

بررسی تاثیر صمغ‌های کتیرا و کربوکسی متیل سلولز بر خواص کیفی سسی مایونز

زینب رفتنی امیری*، سیدمیثم اکبری، مزدک علیمی**

*نگارنده مسئول، نشانی: مازندران، ساری، کیلومتر ۹ جاده فرح‌آباد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ص. پ. ۵۷۸،

تلفن: ۰۱۱)۳۳۶۸۷۷۱۸ (پیام‌نگار: zramiri@gmail.com

**به‌ترتیب: عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری؛ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد (عضو باشگاه پژوهشگران

جوان)؛ و عضو هیات علمی دانشگاه علوم تحقیقات واحد آیت‌اله آملی آمل

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۵

چکیده

در صنعت، برای پایدارسازی امولسیون مایونز از صمغ استفاده می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی اثر صمغ کتیرا با کربوکسی متیل سلولز بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی مایونز بعد از گذشت یک روز و سی روز پس از تولید است. صمغ کتیرا در سطوح ترکیبی صفر (نمونه شاهد) تا صد درصد با کربوکسی متیل سلولز در تهیه مایونز استفاده شد. نتایج آزمون رئولوژی تطبیق داده شده با مدل هرشل بالکی نشان می‌دهد که همه نمونه‌ها در دامنه فرکانس مورد مطالعه رفتار ژل‌مانند ضعیف و رفتار سودوپلاستیک دارند. پایداری نمونه‌ها با افزایش غلظت اثر صمغ کتیرا از ۵۰ درصد به بالا، بعد از سی روز نگهداری افزایش می‌یابد. نتایج رنگ‌سنجی نشان می‌دهد که صمغ کتیرا در اکثر غلظت‌های مورد استفاده *L را کاهش و *a و *b را افزایش می‌دهد. تصاویر ریزساختار و خواص حسی نمونه‌ها در دو بازه زمانی نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های آزمایش با نمونه شاهد وجود ندارد. نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که اثر صمغ کتیرا در غلظت ۵۰ درصد و بالاتر با کسب امتیازات حسی قابل قبول و پایداری بالا و رفتار رئولوژیکی مناسب، که احتمالاً ناشی از افزایش قابلیت اتصال با آب و قابلیت نگهداری ویسکوزیته فاز پیوسته است، می‌تواند با کربوکسی متیل سلولز در نمونه‌های مایونز جابه‌جا شود.

کلمات کلیدی

رفتار رئولوژیکی، کتیرا، کربوکسی متیل سلولز، مایونز

مقدمه

قانون استوک با به تأخیر انداختن حرکت قطره‌های فاز پراکنده و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته، موجب می‌شوند تا امولسیون پایدار شود (Dickinson, 2009). صمغ کتیرا از گون، گونه‌های بوته مانند با ساقه‌های چوبی جنس *Astragalus*، به‌دست می‌آید (Yokoyama *et al.*, 1998; Verbeken *et al.*, 2003; Balaghi *et al.*, 2010). این صمغ، پلی‌ساکاریدی هتروژنیک و بسیار منشعب با مقداری ناچیز از نمک‌های کلسیم، منیزیم و پتاسیم است (Verbeken *et al.*, 2003). این صمغ در برابر اسید مقاوم بوده و در غلظت‌های پایین در کاهش کشش بین سطحی

مایونز امولسیون روغن در آب است که از روغن گیاهی، زرده تخم مرغ، سرکه، مواد طعم‌دهنده و ترکیبات پایدارکننده تشکیل شده است (Ma & Barbosa-Chovas, 1995; Depree & Savage, 2001; Maruyama *et al.*, 2007). مایونز از نظر ترمودینامیکی سیستمی ناپایدار است، از این‌رو برای پایدارسازی آن از ترکیبات پایدارکننده مانند صمغ استفاده می‌کنند (Friberg *et al.*, 2004). صمغ‌ها بیوپلیمرهایی آبدوست با ساختمانی پلی‌ساکاریدی یا پروتئینی هستند (Huang *et al.*, 2001) که بر اساس

رئولوژیکی سس مایونز بررسی کردند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد که هر یک از فاکتورهای مورد مطالعه و در هر سطح معین می‌تواند باعث نزدیکی برخی صفات مایونز تولیدی به مایونز تجاری شود و در این میان ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه حاوی ۱/۲ درصد از هر دو گونه کتیرا تفاوت معنی‌داری با ویژگی‌های رئولوژیکی مایونز تجاری داشته است.

ماندلا و همکاران (Mandala *et al.*, 2004) با بررسی اثر صمغ گزانتان با غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۱۹ درصد بر سس مایونز نشان دادند که با افزایش غلظت این صمغ ضریب قوام و تنش حد افزایش و اندیس جریان کاهش می‌یابد. مون و همکاران (Mun *et al.*, 2009) اثر استفاده از نشاسته اصلاح شده برنج با آنزیم ۴-آلفا گلوکانوترانسفراز و صمغ گزانتان را بر مایونز کم‌چرب بررسی کردند و نتیجه گرفتند که مایونز کم‌چرب تهیه شده با ۳/۸ و ۵/۶ درصد وزنی از نشاسته اصلاح شده و صمغ گزانتان ۰/۱ درصد، مایونزی با خصوصیات رئولوژیکی و ظاهری مشابه با ویژگی‌های رئولوژیکی و ظاهری مایونز پرچرب تولیدی به‌دست می‌آید. هدف از اجرای این پژوهش بررسی تاثیر کتیرا و کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و در ترکیب با یکدیگر بر خواص فیزیکی و شیمیایی و حسی سس مایونز است.

مواد و روش‌ها

روغن مایع سویا (شرکت توسکا)، تخم مرغ، آب مقطر، شکر (شرکت سپید دانه)، نمک (شرکت کریستال)، پودر خردل (شرکت Gs-dunn کانادا)، سرکه با اسیدیته ۱۱ درصد بر مبنای اسید استیک (شرکت اطمینان آمل)، اسید سیتریک (شرکت پارس فراسو)، بنزوات سدیم و سوربات پتاسیم (شرکت Jiahua - چین)، اتانول ۹۶ درصد (شرکت خراسان الکل)، صمغ کربوکسی متیل سلولز

موثر است و به‌عنوان قوام‌دهنده و امولسیون‌کننده، کاربرد وسیعی در صنایع غذایی دارد (Eastwood, 1984). (Balaghi *et al.*, 2010) از صمغ کتیرا در داروسازی نیز به‌عنوان ژل‌ساز، عامل معلق‌ساز و در ریزپوشانی مواد مختلف مثل ویتامین‌ها و عطر و طعم استفاده می‌شود (Verbeken *et al.*, 2003).

کربوکسی متیل سلولز^۱ یکی از مهمترین مشتقات سلولز است که برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ در آلمان از واکنش سلولز با اسید منوکلرواستیک در شرایط کنترل شده ساخته شد (Heinze & Pfeiffer, 1999; Emerton & Choi, 2008). این صمغ یک پلیمر آنیونی انحلال‌پذیر در آب است که به‌منظور ایجاد ویسکوزیته و قوام در نوشیدنی‌ها، تاپینگ‌ها، پودرها و سس‌ها به‌طور گسترده استفاده می‌شود (Phillips & Williams, 2000; Emerton & Choi, 2008).

