بررسی خواص رئولوژیکی و بافتی سس مایونز کم چرب تهیه شده با استفاده از مونو و دی گلیسرید و صمغ های گوار و زانتان

محمد اردستانی[۱]، پیمان رجایی[۲*]، مهناز هاشمی روان[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
۲- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۷)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر امولسیفایر مونو و دی گلیسرید و همچنین صمغ‌های زانتان و گوار بر خواص رئولوژیکی و بافتی سس مایونز بود. پس از فرمولاسیون تیمارهای سس مایونز، آزمونهای رئولوژیکی، تصاویر میکروسکوپ الکترونی(SEM)، پروفایل بافتی(مولفه های قوام، چسبندگیو نیروی چسبندگی) انجام گردید. تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی انجام و نتایج آزمون با روش آنالیز واریانس یکطرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد (α= ۰/۰۵) توسط نرم افزار مینی تب نسخه۱۷/۲ آنالیز گردید. نتایج آزمون رئولوژی با مدل‌های توان، کاسون، بینگهام و هرشل بالکلیبرازش‌شد. نتایج نشان داد کهتیمارهای سس مایونز در دامنه مدل هرشل بالکلی قرار داشتند. افزایش میزان استفاده از صمغ های گوار و زانتان در مقادیر بالاتر از ۰/۳۳۳ منجر به ایجاد رفتار رقیق شونده با برش شد($p\leq$۰/۰۵). شاخص های نیروی چسبندگی و قابلیت چسبندگی تیمارها درمقادیر بالای ۰/۳۳۳ درصد استفاده از صمغ‌های زانتان و گوار و امولسیفایر مونو و دی گلیسرید به صورت معنی داری افزایش وشاخص قوام به صورت معنی داری کاهش یافت($p\leq$۰/۰۵). تصاویر SEM نشان داد که مقادیر ۰/۱۶۷ درصد از صمغ زانتان،۰/۱۶۷ درصد از صمغ گوار و ۰/۶۶۷ درصد از مونو و دی گلیسرید باعث تغییرات بهینه و مطلوب در ویژگی سس مایونز می‌شود. در نهایت، سس مایونز دارای۰/۱۶۷ درصد صمغ زانتان،۰/۱۶۷ درصد صمغ گوار و ۰/۶۶۷ درصد مونو و دی گلیسرید به عنوان تیمار برتر (تیمار T۸) انتخاب گردید.

کلید واژگان: صمغ گوار، صمغ زانتان ، مونو و دی گلیسرید، سس مایونز

*مسئول مکاتبات: Prajaei@gmail.com

۱- مقدمه

چربی‌ها از جمله ترکیبات اصلی و ضروری رژیم غذایی محسوب می شوند که به عنوان منبع تأمین کننده انرژی، حاوی اسیدهای چرب ضروری و برخی ویتامین‌ها می‌باشند. از سوی دیگر، این ترکیبات منشأ بروز بسیاری از بیماری‌ها نظیر دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی[1] و عوارضی همچون افزایش سطح کلسترول سرم خون می‌باشند [۱]. کاهش مقبولیت محصولات با میزان چربی بالا در بین مصرف کنندگان و افزایش تمایل آن‌ها به غذاهای کم چرب متخصصین صنایع غذایی را بر آن داشته است تا با به کارگیری جایگزین‌های چربی در فرمولاسیون مواد غذایی، مقادیر این ترکیبات را در محصولات غذایی کاهش دهند. بنابراین تهیه محصولات غذایی کم چرب، هدف اکثر کارخانجات به ویژه کارخانجات تولید کننده سس مایونز می‌باشد. سس مایونز چاشنی است که از امولسیون شدن روغن‌های گیاهی خوراکی (حداقل ٦٦ درصد) در یک فاز مایع شامل سرکه بوجود می‌آید.این فرآوردهٔ غذایی به صورت امولسیون دائم روغن در آب بوده و دارای بو و مزه ملایم می‌باشد؛ در ساخت آن روغن گیاهی خوراکی، سرکه، آب لیمو، تخم مرغ به کار رفته که دارای pH بین ۳/٦ تا ٤ است[۲].ازجملهراهکارهای حذف چربی‌ها در مواد غذایی، استفاده ازانواع مختلف ترکیبات جایگزین های چربی است. گروهی از این ترکیبات، صمغ‌ها (هیدروکلوئیدها) هستند که قابلیت جذب آب توسط آن‌ها سبب می‌شود، به عنوان یک عامل حفظ کننده رطوبت عملکرده و بدین ترتیب نه تنها نرمی محصولات غذایی را افزایش می‌دهند، بلکه به حفظ زمان ماندگاری آن نیز کمک خواهند کرد[۳]. خاصیت نگهدارندگی آب، به صمغ‌ها اجازه می‌دهد تا به عنوان جایگزین چربی عملکرده و بدین ترتیب در تولید فرآورده‌های غذایی کم کالری استفاده شوند[٤،٥]. جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات از غلات، حبوبات وگیاهانی با کربوهیدرات‌های قابل هضم‌یا غیر قابل هضم به‌دست‌می‌آیند که در این بین می‌توان به صمغ‌هایی نظیر زانتان و گوار اشاره نمود.

زانتان هترو پلی ساکاریدی خارج سلولی با وزن مولکولی بالا است که در جریان متابولیسم کربوهیدرات‌ها توسط باکتری زانتاموناس کمپستریس[2] تولید می‌شود. برخلاف وزن مولکولی زیاد (بیش از یک میلیون دالتون) به سادگی در آب سرد و گرم حل می‌شود. زانتان در غلظت‌های نسبتاً کم، محلول های بسیار ویسکوز با خاصیت رقیق‌شونده با برش تشکیل می‌دهد[٦].

پودر سفید یا قهوه ای رنگ گوار از آندوسپرم دانه گیاه گوار به دست می‌آید. صمغ گوار از جمله گالاکتومانان هایی است که ساختمان شیمیایی آن‌ها بر اساس زنجیره اصلی ۱و٤-α-D- مانان با شاخه‌های جانبی ۱و٦-α-D- گالاکتوز می‌باشد. نسبت مانوز به گالاکتوز در زنجیره های پلیمری گوار در محلول منجر به افزایش ویسکوزیته محلول می‌گردد. این صمغ در غلظت‌های کم تشکیل محلول‌های ویسکوز داده و غلظت ۲ تا ۳ درصد از آن تشکیل ژل می‌دهد. این صمغ با پروتئین‌ها و دیگر پلی ساکاریدها سازگار می‌باشد[٦].

از ترکیبات مونو و دی گلیسرید (به ترتیب دارای دو و یک گروه هیدروکسیل آزاد در مولکول تری‌گلیسرید) به عنوان امولسیفایر در تولید سس مایونز استفاده می‌شود. این ترکیبات با دارا بودن بخش‌های قطبی و غیر قطبی دارای خصوصیات امولسیون کنندگی مطلوبی می‌باشند. شایان ذکر است که امولسیفایر مونو و دی گلیسرید از طریق فرایند هیدرولیز آنزیمی از منابع چربی‌های گیاهی نسبتا ارزان نظیر روغن پالم تولید و سپس به منظور به دست آوردن محصولی با خلوص بالا (بیشتر از ۹۰ درصد) تقطیر می‌گردد [۷].

