texture profile analysis using sensory and instrumental and optimization methods bean plum formulations, 30-39.
- [17] Boland, A. B., Buhr, K., Giannouli, P., & Van Ruth, S. M., 2004, Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86(3), 401-411.
- [18] Hernández, M. J., Durán, L., & Costell, E., 1999, Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. *Food Science and Technology International*, 5(1), 79-87.
- [19] Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.E., and Montero, M.P. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review." *Food Hydrocolloids*, 25, 1813-1827.
- [20] Probola, G., and Zander, L., 2007, Application of PCA method for characterisation of textural properties of selected ready-to-eat meat products, *Journal of Food Engineering* 83, 93-98.
- [21] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., and Mohebbi, M., 2011, Evaluation of a new formulation of pureed cantaloupe fruit products (gels Mac) by using response surface methods and pca, *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*, 41-54.
- size and morphology in aerated food products." *Food Chemistry*, 102, 454-465.
- [10] Romano, A., Cavella, S., Toraldo, G., and Masi, P. 2013. 2D structural imaging study of bubble evolution during leavening. *Food Research International*, 50, 324-329.
- [11] Kilcast, D., and Clegg, S. 2002. Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*, 13, 609-623
- [12] Carp, D.J., Bartholomai, G.B., Pilosof, A.M.R., and Relkin, P. 2001. Effects of denaturation on soy protein-xanthan interactions: comparison of a whipping-rheological and a bubbling method. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 21, 163-171.
- [13] Pangborn, R.M., and Kayasako, A. 1981. Time-course of viscosity, sweetness and flavor in chocolate desserts. *Journal of Texture Studies*. 12(2):141 - 150.
- [14] Nightingale, A.L., LEE, S.Y., and Engeseth, N.J. 2009. Textural changes in chocolate characterestis by instrumental and sensory techniques. *Journal of Texture Studies*, 40, 427-444.
- [15] Nazaruddin, R., Nur, Z.A.Z., Zalifah, M.K., Nor, A.I. 2006. Sensory evaluation and physical characteristics of chocolate using gots milk. *International journal of dairy science*. 1(2), 146-154.
- [16] Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., and Nasiri mohallati, M, 2010,

## Study effect of sodium caseinate and gelatin on sensory, image processing and texture of chocolate mousse

Mirarab Razi, S. <sup>1</sup>, Mohebbi, M. <sup>2\*</sup>, Haddad khoda parast, M. H. <sup>3</sup>, Koocheki, A. <sup>4</sup>

1. M.Sc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran
2. Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran
3. Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran
4. Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran

(Received: 93/4/21 Accepted: 94/4/6)

In this study the effect of different amounts of gelatin (1, 2, and 3 g) and sodium caseinate (1, 2, and 3 g) on sensory characteristics, image processing and texture of chocolate mousse was investigated and the relationship between sensory parameters - device was determined using principal components analysis method. Results showed that the gelatin had a great impact on the sensory characteristics. Results of texture analyzer showed that hardness, adhesiveness, gumminess and chewiness was being greatly affected by gelatin and these parameters increased with increasing gelatin but springiness was more dependent on the sodium caseinate. Entropy, fractal dimension, bubble size and porosity decreased with increasing gelatin. The amount of spherical bubbles also showed no significant difference. Results of principal components analysis showed that some textural characteristics (hardness, gumminess and chewiness) had close relationship.

**Key Words:** Image Processing, Sodium Caseinate, Chocolate Mousse

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: Mohebbatm@gmail.com