محلول کربوکسی متیل سلولز در غلظت بالا رفتار جریان رقیق‌شوندگی با برش دارد اما در غلظت پایین رفتار آن نیوتنی است (Benchabane & Bekkour, 2008). قوام‌دهندگی، ظرفیت نگهداری آب، پایداری خوب در pH پایین از خصوصیات کربوکسی متیل سلولز است (Murray, 2000).

منصوری‌پور و همکاران (Mansouripour *et al.*, 2011) تاثیر کاربرد توام صمغ کتیرای پولکی و کیتوزان بر ویژگی‌های جریانی و تغییرات ویسکوزیته را نسبت به زمان در سس مایونز بررسی کردند و دریافتند که ویژگی جریانی سس وابسته است به سرعت برشی و زمان، ضمن آنکه نمونه حاوی ۰/۱۶ درصد کتیرای پولکی و ۰/۰۴ درصد کیتوزان، نسبت به سایر نمونه‌ها، ویژگی‌های رئولوژیکی بهتری دارند.

عالم‌زاده و همکاران (Alamzadeh *et al.*, 2009) تاثیر دو گونه صمغ کتیرای ایرانی در غلظت‌های ۰/۳، ۰/۷ و ۱/۲ درصد را (به‌جای صمغ‌های وارداتی) بر ویژگی‌های

بررسی تاثیر صمغ‌های کتیرا و کربوکسی متیل سلولز ...

محصول و مقایسه نتایج به دست آمده، غلظت ۰/۲ درصد کتیرا انتخاب شد. سپس مقادیر مختلف صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز مطابق جدول ۱ به فرمولاسیون سس مایونز اضافه و کدگذاری گردید.

تهیه نمونه‌های مایونز: ابتدا زرده تخم مرغ با استفاده از مخلوط‌کن (مدل Braun600 watt turbo MR6550MCA, ساخت آلمان) به مدت ۳۰ ثانیه کاملاً هم زده شد. مواد پودری نیز مطابق جدول ۱ به مخلوط داخل همزن اضافه و به مدت یک دقیقه هم زده شد. سپس روغن و سرکه به تدریج طی ۵ دقیقه به بقیه مواد (در حین هم خوردن) اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه با دستگاه هوموژنایزر (نوع Ika, Ultra-Turax, T-18 - آلمان) با سرعت ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه هوموژن و در ظرف‌های بسته‌بندی ریخته شدند. ظرف‌ها بلافاصله دربندی شدند.

(شرکت Daicel - ژاپن)، کتیرای پولکی (Flake type) از عطاری در شهرستان بابل و ظروف پلی‌کربنات ۱۰۰ گرمی دردار برای بسته‌بندی سس از بازار محلی خریداری شد.

آماده‌سازی صمغ کتیرا: کتیرا با آسیاب برقی (مدل CNCM13ST1) شرکت بوش آلمان خرد شد و از غربال با مش ۱۰۰ عبور داده شد.

فرمولاسیون نمونه‌های مایونز: سس مایونز با روغن سویا (۶۶ درصد)، زرده تخم مرغ (۶ درصد)، شکر (۴/۷ درصد)، نمک (۱/۵ درصد)، خردل (۰/۵ درصد)، اسید سیتریک (۰/۰۵ درصد)، سوربات پتاسیم (۰/۰۱ درصد)، بنزوات سدیم (۰/۰۶ درصد)، صمغ (۰/۲ درصد)، سرکه (۴/۶ درصد) و آب (۱۶/۳۸ درصد) تهیه شد. برای مشخص کردن مقدار بهینه غلظت کتیرا، قبلاً نمونه‌های مایونز با غلظت‌های ۰/۱ تا ۰/۵ درصد از صمغ کتیرا تهیه شده و پس از آزمون ویسکوزیته ظاهری و خصوصیات حسی

جدول ۱- سطوح مختلف صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز استفاده شده در فرمولاسیون نمونه‌های مایونز با کد تیمارها

کد تیمارها	کربوکسی متیل سلولز (درصد)	کتیرا (درصد)
TC (نمونه شاهد)	۱۰۰	۰
TT ₁	۸۰	۲۰
TT ₂	۶۰	۴۰
TT ₃	۵۰	۵۰
TT ₄	۴۰	۶۰
TT ₅	۲۰	۸۰
TT ₆	۰	۱۰۰

بلافاصله با آب سرد تا رسیدن دمای آنها به دمای اتاق خنک شدند (Maskan & Gogus, 2000). نمونه‌ها در سانتریفوژ (Tuv - ترکیه) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس، فاز آبی شناور روی سطح تخلیه شد، باقی‌مانده توزین و درصد پایداری با رابطه ۱ محاسبه گردید (Cserhalmi et al., 2001):

pH و اسیدیته: pH و اسیدیته نمونه‌های سس مایونز مطابق استاندارد ملی ایران ۲۴۵۴ اندازه‌گیری شد (Anon, 1992).

پایداری امولسیون: در هر یک از لوله‌های شیشه‌ای، حدود ۱۰ گرم نمونه سس مایونز ریخته شد. لوله‌ها در بن‌ماری ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و

$$\tau = k \gamma^n + \tau^0 \quad (2)$$

که در آن،

k = ضریب قوام (پاسکال در ثانیه)؛ n = اندیس جریان؛ و τ^0 = تنش حد (پاسکال).

آزمون روبش فرکانس: آزمون روبش فرکانس در محدوده فرکانس ۱۰۰-۰/۰۱ هرتز (Worrasinchai *et al.*, 2006) و با اعمال کرنش ثابت ۰/۵ درصد در محدوده خطی ویسکو الاستیک اجرا و روند تغییرات بررسی شد.

ریز ساختار: با استفاده از دوربین عکاسی شرکت صنایع اپتیک صایران (مدل DB2-180M) متصل به میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی $\times 40$ ، از نمونه‌ها تصویربرداری شد (Mun *et al.*, 2009).

آزمون حسی: برای ارزیابی حسی، ابتدا توانایی احساس چشایی و بویایی داورها از طریق آزمون سه‌تایی ارزیابی شد. ویژگی‌های حسی مایونز شامل طعم، رنگ، عطر و بو، قوام، بافت و پذیرش کلی، با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای، به کمک ۱۰ داور که آموزش مقدماتی دیده بودند در دمای اتاق به دست آمد و با انتخاب یکی از گزینه‌های بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و بسیار خوب، به ترتیب از ۱ تا ۵ به نمونه‌ها امتیاز داده شد (Nikzade *et al.*, 2012).