اخیرا در زمینه تولید سس مایونز کم کالری با استفاده از صمغ‌ها پژوهش هایی به انجام رسیده است. در این میان می‌توان به بررسی امیری عقدائی و همکاران[۸] بر تأثیر بتاگلوکان جو بدون

1. Cardiovascular diseases

2. *Xanthomonas campestris*

پوشینه به عنوان مقلد چربی بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب، دانشور و همکاران [۹] بر تاثیر نشاسته ذرت ژلاتینه شده، زانتان و گوار به عنوان جایگزین چربی بر خصوصیات فیزیکی و حسی سس مایونز حاوی شیرسویا، رضوی و همکاران[۱۰] بر تأثیر جایگزین های چربی شامل صمغ گزانتان، صمغ دانه ریحان و مخلوط مساوی این دو صمغ در سه سطح غلظتی ۰/٤٥، ۰/٦و ۰/۷۵ درصد بر پایداری، خامه‌ای شدن، خواص حسی و شیمیایی نمونه‌های سس مایونز کم چرب و همچنین سیف الدین و همکاران [۱۱] بر رفتار سس مایونز کم چرب تهیه شده با صمغ قدومه شهری و کنسانتره پروتئین آب پنیر، اشاره نمود.

با توجه به این مطلب که امروزه مصرف کنندگان مواد غذایی اهمیّت بیشتری به کیفیت و سلامت مواد غذایی میدهند و در نتیجه تقاضای زیادی برای تولید محصولات غذایی کم کالری وجود دارد؛ در بررسی حاضرخصوصیات رئولوژیکی و بافتی سس مایونز کم چرب تهیه شده با استفاده از امولسیفایر مونو و دی گلیسرید وصمغ‌های گوار و زانتانبه عنوان ترکیبات جایگزین چربی پرداخته شده که تاکنون تحقیق مشابهی در این زمینه انجام نپذیرفته است.

۲- مواد و روش ها

مواد اولیه مایونز شامل روغن آفتابگردان با نام تجاری رعنا، آب، تخم مرغ، سرکه، پودر خردل، شکر، نمک و امولسیفایر مونو و دی گلیسرید تقطیرشده دارای خلوص۹۰ درصد (با E number 471از شرکت اولئون (Oleon, Belgium) خریداری گردید. صمغ‌های گوار و زانتان بصورت پودر آماده مصرف (دارای اندازه مش ۸۰) از شرکت امگا (OMEGA, Russia) تهیه شد.

۲-۱- آماده سازی مایونز

برای این منظور، فرمولاسیون و روش ساخت سس تجاری تولیدی در یک کارخانه به عنوان مرجع در نظر گرفته شد (جدول ۱).

برای مخلوط کردن مواد و تشکیل امولسیون در سطح

Ingredient	%
Oil	66
Water	12
Egg (g)	9
Vinegar	6
Sugar	5
Salt	1.6
Mustard	0.3
Potassium Sorbate	0.03429
Benzoate Sodium	0.03429
Citric acid	0.03142

آزمایشگاهی، از مخلوط کن آزمایشگاهی با سرعت ٦۰۰ دور در دقیقه استفاده شد. ابتدا مواد پودری را که شامل نمک، شکر، خردل، اسید سیتریک، پتاسیم سوربات و بنزوات سدیم می‌باشد اضافه گردید. سپس‌آب به مواد پودری ذکر شده اضافه شده و پس از آن تخم‌مرغ (که به خوبی زرده و سفیده آن مخلوط شده است) اضافه‌شد. شایان ذکراست‌که افزودن مواد بالا همگی‌تا زمان″۲۰′و۱ صورت می‌گیرد، پس از آن به آرامی روغن اضافه‌گردید، سپس در زمان″۳۰ و′۷ تیغه میکسر به سمت بالا برده شد تا به‌خوبی امولسیون تشکیل گردد.در دقیقه نهم سرکه اضافه شده و تا زمان″٤٥′و ۱۰ حرکت تیغه میکسر به صورت دورانی ادامه‌یافت تا بافت مطلوب بدست آید.

Table 1 The formulation used in the production of mayonnaise

برای هر تیمار مقدار یک کیلوگرم نمونه تهیه شد. برای سایر فرمولاسیون مایونزها نیز از جدول کدبندی تیمارها (جدول ۲) استفاده شد و به تناسب میزان و مجموع فرمولاسیون مورد استفاده، از درصد چربی تیمارهای سس مایونز کاسته شد[۱۲].

Table 2 Coding for Mayonnaise Treatments

Fat Reduction (%)	The ingredient (per 100 gr)							TREATMENT
	Others	Egg	Water	Oil	MDG	GG	XG	
0	13	9	12	66	0.000	0.000	0.000	T (Control)
25	19.5	10	20	49.5	0.000	0.000	1.000	T1
25	19.5	10	20	49.5	0.000	1.000	0.000	T2
25	19.5	10	20	49.5	1.000	0.000	0.000	T3
25	19.5	10	20	49.5	0.000	0.500	0.500	T4
25	19.5	10	20	49.5	0.500	0.000	0.500	T5
25	19.5	10	20	49.5	0.500	0.500	0.000	T6
25	19.5	10	20	49.5	0.333	0.333	0.333	T7
25	19.5	10	20	49.5	0.167	0.167	0.667	T8
25	19.5	10	20	49.5	0.167	0.667	0.167	T9
25	19.5	10	20	49.5	0.667	0.167	0.167	T10

***T:** Control, **T1:** Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides , **T2:** Mayonnaise with 1% Guar gum, **T3:** Mayonnaise with 1%xanthan gum, **T4:** Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides , **T5:** Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,**T6**: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan, **T7:** Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,**T8:** Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono- di-glycerides , **T9:** Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides , **T10:** Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides* .**MDG:**Mono- di-glycerides emulsifier, **GG**: Guar gum, **XG**: Xanthan gum

۲-۲- تست پایداری امولسیون

۱۵ گرم (F_0) از هر نمونه به لوله های آزمایش (با قطر داخلی ۱۵ میلی متر، ارتفاع ۱۲۵ میلی متر) منتقل شده و کاملاً با کلاه پلاستیکی مهر و موم شده و پس از آن به مدت ۳۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ(Hettich, Roto Silent/K, Germany) شدند. وزن کسر رسوب (F_1)، اندازه گیری شده و ثبات امولسیونتوسط رابطه ۱ مشخص شد[۱۳].

رابطه ۱

$$\text{پایداری}(\%) = (F_1/F_0) \times 100$$

۲-۳- مقاومت حرارتی

برای اندازه گیری مقاومت حرارتی سس مایونز،نمونه ها در دمای۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه نگه‌داری شدند. پس از آن، امولسیون‌ها در لوله سانتریفیوژ قرار گرفته و به مدت ۳۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه فرایند شدند. پایداری حرارتی با استفاده از رابطه ۲ مشخصمی‌شود[۱٤].