تجزیه و تحلیل آماری

نمونه‌ها با سه تکرار در طرح آزمایشی کاملاً تصادفی فرموله شدند و یک و سی روز پس از تاریخ تولید مورد آزمایش قرار گرفتند. برای تعیین معنی‌دار بودن داده‌های آزمایشی از آزمون واریانس یک طرفه استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون TUKEYS (در سطح $p < 0.05$) و با استفاده از نرم‌افزار Minitab V.16 مقایسه و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Excel, 2007) رسم شدند.

$$(1) \quad \text{وزن مایع جدا شده - وزن نمونه} \times 100 = \frac{\text{وزن مایع جدا شده - وزن نمونه}}{\text{وزن نمونه}} = \text{درصد پایداری}$$

رنگ‌سنجی: رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه هانترلب (Color Flex, 45.0 - امریکا) پارامترهای a^* ، b^* و L^* به دست آمد. دستگاه ابتدا با کاشی سفید با پارامترهای رنگی ($a^*=1.24$ $b^*=-1.13$ $L^*=70.93$) کالیبره و پس از آن سنجش رنگ تمام نمونه‌ها انجام شد (Santipanichwong & Suphantharika, 2007).

ویسکوزیته ظاهری: ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مایونز با دستگاه ویسکومتر (Viscotech = نوع V_2 مدل R-اسپانیا) اندازه‌گیری و بدین منظور از اسپیندل نوع TR11 و سرعت ۶۰ دور در دقیقه در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس استفاده شد. ابتدا اسپیندل مورد نظر به مدت یک دقیقه در تیمارها به گردش درآورده شد و پس از آن در هر دقیقه برای بازه زمانی ۵ دقیقه ویسکوزیته نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Mansouripour *et al.*, 2011).

آزمون رئولوژیکی: برای آزمون رئولوژیکی از رئومتر (مدل MCR-301) شرکت آنتون پار اتریش استفاده شد. در این دستگاه از دو صفحه موازی با سطح زبر استفاده شده است. قطر صفحه دستگاه ۲۵ میلی‌متر و فاصله ایجاد شده بین دو صفحه دستگاه ۱ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. برای تنظیم دما، سیرکولاتور آب با حساسیت ۰/۰۱ درجه سلسیوس به کار گرفته شد. آزمون‌های رفتار جریانی و روبش فرکانس ۲۴ ساعت بعد از تولید در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انجام گرفته است.

آزمون رفتار جریان: در بررسی ویژگی رفتار جریانی، سرعت برشی در محدوده ۰/۰۱ تا ۱۵۰ معکوس ثانیه، مطابق روش فونسکا و همکاران (Fonseca *et al.*, 2009) اما با کمی اصلاحات، اعمال گردید و نتایج به دست آمده پس از تطبیق با مدل رئولوژیکی هرشل‌بالکی، مورد بحث و بررسی قرار گرفتند (رابطه ۲):

بحث و نتایج

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

نتایج آزمون pH و اسیدیته نمونه‌های مایونز حاوی مخلوط صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز در جدول ۲ نشان داده شده است. کمترین pH در روز اول مربوط به نمونه سس مایونز حاوی ۱۰۰ درصد صمغ کتیرا با مقدار ۳/۸۷ می‌باشد که از لحاظ آماری تنها با نمونه سس مایونز حاوی ۱۰۰ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز دارای تفاوت معنی‌دار است. احتمالاً حضور اسیدهای ضعیف گلاکتورونیک و گلوکورونیک در ساختار شیمیایی صمغ کتیرا

(Mesbahi *et al.*, 2004; Farahnaki *et al.*, 2009; Mansouripour *et al.*, 2009) باعث کاهش pH شده است. در بازه زمانی سی روز پس از تولید، pH نمونه‌های حاوی ۸۰ و ۱۰۰ درصد صمغ کتیرا تفاوت معنی‌داری با pH نمونه ۱۰۰ درصد صمغ کربوکسی متیل سلولز دارد. اسیدیته نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا در هر دو بازه زمانی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد ندارد. pH و اسیدیته همه نمونه‌ها در هر دو بازه زمانی، در حد قابل قبول مطابق استاندارد ملی ایران (pH کمتر از ۴/۱ و اسیدیته بیشتر از ۰/۶ درصد بر مبنای اسید استیک) هستند.

جدول ۲- pH، اسیدیته و درصد پایداری نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا در یک و سی روز پس از تولید

کد تیمارها	pH		اسیدیته (درصد استیک)		پایداری (درصد)	
	روز اول	روز سی‌ام	روز اول	روز سی‌ام	روز اول	روز سی‌ام
TC	۳/۹۳±۰/۰۲ ^a	۳/۹۱±۰/۰۰ ^a	۰/۶۰۶±۰/۰۱ ^ε	۰/۶۰۲±۰/۰۰	۹۴/۶۳±۱/۳۰ ^a	۸۹/۱۴±۰/۶۴ ^d
TT ₁	۳/۹۱±۰/۰۲ ^{ab}	۳/۸۹±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۶۰۱±۰/۰۱ ^ε	۰/۶۰۱±۰/۰۰	۹۵/۰۰±۲/۰۶ ^a	۹۳/۳۰±۱/۵۳ ^c
TT ₂	۳/۹۱±۰/۰۲ ^{ab}	۳/۹۰±۰/۰۱ ^a	۰/۶۰۲±۰/۰۰ ^ε	۰/۶۰۲±۰/۰۰	۹۶/۸۶±۱/۲۶ ^a	۹۵/۳۳±۱/۳۰ ^{bc}
TT ₃	۳/۹۰±۰/۰۳ ^{ab}	۳/۸۹±۰/۰۰ ^{ab}	۰/۶۰۱±۰/۰۱ ^ε	۰/۶۰۱±۰/۰۰	۹۷/۹۳±۰/۵۵ ^a	۹۶/۷۷±۰/۵۰ ^{ab}
TT ₄	۳/۹۰±۰/۰۰ ^{ab}	۳/۸۹±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۶۰۰±۰/۰۰ ^ε	۰/۶۰۱±۰/۰۰	۹۷/۳۶±۱/۲۶ ^a	۹۷/۰۰±۰/۷۹ ^{ab}
TT ₅	۳/۹۰±۰/۰۳ ^{ab}	۳/۸۷±۰/۰۱ ^{bc}	۰/۶۰۱±۰/۰۱ ^ε	۰/۶۰۱±۰/۰۰	۹۷/۱۶±۰/۳۷ ^a	۹۷/۹۰±۰/۲۹ ^a
TT ₆	۳/۸۷±۰/۰۱ ^{ab}	۳/۸۶±۰/۰۱ ^c	۰/۶۰۰±۰/۰۱ ^ε	۰/۶۰۲±۰/۰۰	۹۷/۱۰±۱/۰۸ ^a	۹۷/۴۶±۰/۵۵ ^{ab}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*میانگین± انحراف معیار

پایداری امولسیون

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است با افزایش تدریجی صمغ کتیرا، روند افزایش تدریجی بدون تفاوت معنی‌دار در پایداری امولسیون نمونه‌ها در روز اول به‌وجود می‌آید. اما پس از سی روز نگهداری، نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا در نسبت‌های ۵۰:۵۰ و بالاتر، پایداری بیشتری نشان می‌دهند. صمغ کتیرا به‌علت حضور

گروه‌های کربوکسیل و هیدروکسیل در ساختار خود و توانایی بالای این گروه‌ها در پیوند با آب، توانایی حفظ و جذب آب بالایی دارد (Zargarani *et al.*, 2008) و می‌تواند پایداری نمونه‌های سس مایونز را افزایش دهد. کولا و استافر (Cola & Stauffer, 1987) می‌گویند که صمغ کتیرا، در مقایسه با زانتان و پروپیلن گلیکول آلژینات برای پایداری امولسیون روغن در آب بهتر عمل می‌کند.