رابطه ۲

$$\text{مقاومت حرارتی امولسیون (\%)} = \frac{\text{حجم امولسیون نهایی}}{\text{حجم امولسیون اولیه}} \times ۱۰۰$$

۲-٤- آنالیز پروفایل بافتی

برای سنجش بافت نمونه ها از دستگاه سنجش بافت فارانل (FARANEL CNS, QTS 25)استفاده شد. خصوصیات بافتی نظیر ثبات[3]، نیروی چسبندگی و قابلیت چسبندگی نمونه ها مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری با روش بک اکستروژن و با استفاده از ظرف اندازه گیری با ارتفاع ۵۵ و ضلع داخلی ٤۵ میلیمتر و پروب با ضلع ٤۲ میلیمترانجام شد. سفتی بالاترین نقطه در نمودار بار به زمان (نقطه ماکزیمم نمودار) بوده که می‌تواند بر حسب نیوتن و یا گرم بیان شود. نیروی چسبندگی (N یا G) نیروی لازم برای جدا شدن پروب از نمونه و یا بیشترین نیروی منفی تولید شده در طول برگشت و خارج شدن پروب از ظرف اندازه گیری می‌باشد (نقطه مینیمم نمودار). چسبندگی(N.S یا

3. Firmness

G.S) مساحت ناحیه منفی نمودار و نمادی از چسبندگی بافت محصولاست [۱۵].

۲-۵- بررسی خصوصیات رئولوژیکی

به منظور ربررسی خصوصیات رئولوژیکی نمونه های مایونز، از ویسکومتر بوهلین (Visco88, Bohlin Ltd) استفاده گردید. آزمونها در دمای ۲٤ درجه سانتیگراد انجام و رفتار جریان نمونه ها با مدلهای مندرج در جدول ۳ در دامنه نرخ برش ۱٤/۲-۲۵۰ بر ثانیه تطبیق داده شد[۱٦].

Table 3 Rheological equations applied to fit data

Model	Equations	σ_0	k	n
Newtonian	$\sigma=\mu\gamma$	0	0<	1
Power law	$\sigma=k\gamma^n$	0	0<	0<1 or 1<∞
Herschel-Bulkley	$\sigma=\sigma_0+k\gamma^n$	0<	0<	0<n<1 or 1<n<∞
Bingham	$\sigma=\sigma_0+k\gamma$	0<	0<	1
Casson	$\sigma=\sigma_0^{1/2}+k_c\gamma^{1/2}$	0<	0<	1

σ: stress, σ_0: yield stress, k: flow consistency index, γ: shear rate, n: flow behavior index

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون پایداری امولسیون

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، اختلافات معنی داری بین درصد پایداری تیمارهای سس مایونز مشاهده می‌گردد ($P<$ ۰/۰۵).

بالاترین میزان پایداری سس مایونز به تیمار (T۸) دارای۰/۱٦۷ درصد صمغ زانتان ،۰/۱٦۷ درصد صمغ گوارو ۰/٦٦۷ درصد امولسیفایر مونو و دی گلیسرید و کمترین آن نیز به تیمار شاهد و همچنین تیمار دارای ۱ درصد صمغ گوار و ۱ درصد صمغ زانتان تعلق داشت($P<$ ۰/۰۵).

استفاده همزمان ازصمغ و امولسیفایر باعث افزایش پایداری بیشتری نسبت به استفاده تنها از هرکدام از این ترکیبات شد. افزایش میزان استفاده از صمغ گوار و زانتان و همچنین امولسیفایر به میزان بالاتر از تیمارT۸ نیز به طور معنی داری درصد پایداری سس مایونز را کاهش داد(P< ۰/۰۵). تمامی امولسیفایرها دارایبک بخش آبدوست و یک بخش آبگریز هستند. بنابراین، افزایش نسبی پایداری در نمونه های سس مایونز حاوی امولسیفایر مونو و دی گلیسرید را می‌توان به خاصیت هیدروفیلی آن ها نسبت داد که سبب پایداری سس مایونز تولیدی می‌گردند.

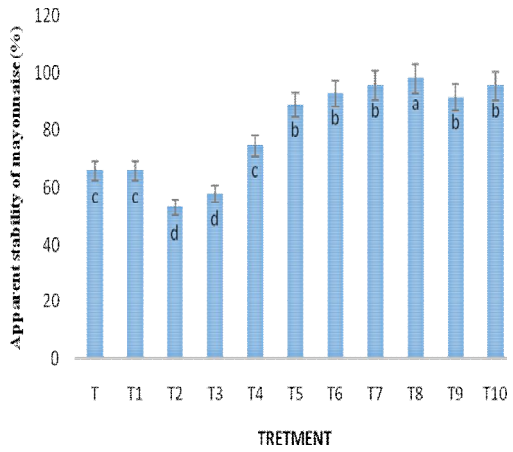

Fig 1 The average Comparison of stability percentages of mayonnaise treatments

T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

مقادیر کم ویسکوزیته باعث افزایش حرکت ذرات و در نتیجه افزایش سینرسیس می‌شود. صمغ‌ها در فرمولاسیون مایونز برای پایدار سازی امولسیون به دلیل کنترل قابلیت جریان، بهبود چسبندگی و پراکنده سازی مواد جامد یا ذرات ادویه در محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از ۰/۱۶۷ درصد صمغ زانتان، ۰/۱۶۷ درصد صمغ گوار و ۰/۶۶۷ درصد امولسیفایر مونو و دی گلیسرید به طور معنی داری پایداری را افزایش داد ($p<۰/۰۵$). بر اساس قانون استوک، هر چه ویسکوزیته فاز پیوسته بیشتر باشد، سرعت جداسازی فازها کمتر و امولسیون پایدارتر است. بنابراین، پایدار کننده‌ها، پایداری امولسیون را با کند کردن و به تعویق انداختن حرکت قطرات افزایش می‌دهند [۹]. از این رو استفاده از مقادیر بالای صمغ و امولسیفایرها، ویسکوزیته فاز پیوسته را تا حدودی افزایش داده و در نهایت باعث پایداری مایونز خواهد شد. دلیل دیگر افزایش پایداری امولسیون با افزایش غلظت صمغ، مربوط به افزایش‌گرانروی است چرا که هیدروکلوئیدها به صورت ذاتی مولکول‌هایی آبدوست بوده که با حضورشان از طریق افزایش فضای آبی پیوسته در اطراف قطرات فاز پراکنده و تثبیت آن‌ها در شبکه ژل مانند، سرعت خامه‌ای شدن را کاهش و در نتیجه پایداری امولسیون را افزایش می‌دهند. در واقع این ترکیبات با تغییر رفتار رئولوژیکی‌ما بین قطرات روغن، سرعت جدا سازی فاز را کنترل می‌کنند. اما در مقادیر صمغ و امولسیفایر بالاتر از تیمار T۸ به دلیل افزایش بیش از حد ویسکوزیته، افزایش درصد ماده خشک سس مایونز، افزایش میزان پیوندهای درون مولکولی و ژله‌ای شدن صمغ‌ها، ساختارهای ناهمگنی تشکیل می‌گردد که باعث کاهش پایداری حرارتی سس مایونز خواهد شد. در این زمینه نیک نیا و همکاران [۱۷] با بررسی تأثیرکاربردصمغ‌دانه ریحان و دانه مرو بر ویژگی‌های حسی و پایداری سس مایونز به نتایج مشابهی با نتایج تحقیق حاضردست یافتند. دانشور و همکاران [۹] نیز نشان دادند که امولسیفایرهای موجود در شیر سویا به طور معنی داری باعث افزایش پایداری سس مایونز می‌گردند که در تطابق با یافته‌های پژوهش حاضر بود.

۳-۲- پایداری حرارتی

همانطور که در شکل ۲ نمایش داده شده است، اختلافمعنی داری بین درصد پایداری حرارتی تیمارهای سس مایونز موجود است($P< ۰/۰۵$).

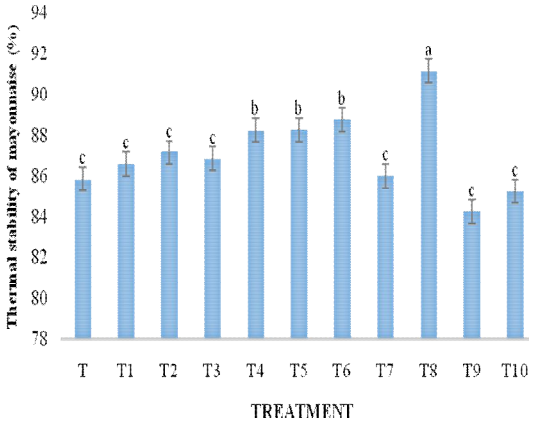

Fig 2 The average comparison of thermal stability of mayonnaise treatments

***T:** Control, **T1:** Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides , **T2:** Mayonnaise with 1% Guar gum, **T3:** Mayonnaise with 1%xanthan gum, **T4:** Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides , **T5:** Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,**T6**: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan, **T7:** Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,**T8:** Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides , **T9:** Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides , **T10:** Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

بالاترین میزان پایداری حرارتی مایونز مربوط به تیمار دارای ۰/۱۶۷ درصد صمغ زانتان، ۰/۱۶۷ درصد صمغ گوار و ۰/۶۶۷ درصد امولسیفایر مونو و دی گلیسرید (T۸) و کمترین آن نیز به تیمار شاهد و همچنین تیمار دارای ۱ درصد صمغ گوار و ۱ درصد زانتان بود ($P< ۰/۰۵$). استفاده همزمان از صمغ و امولسیفایر باعث افزایش پایداری حرارتی بیشتری نسبت به

استفاده تنها از صمغ گوار، صمغ زانتان و امولسیفایر شد. افزایش میزان استفاده از صمغ گوار و زانتان و همچنین امولسیفایربه میزان بالاتر از تیمار (T۸) نیز به طور معنی داری درصد پایداری حرارتی سس مایونز را کاهش داد(P< ۰/۰۵). با توجه به اعمال حرارت در آزمون پایداری حرارتی، افزایش دما و شوک حرارتی می‌تواند منجر به شکستن ساختاری مولکول‌ها، افزایش آزادی و تحرک مولکول‌ها، جاری شدن آن‌ها و در نتیجه کاهش گرانروی و کاهش پایداری امولسیون می‌شود که تایید کننده این مطلب، کمتر بودن پایداری امولسیون می‌باشد. افزایش استفاده از صمغ در فرمولاسیون سس مایونز به دلیل افزایش گرانروی و کاهش آزادی و تحرک مولکول‌های سس مایونز باعث افزایش میزان درصد پایداری حرارتی تیمارهای سس مایونز گردید. پروتئین‌ها دارای وزن مولکولی بیشتر نسبت به برخی دیگر از ترکیبات دارای فعالیت امولسیفایری مانند فسفولیپیدها هستند. باز آرایی ساختاری و وزن مولکولی بیشتر باعث کاهش سرعت توزیع پروتئین‌ها بر سطح ذرات امولسیون می‌شود. در واقع سرعت کاهش کشش بین سطحی در ارتباط مستقیم با میزان سطوح امولسیونی ایجاد شده در امولسیون در طی هموژنیزاسیون می‌باشد. در درصدهای بالای صمغ و امولسیفایر به دلیل عدم تناسب فاز پیوسته و آزاد و همچنین عدم بازآرایی ساختاری به جهت افزایش گرانروی ناشی از افزایش درصد صمغ، میزان مقاومت حرارتی کاهش می‌یابد. رحمتی و همکاران[۱۸] در بررسی تاثیر جایگزینی تخم مرغ با شیر سویا بر خصوصیات رئولوژیکی و بافتی سس مایونز نتایج مشابهی گزارش نمودند. رضوی و همکاران [۱۰] که به بررسی صمغ دانه ریحان و زانتان به عنوان جایگزین چربی بر خصوصیات سس مایونز کم چرب پرداختند نیز به نتایج مشابهی با تحقیق حاضر دست یافتند. نتایج سیف الدین و همکاران [۱۹] که به بررسی سس‌مایونز کم چرب تهیه شده با صمغ قدومه شهری و کنسانتره پروتئین آب پنیر پرداختند، گزارش دادند که استفاده از صمغ باعث افزایش پایداری نمونه‌های سس خواهد شد.

۳-۳- پروفایل بافتی

قوام کار مورد نیاز برای رسیدن به تغییر شکل که نشانگر قدرت داخلی پیوندها در محصول است می‌باشد. افزایش قوام به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین‌ها با یکدیگر می‌باشد. چسبندگی به کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح ماده غذایی و موادی که در تماس با آن هستند، اشاره می‌کند. بنابراین، هر چه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌های سس مایونز بیشتر باشد، نیروی چسبندگی نیز بیشتر خواهد شد که نتایج حاصل از آزمایش سفتی بافت نیز آن را تایید می‌کند.

همانطور که در شکل‌های ۳، ٤ و ٥ به نمایش در آمده است، استفاده از امولسیفایر مونو و دی گلیسرید به میزان ۰/٦٦٧ درصد باعث افزایش میزان قوام تیمارهای سس مایونز گردید (P< ۰/۰۵).