آزمون رنگ‌سنجی

قطره‌های روغن و در نتیجه جذب بیشتر پرتوهای روشنایی نفوذ یافته می‌شود. افزایش مقدار a^* و b^* در اکثر نمونه‌ها، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت صمغ کتیرا میزان زردی و قرمزی محصول نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز در هر دو بازه زمانی افزایش معنی‌داری یافته که این تغییر رنگ، احتمالاً ناشی از رنگ کرم و اندکی متمایل به زرد صمغ کتیرای پولکی است.

ویسکوزیته ظاهری

میانگین نتایج ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مایونز در جدول ۴ نشان داده شده است.

پارامتر رنگ یکی از عوامل مهم در پذیرش مایونز توسط مصرف‌کننده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود که یک روز پس از تولید، با افزایش غلظت صمغ کتیرا به نسبت‌های ۵۰ درصد و بالاتر، میزان فاکتور L^* که بیانگر روشنایی نمونه‌ها است، کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد دارد.

پس از سی روز نگهداری، L^* نمونه‌ها، نسبت به زمان پس از تولید، با افزایش غلظت کتیرا کاهش می‌یابد. این موضوع شاید ناشی از افزایش اندازه ذرات روغن نمونه‌های مایونز در دوره نگهداری باشد که باعث کاهش پراکندگی

جدول ۳- پارامترهای رنگ‌سنجی نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا در یک و سی روز بعد از تولید

کد تیمارها	L^*		b^*		a^*	
	روز اول	روز سی‌ام	روز اول	روز سی‌ام	روز اول	روز سی‌ام
TC	۹۰/۰۳۳ ± ۰/۰۲۱ ^b	۸۹/۶۸ ± ۰/۰۳ ^a	۱۲/۳۱۳ ± ۰/۰۵ ^d	۱۲/۹۸ ± ۰/۰۱ ^e	۰/۲۹۰ ± ۰/۰۲۶ ^c	۰/۳۷ ± ۰/۰۳ ^c
TT ₁	۹۰/۰۳۰ ± ۰/۰۳۶ ^b	۸۹/۵۵ ± ۰/۰۱ ^b	۱۲/۳۷۶ ± ۰/۰۱۱ ^d	۱۳/۰۴ ± ۰/۰۴ ^e	۰/۳۶۳ ± ۰/۰۱۱ ^{bc}	۰/۴۱ ± ۰/۰۱ ^c
TT ₂	۸۹/۹۸۷ ± ۰/۰۶۴ ^b	۸۹/۲۸ ± ۰/۰۱ ^c	۱۲/۴۶۰ ± ۰/۰۱۷ ^d	۱۲/۹۰ ± ۰/۰۲ ^f	۰/۴۰۳ ± ۰/۰۲۰ ^b	۰/۳۹ ± ۰/۰۲ ^c
TT ₃	۸۹/۶۰۰ ± ۰/۰۶۲ ^c	۸۸/۱۳ ± ۰/۰ ^f	۱۳/۰۶۰ ± ۰/۰۶۵ ^b	۱۴/۱۳ ± ۰/۰۱ ^b	۰/۴۱۶ ± ۰/۰۲۰ ^b	۰/۴۹ ± ۰/۰ ^b
TT ₄	۸۹/۵۵۰ ± ۰/۱۵۶ ^c	۸۹/۱۵ ± ۰/۰ ^d	۱۲/۹۸۳ ± ۰/۰۹۴ ^{bc}	۱۳/۳۹ ± ۰/۰۱ ^d	۰/۳۸۰ ± ۰/۰۴۳ ^{bc}	۰/۵۰ ± ۰/۰ ^b
TT ₅	۸۹/۵۱۳ ± ۰/۰۶۱ ^c	۸۹/۱۴ ± ۰/۰۳ ^d	۱۲/۷۸۰ ± ۰/۱۵۱ ^c	۱۳/۶۴ ± ۰/۰۴ ^c	۰/۳۰۳ ± ۰/۰۶۶ ^c	۰/۵۱ ± ۰/۰ ^b
TT ₆	۸۹/۵۲۰ ± ۰/۱۶۳ ^c	۸۸/۶۲ ± ۰/۰۱ ^e	۱۵/۳۸۶ ± ۰/۰۷۷ ^a	۱۶/۲۸ ± ۰/۰ ^a	۰/۷۵۳ ± ۰/۰۲۰ ^a	۰/۸۹ ± ۰/۰ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*میانگین ± انحراف معیار

جدول ۴- ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های سس مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا در یک و سی روز بعد از تولید

کد تیمارها	ویسکوزیته (میلی‌پاسکال در ثانیه)	
	روز اول	روز سی‌ام
TC	۱۲۹۰۰ ± ۲۶۵ ^{ab}	۱۰۷۰۰ ± ۵۰۰ ^{bc}
TT ₁	۱۰۹۳۳ ± ۲۰۸ ^c	۹۴۶۷ ± ۳۷۹ ^d
TT ₂	۱۱۵۰۰ ± ۵۲۹ ^c	۱۰۳۰۰ ± ۳۶۱ ^c
TT ₃	۱۳۶۰۰ ± ۲۰۰ ^a	۱۱۸۰۰ ± ۱۷۳ ^a
TT ₄	۱۳۲۳۳ ± ۲۰۸ ^a	۱۰۳۰۰ ± ۱۰۰ ^c
TT ₅	۱۲۹۶۷ ± ۲۰۸ ^{ab}	۱۱۴۶۷ ± ۵۸ ^{ab}
TT ₆	۱۲۳۶۷ ± ۳۵۱ ^b	۱۱۶۳۳ ± ۱۵۳ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*میانگین ± انحراف معیار

باشد (Saha & Bhattacharya, 2010). مصباحی و همکاران (Mesbahi *et al.*, 2004) از کتیرای مفتولی به‌جای مواد پایدارکننده و قوام‌دهنده وارداتی استفاده کرده و گفته‌اند که سس مایونز محتوی ۰/۲ درصد کتیرا، نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ زانتان و کربوکسی متیل سلولز، ویسکوزیته ظاهری بیشتری نشان می‌دهد.