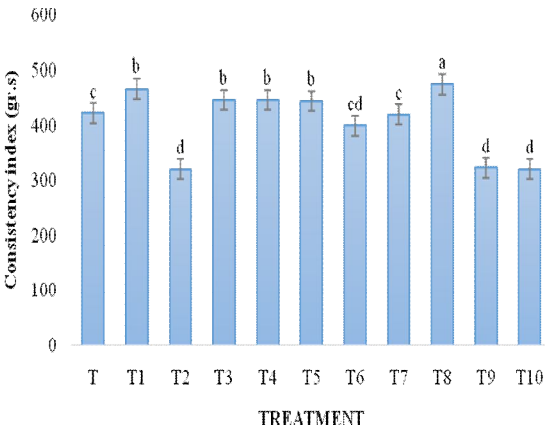

Fig 3 The average comparison of the consistency index of Mayonnaise treatments

***T:** Control, **T1:** Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides , **T2:** Mayonnaise with 1% Guar gum, **T3:** Mayonnaise with 1%xanthan gum, **T4:** Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides , **T5:** Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,**T6**: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan, **T7:** Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,**T8:** Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides , **T9:** Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides , **T10:** Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

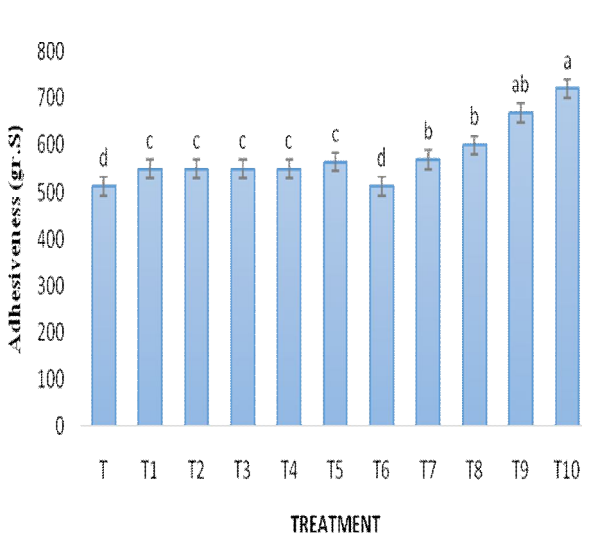

Fig 5 The average comparison of adhesiveness of Mayonnaise treatments

T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

بیشترین میزان چسبندگی مربوط به تیمارهای T۹ و T۱۰ و بالاترین میزان قوام نیز مربوط به تیمار T۸ بود (P< ۰/۰۵). حضور امولسیفایر مونو و دی گلیسرید نیز به دلیل ایجاد تغییرات و بازآرایی مجدد سس مایونز منجر به افزایش چسبندگی در تیمارهای با مقادیر بالای ۰/۳۳۳ درصد گردید.

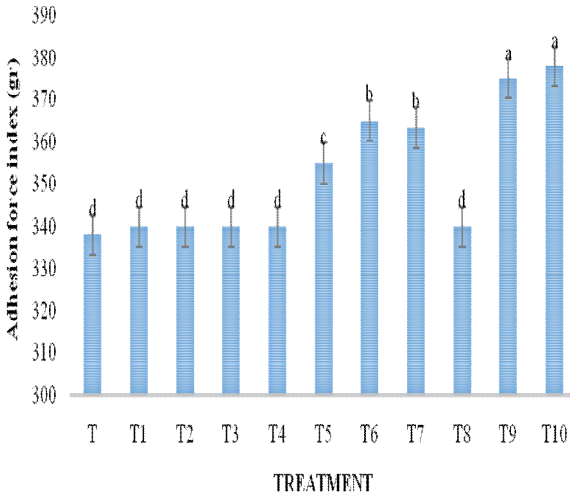

Fig 4 the average Comparison of average adhesion force index of Mayonnaise treatments

T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

با این حال، افزایش استفاده از صمغ گوار به میزان ۰/٦٦٧ در ترکیب با صمغ زانتان به میزان ۰/۱٦٧ درصد باعث کاهش شاخص قوام تیمارهای سس مایونز گردید. همچنین استفاده از امولسیفایر به میزان پایین تر از ۰/٦٦٧ باعث کاهش قوام سس مایونزگردید(P< ۰/۰۵).

با افزایش میزان استفاده از صمغ‌های گوار و زانتان به مقادیر بالاتر از ۰/۱٦٧ درصد میزان چسبندگی و همچنین قابلیت چسبندگی تیمارهای سس مایونز به طور معنی داری افزایش یافت(P< ۰/۰۵).

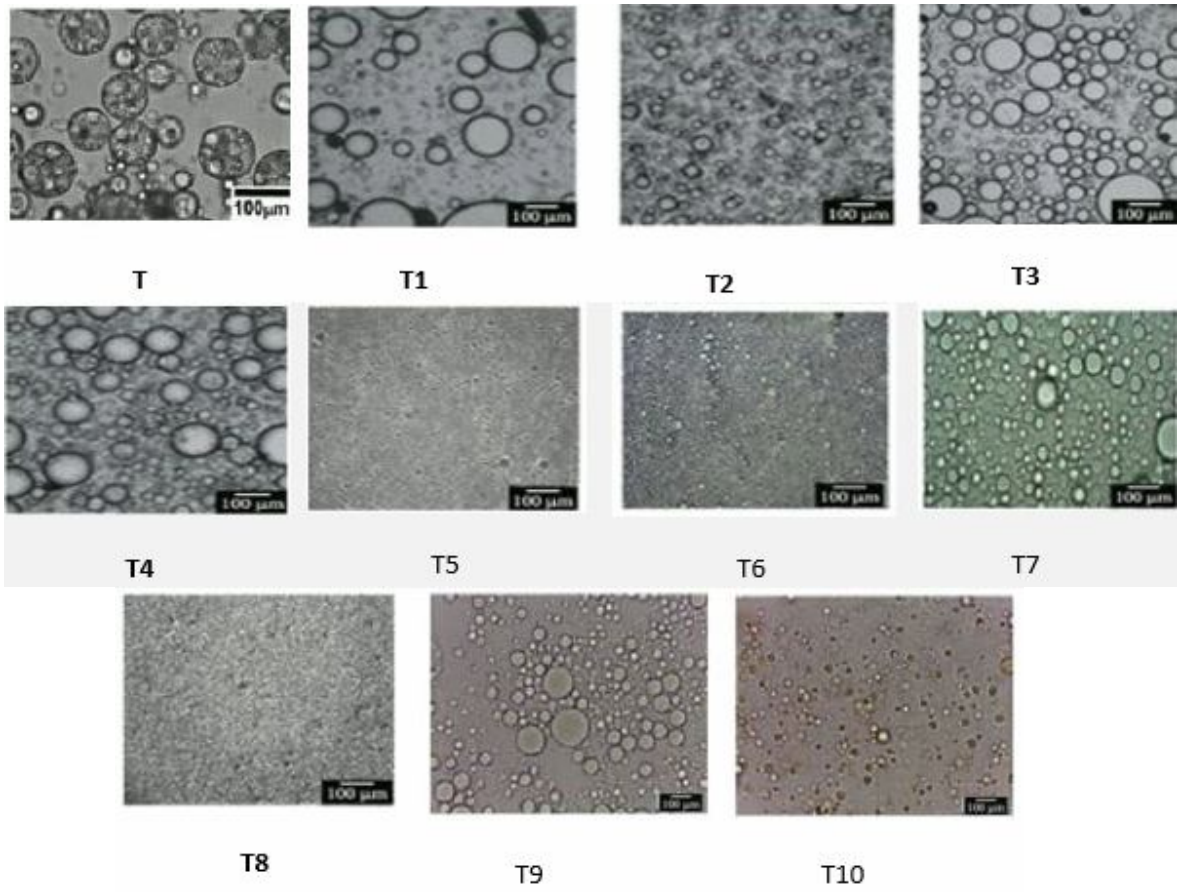

Fig 5 Optical microscopeimages ofMayonnaise samples
T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono- di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

قدرت چسبندگی نیز با افزایش درصد استفاده از صمغ‌ها و افزایش میزان تشکیل ژل باعث افزایش قدرت چسبندگی سس مایونز گردید. نشان داده شده است که صمغ‌های منشعب قادر به تشکیل بافت‌های ژلی قوی، فنری و الاستیک نیستند در صورتیکه ساختارهای خطی به دلیل تشکیل پیوندها و بر هم کنش‌های بیشتر، ژل‌هایی فنر مانند و الاستیک ایجاد می‌کنند[۷]. صمغ گوار دارای ساختار خطی بوده و بنابراین قادر به ایجاد ویژگی فنری بودن و همچنین قادر به جذب رطوبت می‌باشد. همچنین زانتان علاوه بر اینکه ماهیت ژلی کمی داراست و مقادیر آب بیشتری را جذب می‌نماید، از خروج رطوبت بیشتر در طی فرایندخشک کردن ممانعت نموده و باعث نرمی بیشتر بافت می‌گردد [۷]. نتایج امیری عقدائی و همکاران [۲۰] که به بررسی تاثیر صمغ دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب پرداختند، در تطابق با یافته‌های پژوهش حاضر بود. همچنین نتایج طلوعی و همکاران [۱۵] که به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین و همچنین دانشور و همکاران [۹] که به بررسی تاثیر نشاسته ذرت ژلاتینه شده، زانتان و گوار بر خصوصیات

فیزیکی و حسی سس مایونز با مقادیر کاهش یافته چربی و تخم مرغ پرداختند؛ در تطابق با یافته‌های پژوهش حاضر بود.

۳-٤- تحلیل نتایج ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی

برای تعیین رفتار نمونه‌های مایونز از مدل‌های هرشل بالکلی (جدول ٤) قانون توان (جدول ٥)، ، بینگهام (جدول ٦) و کاسون (جدول ٧) استفاده شد.

مدل هرشل بالکلی به دلیل دارا بودن ضریب همبستگی (R^2) بالاتر در مقایسه با سایر مدل‌ها به طور مناسب‌تری قادر به پیشگویی رفتار جریان نمونه‌های مایونز بود. از ویژگی‌های مهم معادله هرشل بالکلی، وجود یک تنش تسلیم محدود، مورد نیاز برای جریان یافتن می‌باشد.

Table 4 Parameters of Herschel-Bulkley model for mayonnaise samples

TREATMENT	K (Pa.s)	n (-)	R^2
T	50.57±0.01	0.3	0.9435
T1	50.57±0.01	0.3	0.9445
T2	50.57±0.01	0.3	0.9215
T3	41.33±0.01	0.4	0.9215
T4	50.57±0.01	0.3	0.9315
T5	52.89±0.01	0.43	0.9915
T6	50.57±0.01	0.4	0.9915
T7	42.89±0.01	0.3	0.9234
T8	59.22±0.01	0.5	0.9454
T9	46.22±0.01	0.55	0.9233
T10	46.22±0.01	0.55	0.9454

***T:** Control, **T1:** Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides , **T2:** Mayonnaise with 1% Guar gum, **T3:** Mayonnaise with 1%xanthan gum, **T4:** Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides , **T5:** Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,**T6**: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan, **T7:** Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,**T8:** Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides , **T9:** Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides , **T10:** Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

Table 5 The parameters related to the power law model for mayonnaise samples

TREATMENT	K (Pa.s)	n (-)	R^2
T	39.34±0.01	0.21	0.98
T1	41.38±0.01	0.22	0.97
T2	41.35±0.01	0.22	0.97
T3	41.33±0.01	0.22	0.97
T4	42.39±0.01	0.23	0.97
T5	41.89±0.01	0.22	0.95
T6	39.34±0.01	0.21	0.98
T7	42.89±0.01	0.23	0.97
T8	46.22±0.01	0.26	0.96
T9	46.22±0.01	0.26	0.96
T10	46.22±0.01	0.26	0.96

***T:** Control, **T1:** Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides , **T2:** Mayonnaise with 1% Guar gum, **T3:** Mayonnaise with 1%xanthan gum, **T4:** Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides , **T5:** Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,**T6**: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan, **T7:** Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,**T8:** Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides , **T9:** Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides , **T10:** Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

بالاتر بودن تنش تسلیم نمونه‌ها نشان دهنده این است که میزان تنش برشی بیشتری برای جریان یافتن نیاز دارد. در واقع با مستحکم‌تر شدن ساختار ژلی در مایونز، میزان تنش مورد نیاز افزایش می‌یابد. شاخص رفتار جریان (n)بیانگر رفتار امولسیون است که در سیالات نیوتنی برابر یک و در سیالات سودوپلاستیک کمتر از یک و در سیالات دایالانت بالاتراز یک می‌باشد. همان گونه که در جداول نیز ملاحظه گردید شاخص رفتار جریان مدل توان و مدل هرشل بالکلی تمامی نمونه ها کمتر از ۱ بوده است که نشان دهنده رفتار رقیق شونده با برش (سودوپلاستیک) مایونزها می‌باشد.

این خاصیت باعث بهبود پراکندگی ذرات روغن در فاز مایع شده و از بهم چسبیدن ذرات روغن و دو فاز شدن سس جلوگیری می‌نماید.لازم به ذکر است که مایونز از نظر رئولوژیکی سیالی غیر نیوتنی، شبه پلاستیک و دارای تنش تسلیم می‌باشد[Liu۲۱] و همکاران [۲۲] نیز ضمن بررسی ویژگی‌های سس مایونز کم چرب تهیه شده با ایزوله پروتئین آب پنیر و پکتین با متوکسیل پایین،اثر رقیق شوندگی با افزایش سرعت برشی را گزارش کردند.