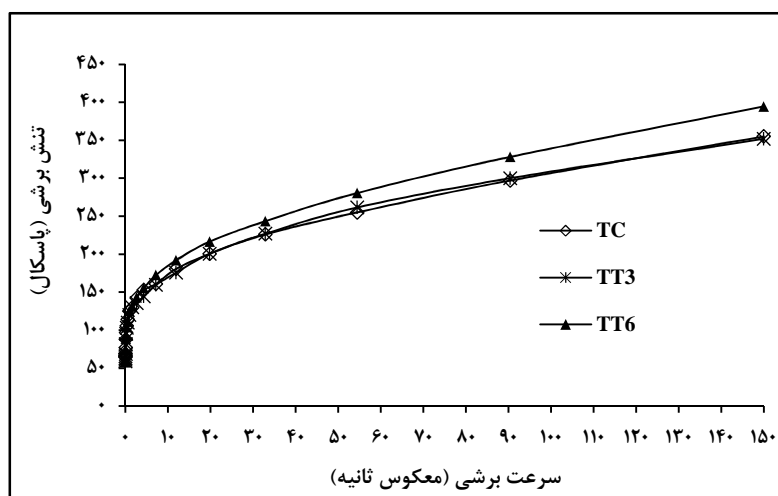
ویژگی جریان

روند تغییرات در شکل ۱ نشان‌دهنده ارتباط غیر خطی تنش برشی نسبت به سرعت برشی نمونه‌های مایونز و رفتار غیر نیوتنی نمونه‌هاست. روند تغییرات نشان داده شده در شکل ۲ نیز بیانگر آن است که احتمالاً با افزایش سرعت برشی، شبکه سه‌بعدی امولسیون جمع می‌شود و تغییر شکل می‌دهد و کاهش مقاومت امولسیون در برابر جریان و در نتیجه کاهش ویسکوزیته ظاهری می‌انجامد (Liu *et al.*, 2007; Nikzade *et al.*, 2012).

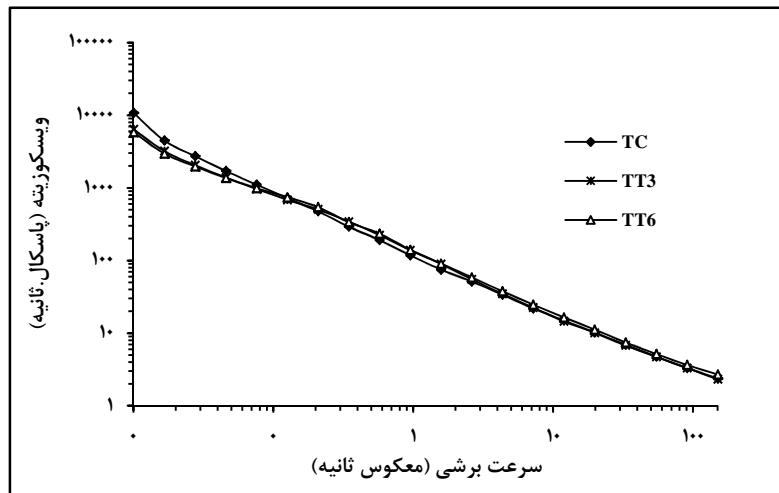
نتایج به‌دست آمده از این آزمون با مدل هرشل بالکی برازش داده شد و ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۹۸ تأکیدی بر انطباق رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها با این مدل بود (جدول ۵).

به‌کارگیری صمغ کتیرا به جای کربوکسی متیل سلولز از سطح ۵۰ درصد به بالا، ویسکوزیته ظاهری را در روز اول بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به نمونه شاهد بالا می‌برد. اما پس از سی روز نگهداری، ویسکوزیته نمونه‌های حاوی ۵۰ درصد و بالاتر کتیرا نسبت به ویسکوزیته نمونه شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است. عواملی نظیر وزن مولکولی صمغ‌ها، میزان زنجیره جانبی و طول زنجیره پلی‌ساکاریدی بر میزان ویسکوزیته محصول موثر است (Zargarani *et al.*, 2008).

صمغ کتیرا در محلول‌های اسیدی ثبات بالایی دارد (Eastwood *et al.*, 1984; Yokoyama *et al.*, 1998) و از جمله صمغ‌های شاخه‌داری است که در ساختار خود قندهای فوکوز، زایلوز و گالاکتورونیک دارد (Farahnaki *et al.*, 2009). به‌همین دلیل این صمغ می‌تواند ویسکوزیته مناسب را در سس مایونز ایجاد کند. کاهش ویسکوزیته ظاهری تمام نمونه‌های سس مایونز پس از گذشت سی روز نگهداری، نسبت به زمان پس از تولید، می‌تواند به‌دلیل کم شدن توانایی صمغ در حفظ شبکه‌های درگیر و منتقل کردن مولکول‌های آزاد موجود در سوسپانسیون به این شبکه‌ها



شکل ۱- روند تغییرات تنش برشی نسبت به سرعت برشی نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا یک روز پس از تولید



شکل ۲- روند تغییرات ویسکوزیته نسبت به سرعت برشی نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا یک روز پس از تولید

جدول ۵- ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا منطبق با مدل هرشل بالکی یک روز پس از تولید

کد تیمارها	تنش تسلیم (پاسکال)	ضریب قوام (پاسکال در ثانیه)	اندیس جریان	R^2
TC	40.61 ± 3.10^a	70.94 ± 7.130^a	0.328 ± 0.093^a	0.981 ± 0.025
TT ₃	49.13 ± 5.59^a	67.88 ± 4.342^a	0.341 ± 0.038^a	0.990 ± 0.009
TT ₆	47.10 ± 5.40^a	75.71 ± 5.226^a	0.372 ± 0.027^a	0.993 ± 0.007

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*میانگین \pm انحراف معیار

جایگزینی صمغ کتیرا توانسته خصوصیات رئولوژیکی مشابه با نمونه شاهد ایجاد کند.

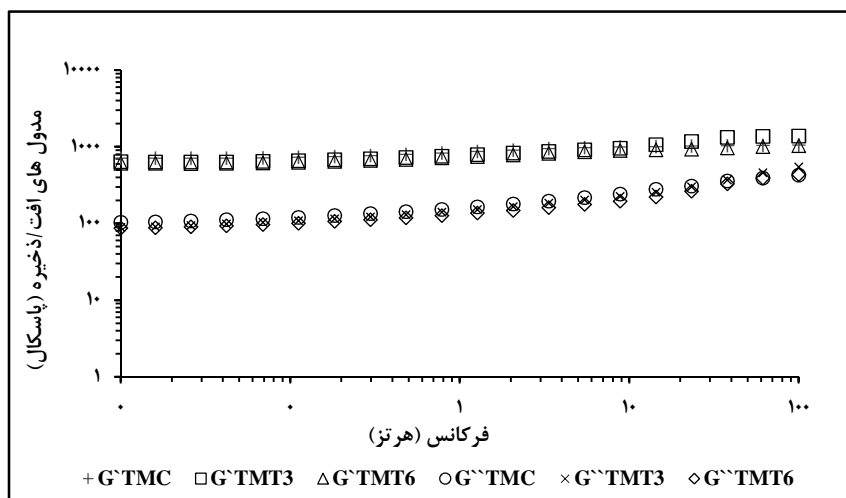
رویش فرکانس

تغییرات مدول ذخیره و افت در شکل ۳ نشان داده شده است. مدول ذخیره (G') در تمام محدوده خطی کرنش بالاتر از مدول افت (G'') و $\tan \delta$ نیز بزرگتر از ۰/۱ است (شکل ۴) که نشان‌دهنده خصوصیات زل ضعیف در فرکانس ۱۰۰-۰/۱ هرتز برای نمونه‌های سس تولیدی است. این نتیجه‌گیری با گزارش‌های پیشین همخوانی دارد (Wendin *et al.*, 1997; Mandala *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2007)