Table 6 the parameters related to the Bingham model for mayonnaise samples

TREATMENT	K (Pa.s)	n (-)	R^2
T	48.57±0.01	0.2	0.93
T1	44.57±0.01	0.1	0.91
T2	46.57±0.02	0.2	0.89
T3	45.33±0.01	0.3	0.88
T4	45.57±0.01	0.3	0.89
T5	41.89±0.03	0.2	0.88
T6	43.57±0.01	0.4	0.86
T7	44.89±0.02	0.3	0.86
T8	49.32±0.01	0.3	0.88
T9	40.22±0.01	0.5	0.82
T10	40.22±0.01	0.3	0.82

T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

خاصیت رقیق شوندگی با برش سس مایونز، باعث بهبود پراکندگی ذرات در فاز مایع شده و از به هم چسبیدن ذرات روغن و دو فاز شدن سس در طی زمان جلوگیری می‌نماید که با نتایج تحقیق حاضر در توافق بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های امیری عقدائی و همکاران [۸] که به بررسی امکان سنجی قابلیت استفاده از صمغ کتیرا و مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز پرداختند در تطابقبود. عالم زاده و همکاران [۲۳] و منصوری و همکاران [۲٤] به ترتیب نشان دادند که در حضور صمغ زانتان، با افزایش میزان کتیرای اصفهان و استفاده از کتیرای پولکی تنش تسلیم و ضریب قوام افزایش و اندیس جریان مایونز کاهش می‌یابد که در تطابق با بررسی حاضر بود. همچنین برزگری و همکاران [۲۵] که به بررسی تاثیر جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ فارسی بر خواص کیفی سس مایونز پرداختند، نتایج مشابهی گزارش نمودند

Table 7 The parameters related to the Casson model for various mayonnaise samples

TREATMENT	K (Pa.s)	n (-)	R^2
T	0.45	0.2	0.97
T1	0.44	0.3	0.95
T2	0.44	0.3	0.95
T3	0.44	0.2	0.95
T4	0.44	0.4	0.94
T5	0.40	0.3	0.97
T6	0.40	0.1	0.97
T7	0.41	0.3	0.95
T8	0.44	0.2	0.98
T9	0.38	0.4	0.94
T10	0.37	0.3	0.94

T: *Control,* ***T1:*** *Mayonnaise with 1% Mono- di-glycerides ,* ***T2:*** *Mayonnaise with 1% Guar gum,* ***T3:*** *Mayonnaise with 1%xanthan gum,* ***T4:*** *Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% Mono- di-glycerides ,* ***T5:*** *Mayonnaise with 0.5% xanthan gum and 0.5% Mono- di-glycerides ,****T6****: Mayonnaise with 0.5% guar and 0.5% xanthan,* ***T7:*** *Mayonnaise with 0.333% xanthan gum, 0.333% guar gum and 0.333% mono and di-glyceride,****T8:*** *Mayonnaise with 0.167% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% Mono-di-glycerides ,* ***T9:*** *Mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.667% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides ,* ***T10:*** *Mayonnaise with 0.667% xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.167% Mono- di-glycerides*

Ma و Barbosa-Canovas [۲٦] خواص رئولوژیکی سه نمونه مایونز را با مقادیر مختلف روغن و مقادیر مختلف صمغ زانتان بررسی نمودند و بیان داشتند که با افزایش میزان روغن و سطح گزانتان، مدول ذخیره، تنش تسلیم و ویسکوزیته کمپلکس افزایش می‌یابد.

۳-۵- تحلیل نتایج ارزیابی میکروسکوپی

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه‌های سس مایونز در شکل ۵ به نمایش در آمده است. بررسی نتایج ارزیابی میکروسکوپ الکترونی حاکی از آن است که استفاده از صمغ‌های زانتان و گوار باعث خواهد شد که ذرات سس مایونز به طور منظم و یکنواخت کنار یکدیگر قرار گیرند. این مطلب می‌تواند به دلیل میان کنش‌های حاصل از قطره‌های چربی با یکدیگر و همچنین واکنش‌های میان صمغ و پروتئین‌ها باشد که نتیجه آن پایداری امولسیون است. Gaonkar و همکاران

[۲۷] نشـان دادند کـه پخـش منظم قطره‌های چربی باعث ایجاد سـاختار پایـدار از نظر ویژگی‌های حسـی مـی‌شـود. همچنـین Bortnowska و همکاران [۲۸] نشان دادند کـه بـا افـزایش غلظـت صـمغ تـا حـد معـین ،شـبکه مـاکرومولکولی صـمغ حجـم بیشـتری از امولسـیون را در اختیار خود می‌گیرد و باعث ایجاد تماس و ارتبـاط بیشـتر با گویچه‌هـای چربـی و کـاهش جریـان پـذیری و افـزایش ویسـکوزیته امولسـیون مـی‌شـود. نتایج نشان می‌دهد که صمغ گوار قابلیت ایجاد ریز سـاختاری مشـابه با صمغ زانتان در سس مایونز می‌باشد. این شباهت ریز سـاختاری بایـد موجـب مشـابهت پایـداری و همچنـین ویسـکوزیته نمونه‌ها شود، موضـوعی کـه نتـایج حاصـل از آزمـون‌هـای پایداری و ویسکوزیته نمونه‌ها با آن همخـوانی دارد. نتایج رفتنی امیری و همکاران [۲۹] که به بررسی تاثیر صمغ‌های کتیرا و کربوکسی متیل سلولز بر خواص کیفی سس مایونز پرداختند در تطابق با یافته‌های حاضر بود.

٤- نتیجه گیری

در تحقیق حاضر به بررسی اثر صمغ‌های زانتان و گوار و همچنین امولسیفایر مونو و دی گلیسرید بر خصوصیات بافتی و رئولوژیکی مایونز پرداخته شد. ارزیابی‌های رئولوژیکی تطبیق داده شده با مدل هرشل بالکلی نشان می‌دهد که تیمارهای سس مایونز در دامنه مدل هرشل بالکلی بودند. تصاویر ریزساختار نمونه‌ها نشان داد که اثر صمغ های گوار و زانتان در غلظت‌های ۰/۱٦۷ درصد صمغ زانتان ،۰/۱٦۷ درصد صمغ گوار و۰/٦٦۷ درصد امولسیفایر مونو و دی گلیسرید (T_8) دارای بهترین خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و همچنین پایداری بالا در بین تیمارها می‌باشد که احتمالا ناشی از افزایش قابلیت اتصال با آب و قابلیت نگهداری ویسکوزیته فاز پیوسته است. به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که می‌توان از صمغ گوار و زانتان و امولسیفایر مونو و دی گلیسرید به عنوان جایگزین مناسب برای چربی در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب استفاده کرد.

٥- منابع

[1] Bekker-Nielsen, T, editor. Ancient fishing and fish processing in the Black Sea region. Aarhus: Aarhus University Press; 2005.

[2] Anonymous, 2014, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Mayonnaise and Salad Sauce - charasterstics, National Iranian Standard No. 2454.

[3] Laca, A, Sáenz MC., Paredes, B., Díaz M. 2010. Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. Journal Of Food Engineering, 97(2):243-252.

[4] Garcia, K., Sriwattana., S, No, HK., Corredor, JA., Prinyawiwatkul, W. 2009. Sensory Optimization of a Mayonnaise - Type Spread Made with Rice Bran Oil and Soy Protein. Journal Of Food Science, 1(6):74-84

[5] Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., Jamnong, P. 2006. β-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food Hydrocolloids, 31(20):68-78.

[6] Demirci, Z.O., Yılmaz, I. and Demirci, A.Ş., 2014. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. Journal Of Food Science and Technology, 51(5): 936-942.

[7] Moonen, H. and Bas, H., 2004. Mono - and Diglycerides. Emulsifiers in food technology, 40-58.