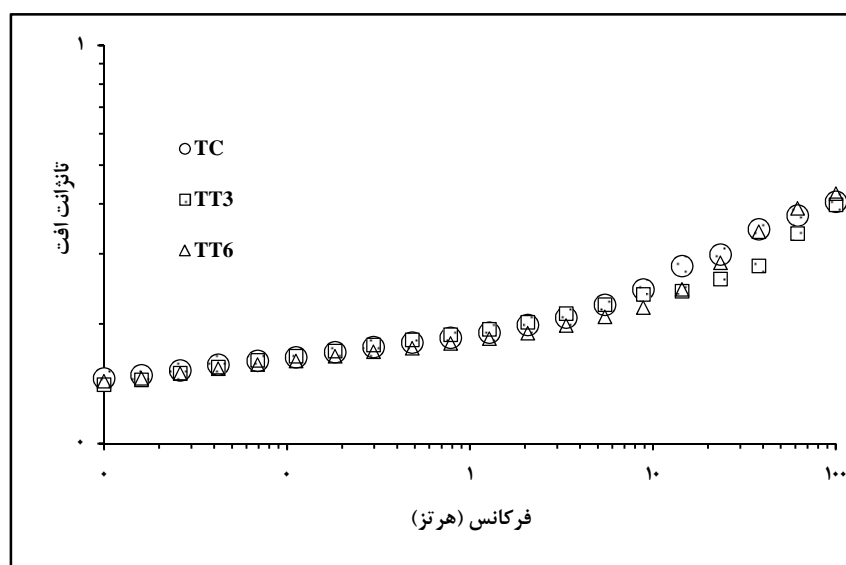
اندیس جریان نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا از ۰/۳۲۸ تا ۰/۳۷۲ است که خصوصیات رقیق‌شونده با برش (رفتار سودوپلاستیک) نمونه‌ها را نشان می‌دهد و پیش از این جاسزاک و همکاران و منصوری‌پور و همکاران (Juszczak *et al.*, 2003; Mansouripour *et al.*, 2007) آن را گزارش داده‌اند.

با توجه به اینکه تنش تسلیم، ضریب قوام و اندیس جریان نمونه سس حاوی ۵۰ درصد کتیرا تفاوت معنی‌داری با تنش تسلیم، ضریب قوام و اندیس جریان نمونه شاهد ندارند، می‌توان گفت که این دو صمغ (کتیرا و کربوکسی متیل سلولز) اثر سینرژیستی ندارند و

بررسی تاثیر صمغ‌های کتیرا و کربوکسی متیل سلولز ...



شکل ۳- روند تغییرات مدول‌های ذخیره و افت نسبت به فرکانس نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا یک روز پس از تولید



شکل ۴- روند تغییرات تانژانت افت نسبت به فرکانس نمونه‌های مایونز با غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا یک روز پس از تولید

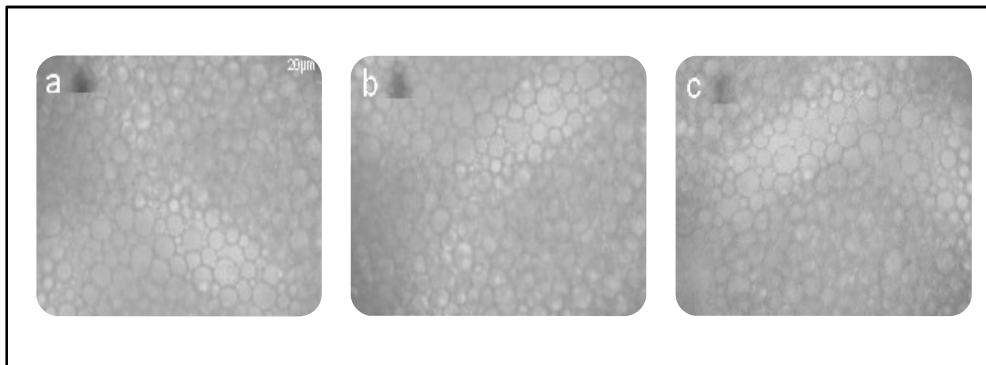
بالاتر بودن مدول ذخیره در ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک نشان‌دهنده قدرت ساختار و قابلیت حفظ شکل بالاتر مایونز است، از این‌رو تغییرات مدول ذخیره و مدول افت تاییدکننده رفتار ویسکوالاستیک نمونه‌ها و نیز مشابهت روند این رفتار برای همه نمونه‌های مایونز تولیدی است. عالم‌زاده و همکاران (Alamzadeh *et al.*, 2009) با تحقیق درباره سه نوع مایونز با درصدهای مختلف کتیرا

باالاتر بودن مدول ذخیره در ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک نشان‌دهنده قدرت ساختار و قابلیت حفظ شکل بالاتر مایونز است، از این‌رو تغییرات مدول ذخیره و مدول افت تاییدکننده رفتار ویسکوالاستیک نمونه‌ها و نیز مشابهت روند این رفتار برای همه نمونه‌های مایونز تولیدی است. عالم‌زاده و همکاران (Alamzadeh *et al.*, 2009) با تحقیق درباره سه نوع مایونز با درصدهای مختلف کتیرا

ریزساختار
بررسی تصاویر میکروسکوپ نوری مشخص می‌کند
که قطره‌های چربی در نمونه‌های حاوی ۵۰ و ۱۰۰

ماکرومولکولی صمغ حجم بیشتری از امولسیون را در اختیار خود می‌گیرد و باعث ایجاد تماس و ارتباط بیشتر با گویچه‌های چربی و کاهش جریان‌پذیری و افزایش ویسکوزیته امولسیون می‌شود. در شکل ۵ مشاهده می‌شود که نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا (b, c) بافتی مشابه نمونه شاهد (a) دارند که نشان می‌دهد کتیرا قابلیت ایجاد ریزساختاری مشابه کربوکسی متیل سلولز را در سس مایونز می‌تواند ایجاد کند. این شباهت ریزساختاری باید موجب مشابهت پایداری و همچنین ویسکوزیته نمونه‌ها شود، موضوعی که نتایج حاصل از آزمون‌های پایداری و ویسکوزیته نمونه‌ها با آن همخوانی دارد و آن را تایید می‌کند.