[8] Amiri Aghdaei, S., Alaami, M., Rezaee, R. 1391. Effect of the use of ESFARZEH as a fat substitute on physicochemical and sensory properties of low-fat mayonnaise. *Iranian Journal of Science and Technology Researches*, 8(2):180-189. [In Persian]

[9] Daneshvar, K., Mazaheri Tehrani, M., Koocheki, A., Rahmati, K., 2012. Evaluation of the effect of pregelatinized corn starch, xanthan and guar as a fat substitute on physical and sensory properties of mayonnaise containing soy milk with reduced fat and egg. MSc dissertation. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]

[10] Razavi, A., Shamsayi, S., Atay Salehi, A., Emadzadeh, B., 2012. Effect of seed gum of

[19] Seyfoddin, H., Koocheki, A., Razavi, M. A., Milani, A., 1395. Time-dependent behavior of low fat mayonnaise prepared with Lepidium perfoliatumseed gum and whey protein concentrate. *Iranian Journal of Food Science & Technology*, 13**:** 151-164. [In Persian]

[20] Amiri Aghadee, SA, Alaami, M., Rezaei, R., 2010. The effect of hydrocolloid on the physicochemical and sensory properties of low-fat yogurt. *Iranian Journal of Food Science and Technology Research*, 6(3): 201-209. [In Persian]

[21] Taherian, A., Fustier, P., & Ramaswamy, H.S. 2007. Effect of added weighting agent and xanthan gum on stability and rheological properties of beverage cloud emulsions formulated using modified starch. *Journal of Food Process Engineering*, 30(2): 204-224

[22] Liu, H., Xu, X. M., & Guo, S. D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT-Food Science and Technology*, 40(6): 946-954

[23] Alemzadeh, T., Mohammadifar, M., Azizi, M., Ghanati, K., 2009. Effect of two Iranian gum tpes (Isfahan and Esfarain) on the rheological properties of mayonnaise. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 3(7): 141-127. [In Persian]

[24] Mansouri, E., Mizani., M., Moradi, P., Alimi., M. 2009. The influence of synergistic utilization of flake tragacanth and chitosan on the rheological properties of mayonnaise, *Journal of Food Technology and Nutrition*, 8(2):44-51. [In Persian]

[25] Barzagari, M., Raftani Amiri, Z., Mohammadzadeh Milani, J., Motamedzadegan, A., 2013. Investigating the effect of carboxymethylcellulose replacement with Persian gum on quality properties of mayonnaise. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 2(4):381-392. [In Persian]

[26] Ma, L., & Barbosa-Cánovas, G.V. 1995. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *Journal of Food Engineering*, 25(3):409-425.

[27] Gaonkar, G., Koka, R., Chen, K., Campbell, B. 2010. Emulsifying functionality of enzyme-Basil and Xanthan as a fat substitute on the characteristics of low-fat mayonnaise sauce. *Quarterly Innovation in Food Science and Technology (Journal of Food Science and Technology)*, 4(3):101-108. [In Persian]

[11] Seyfoddin, H., Koocheki, A., Razavi, M. A., Milani, A., 1395. Time-dependent behavior of low fat mayonnaise prepared with Lepidium perfoliatumseed gum and whey protein concentrate. *Iranian Journal of Food Science & Technology*, 13**:** 151-164. [In Persian]

[12] Da Silva, JP., De Melo, BD. 2012. Application of oregano essential oil against salmonella enteritidis in mayonnaise salad. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(5):70-75.

[13] Mun, S., Kim, YL., Kang, CG., Park, KH., Shim, JY., Kim, YR. 2009. Development of reduced-fat mayonnaise using 4α GTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological*, 1(44):400-407.

[14] Fiszman, S. M., & Damasio, M. H. 2000. Stabilty of single-comperssion and TPA tests to determine adhesiveness in solid and semi-solid foods. *Journal Of Texture Studies*, 31(1): 55-68.

[15] Tolouei, A., Mortazavi, A., Aalami, M., Sadeghi Mahounak, A., 2012. Physicochemical, texture and sensory properties of low-fat Mayonnaise sauce containing inulin and pectin. *Innovation in Food Science and Technology*, 3(1):35-42. [In Persian]

[16] Rapp, E., Öström, Å., Bosander, F., Gustafsson, IB. 2007. The sensory effect of butter in culinary sauces. *Journal of Foodservice*, 1(18):31-42.

[17] Niknia, S., Razavi, S. M. A., Koocheki, A. & Nayebzadeh, K. 2011. The influence of application of basil seed and sage seed gums on the sensory properties and stability of mayonnaise. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*. 2(5):61-79. [In Persian]

[18] Rahmati, F., Mazaheri Tehrani, M., Daneshvar, K. 2013. Effect of soy milk as an egg replacer on rheology and textural properties of mayonnaise. *Iranian Journal of Food Research*, 2(23):259-270. [In Persian]

modified milk proteins in O/W and mayonnaise-like emulsions. *African Journal of Food Science*, 31(4): 16-25.

[28] Bortnowska, G., Balejko, J., Tokarczyk, G., Romanowska-Osuch, A., Krzemińska, N. 2014. Effects of pregelatinized waxy maize starch on the physicochemical properties and stability of model low-fat oil-in-water food emulsions. *Food Hydrocolloids*, 31(36):229-237.

[29] Raftani Amiri, Z., Akbari S. M., Alimi, M., 2014. Study of the Effects of tragacanth and carboxymethyl cellulose gums on qualitative properties of Mayonnaise. *Iranian Journal of Agricultural Engineering Research*, 15(4):39-52. [In Persian]

Rheological and Textural Properties of Low-Fat Mayonnaise Prepared Using Mono- And Di-Glyceride, Guar and Xanthan Gum

Ardestani, M. [1], Rajaee, P. [2*], Hashemi Ravan, M. [2]

1. MSc Student, Department of Food science and Technology, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University,Varamin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food science and Technology, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University,Varamin, Iran

(Received: 2017/11/14 Accepted:2018/05/17)

The aim of current paper was to investigate the effect of mono and di-glyceride emulsifiers and xanthan and guar gums on rheological and textural properties of mayonnaise. After formulation of mayonnaise treatments, rheological analysis (Power law, Casson, Bingham and Herschel Bulkley models), electron scanning microscopic (SEM) images, textural profiles (consistency, adhesion and adhesion force) were performed. The research was conducted in a randomized complete block design and the results were analyzed by one-way ANOVA ($\alpha = 0.05$) by Minitab software *version 17.2*. The finding of the fitted rheology tests with Herschel Blakely's model showed that mayonnaise treatments were in the range of this model. Increasing the use of guar and xanthan gums in excess of 0.333 resulted in pseudoplastic behavior ($p \geq 0.05$). Higher values of 0.333% xanthan, guar gums and mono- and di-glyceride resulted in a significant increase in adhesion force and adhesion capability indexes as well as, consistency index significantly decreased ($p \leq 0.05$). SEM images indicated that 167% of xanthan gum, 167% of guar gum, and 667% mono- and di-glyceride caused optimal changes in mayonnaise characteristics. Finally, the mayonnaise with 0.167 % xanthan gum, 0.167% guar gum and 0.667% mono- and di-glyceride (T8) was selected as the superior treatment.

Keywords: Guar gum, Xanthan gum, Mono- &Di-glycerides, Mayonnaise

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