درصد کتیرا، مانند نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز به‌طور منظم و یکنواخت کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند که منجر به امولسیون می‌شود. این مطلب می‌تواند به‌دلیل میان‌کنش‌های حاصل از قطره‌های چربی با یکدیگر و صمغ - پروتئین باشد که نتیجه آن پایداری امولسیون است. آبوگوسن و همکاران (Abu-Ghoush *et al.*, 2008) و دپری و ساواژ (Depree & Savage, 2001) نشان داده‌اند که پخش منظم قطره‌های چربی باعث ایجاد ساختار پایدار و البته مناسب‌تر به لحاظ ویژگی‌های حسی می‌شود. همچنین ماندلا و همکاران (Mandala *et al.*, 2004) نشان داده‌اند که با افزایش غلظت صمغ تا حد معین، شبکه



شکل ۵- تصاویر میکروسکوپ نوری ۴۰×، نمونه‌های مایونز a: TC, b:TT₃, c:TT₆

فقط فاکتور رنگ نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا در یک روز پس از تولید از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز دارد. این نتیجه‌گیری با نتایج آزمون رنگ‌سنجی با هانت‌رلب، که نمونه فوق در هر دو بازه زمانی زردی و قرمزی بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشته است، مطابقت دارد.

آزمون حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی مایونزهای حاوی صمغ کتیرا در یک و سی روز پس از تولید در جدول ۶ نشان داده شده است. نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا در پارامترهای مزه، قوام، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد ندارند اما

جدول ۶- تاثیر غلظت‌های مختلف صمغ کتیرا بر مزه، رنگ، عطر و بو، ویسکوزیته، بافت و پذیرش کلی مایونز یک و سی روز پس از تولید

ویژگی‌های حسی	TC	TT ₁	TT ₂	TT ₃	TT ₄	TT ₅	TT ₆
مزه (یک روز)	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۳/۵۷±۰/۷۸ ^a	۴/۵۷±۰/۷۸ ^a	۳/۸۵±۰/۸۹ ^a	۳/۸۵±۰/۸۹ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a
مزه (سی روز)	۳/۵۷±۰/۷۸ ^a	۴/۱۴±۱/۰۶ ^a	۳/۷۱±۰/۷۵ ^a	۳/۷۱±۰/۹ ^a	۴/۰۰±۰/۰۰ ^a	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a
رنگ (یک روز)	۴/۵۷±۰/۵۳ ^a	۴/۱۴±۰/۳۷ ^{ab}	۴/۱۴±۰/۶۹ ^{ab}	۴/۲۸±۰/۴۸ ^{ab}	۳/۷۱±۰/۴۸ ^{ab}	۴/۱۴±۰/۶۹ ^{ab}	۳/۵۷±۰/۵۳ ^b
رنگ (سی روز)	۴/۰۰±۰/۰۰ ^a	۴/۱۴±۰/۶۹ ^a	۴/۱۴±۰/۳۷ ^a	۴/۲۸±۰/۴۸ ^a	۴/۱۴±۰/۳۷ ^a	۴/۲۸±۰/۴۸ ^a	۳/۸۵±۰/۳۷ ^a
بافت (یک روز)	۴/۴۲±۰/۷ ^a	۴/۱۴±۰/۶ ^a	۳/۸۵±۰/۶ ^a	۳/۸۵±۰/۶ ^a	۴/۲۸±۰/۴ ^a	۳/۵۷±۰/۵ ^a	۳/۸۵±۰/۳ ^a
بافت (سی روز)	۳/۸۵±۰/۳۷ ^a	۳/۸۵±۰/۶۹ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a	۴/۱۴±۰/۶۹ ^a	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a	۴/۱۴±۰/۳۷ ^a	۴/۲۸±۰/۴۸ ^a
عطر و بو (یک روز)	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a	۳/۸۵±۰/۶۹ ^a	۳/۵۷±۰/۷۸ ^a	۳/۸۵±۰/۶۹ ^a	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a	۳/۷۱±۰/۹۵ ^a	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a
عطر و بو (سی روز)	۳/۵۷±۰/۷۸ ^a	۳/۸۵±۱/۰۶ ^a	۳/۵۷±۰/۹۷ ^a	۴/۱۴±۰/۸۹ ^a	۳/۷۱±۰/۷۵ ^a	۴/۰۰±۰/۸۱ ^a	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a
قوام (یک روز)	۴/۵۷±۰/۷۸ ^a	۴/۲۸±۱/۱۱ ^a	۳/۸۵±۰/۸۹ ^a	۴/۲۸±۰/۴۸ ^a	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۳/۸۵±۰/۳۷ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a
قوام (سی روز)	۳/۸۵±۰/۳۷ ^a	۴/۰۰±۰/۸۱ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a	۳/۷۱±۰/۷۵ ^a	۴/۲۸±۰/۷۵ ^a	۴/۰۰±۰/۵۷ ^a	۴/۱۴±۰/۶۹ ^a
پذیرش کلی (یک روز)	۴/۱۴±۰/۶۹ ^{ab}	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۳/۵۷±۰/۵۳ ^b	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۴/۰۰±۰/۰۰ ^{ab}	۳/۸۵±۰/۳۷ ^{ab}	۳/۸۵±۰/۳ ^{ab}
پذیرش کلی (سی روز)	۳/۸۵±۰/۳۷ ^a	۴/۲۸±۰/۴۸ ^a	۳/۷۱±۰/۴۸ ^a	۴/۲۸±۰/۷۵ ^a	۴/۱۴±۰/۳۷ ^a	۴/۴۲±۰/۵۳ ^a	۴/۰۰±۰/۰۰ ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*میانگین ± انحراف معیار

نتیجه‌گیری

می‌تواند جایگزین صمغ کربوکسی متیل سلولز در نمونه‌های مایونز شود. اکثر پایدارکننده‌ها و قوام‌دهنده‌های مورد مصرف در امولسیون‌های مختلف غذایی از اقلام وارداتی هستند، بنابراین شناسایی و عملکرد ترکیبات هیدروکلوئیدی بومی کشور با اهمیت است و پیشنهاد می‌شود خصوصیات کاربردی آنها در سس و سایر مواد غذایی بیشتر بررسی شود.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که صمغ کتیرا می‌تواند به‌عنوان ماده‌ای قوام‌دهنده و پایدارکننده در سس مایونز به‌کار برده شود. این ماده در نسبت ۵۰ درصد، به‌علت افزایش قابلیت اتصال به آب و ایجاد پایداری، توان حفظ ویسکوزیته فاز پیوسته و رفتار رئولوژی مناسب و همچنین توان کسب امتیازات حسی قابل قبول را دارد و نیز

مراجع

- Abu-Ghoush, M., Samhouri, M., Al-Holy, M. and Herald, T. 2008. Formulation and fuzzy odeling of emulsio stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. J. Food Eng. 84(8): 348-357.
- Alamzadeh, T., Mohammadifar, M. and Azizi, K. 2009. Effect of gum tragacanth in Iran (Esfahan and Esfarayen) on the rheological characteristics of mayonnaise. J. Food Sci. Technol. 7(3): 128-140. (in Farsi)
- Anon. 1992. Mayonnaise and Salad Dressings-Characteristics. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Standard No. 2454. (in Farsi)

- Balaghi, S., Mohammadifar, M. and Zargaraan, A. 2010. Physicochemical and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. *Food Biophys.* 5, 59-71.
- Benchabane, A. and Bekkour, K. 2008. Rheological properties of CMC solutions. *Colloid. Polym. Sci.* 286, 1173-1180.
- Cola, K. A. and Stauffer, K. R. 1987. Shelf life study of oil-water emulsion using various commercial hydrocolloids. *J. Food Sci.* 52 (1): 166-172.
- Cserhalmi, Z. S., M'arkusa, Z. S., Czukor, B., Barath, A. and Toth, M. 2001. Physico-chemical properties and food utilization possibilities of RF-treated mustard seed. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 1, 251-254.
- Depree, J. A. and Savage, G. P. 2001. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends Food Sci. Tech.* 12, 157-163.
- Dickinson, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food hydrocolloid.* 23, 1473-1482.
- Eastwood, M. A., Brydon, W. G. and Anderson, D. M. 1984. The effects of dietary gum tragacanth in man. *Toxicol. lett.* 21, 73-81.
- Emerton, V. and Choi, E. 2008. *Essential Guide to Food Additives.* Royal Society of Chemistry Pub.
- Farahnaki, A. S., Majzobi, M. and Mesbahi, G. H. 2009. *Characteristics and Application of Hydrocolloids in Food and Medicine.* Iran Agricultural Science Pub. (in Farsi)
- Fonseca, V., Haminiuk, C., Izydor, D., Waszcznskyj, N., Scheer, A. and Sierakowski, M. 2009. Stability and rheological behaviour of sahad dressing obtained with whey and different combinations of stabilizers. *Int. J. Food Sci. Tech.* 44, 777-783.
- Friberg, D. E., Larsson, K. and Sjoblom, G. 2004. *Food Emulsions.* 4th Edition. Marcel Dekker, Inc.
- Heinze, T. and Pfeiffer, K. 1999. Studies on the synthesis and characterization of carboxymethylcellulose. *Die Angewandte Makromolekulare Chemie.* 266, 37-45.
- Huang, X., Kakuda, Y. and Cui, W. 2001. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloid.* 15, 533-542.
- Juszczak, L., Fortuna, T. and Kosla, A. 2003. Sensory and rheological properties of polish commercial mayonnaise. *Nahrung.* 47(4): 232-235.
- Liu, H., Xu, X. M. and Guo, S. D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT - Food Sci. Technol.* 40, 946-954.
- Ma, L. and Barbosa-Chovas, G. 1995. Rheological characterization of mayonnaise. Part I: flow and viscoelastic properties of different oil and xanthan gum concentration. *J. Food Eng.* 25, 397-408.
- Mandala, I. G., Savvas, T. P. and Kostaropoulos, A. E. 2004. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *J. Food Eng.* 64, 335-342.
- Mansouripour, C., Mizani, M., Moradi, C. and Alimi, M. 2009. Combined use of chitosan and flake tragacanth gum in the formulation of mayonnaise. *Food Sci. Nutr.* 7(1): 24-10. (in Farsi)

- Mansouripour, C., Mizani, M., Moradi, C. and Alimi, M. 2011. The influence of synergistic utilization of chitosan and flake tragacanth on the rheological properties of mayonnaise. *Food Sci. Nutr.* 8 (2): 51-44. (in Farsi)
- Maruyama, K., Sakashita, T., Hagura, Y. and Suzuki, K. 2007. Relationship between Rheology, particle size and texture of mayonnaise. *Food Sci. Technol.* 13(1):1-6.
- Maskan, M. and Gogus, F. 2000. Effect of sugar on the rheological properties of sunflower oil-water Emulsions. *J. Food Eng.* 43, 173-177.
- Mesbahi, G., Jamalian, J. and Golkari, C. 2004. Substitution of Tragacanth in Mayonnaise instead for imported stabilizers and thickeners. *J. Sci. Technol. Agric. Natural Res.* 8(2): 191-204. (in Farsi)
- Mun, S., Kim, Y., Kang, C., Park, K., Shim, J. and Kim, Y. 2009. Development of reduced-fat mayonnaise using 4-GTase-modified rice starch and xanthan gum. *Int. J. Biol. Macromol.* 44, 400-407.
- Murray, J. C. 2000. Cellulosics. In: Phillips, G. O. and Williams, P. A (Eds.) *Handbook of Hydrocolloids.* Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Nikzade, V., Mazaheri, M. and Tarzjan, S. 2012. Optimization of low-cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloid.* 28, 344-352.
- Phillips, G. O. and Williams, P. A. 2000. *Hand book of hydrocolloids.* CRC Press.
- Saha, D. and Bhattacharya, S. 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *J. Food Sci. Technol.* 47, 587-597.
- Santipanichwong, R. and Supphantharika, M. 2007. Carotenoids as colorants in reduced-fat mayonnaise containing spent brewer's yeast β -glucan as a fat replacer. *Food Hydrocolloid.* 21, 565-574.
- Verbeke, D., Dierckx, S. and Dewettinck, K. 2003. Exudate gums: occurrence, production and applications. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 63, 10-21.
- Wendin, K., Aaby, K., Edris, A., Risberg, M., Albin, R., Bergenstahl, B., Johansson, L., Willers, E. and Solheim, R. 1997. Low-fat mayonnaise: influences of fat content, aroma compounds and thickeners. *Food hydrocolloid.* 11(1): 87-99.
- Worrasinchai, S., Supphantharika, M., Pinjai, S. and Jamnong, P. 2006. B-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloid.* 20, 68-78.
- Yokoyama, A., Srinivasan, K. R. and Fogler, H. S. 1998. Stabilization mechanism of colloidal suspensions by gum tragacanth: the influence of pH on stability. *J. Colloid Interf. Sci.* 126(1): 141-149.
- Zargar, A. S., Mohammadifar, M. and Balaghi, S. 2008. Comparison of chemical composition and rheological properties of Iranian gum tragacanth exudate from *A. floccosus* and *A. rahensis*. *Iranian Food Sci. Nutr.* 3(4): 9-17. (in Farsi)

Effect of Gum Tragacanth and Carboxymethyl Cellulose on Physicochemical and Sensory Properties of Mayonnaise

Z. Raftani-Amiri^{*}, S. M. Akbari and M. Alimi

* Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Mazandaran, Iran. P. O. Box: 578. E-mail: zramiri@gmail.com
Received: 17 November 2013, Accepted: 27 September 2014

Gum is used to stabilize mayonnaise emulsion in industry. The present study investigated the effect of carboxymethyl cellulose (CMC) with gum tragacanth (T) on the physicochemical and sensory properties of mayonnaise after 1 and 30 d of storage. T contents from zero (control) to 100% in the CMC was used to produce mayonnaise. The results of rheology were analyzed using the Herschel-Bulkley model which indicated that all samples showed pseudoplastic behavior and exhibited weak gel-like behavior in the studied frequency range. The stability of the samples increased as the content of T increased to $\geq 50\%$ after 30 d of storage. Results from color measurement showed that use of T at most concentrations decreased the L^* and increased the a^* and b^* of the samples. The microstructural images and sensory evaluation showed no significant difference from the control over both periods of storage. The results of this study indicate that $\geq 50\%$ T increased water binding capacity, stability, continuous phase viscosity, and rheological behavior and produced acceptable sensory scores confirming that it is appropriate for replacement of a percentage of CMC in the mayonnaise samples.

Keywords: Carboxymethyl Cellulose, Gum Tragacanth, Mayonnaise, Rheological Behavior