

تولید سس مایونز کم چرب با استفاده از نانوامولسیون عصاره میوه سپستان

ساناز دادپور¹، صدیقه یزدان پناه^{1*}

1- گروه صنایع غذایی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

(تاریخ دریافت: 98/11/13 تاریخ پذیرش: 99/04/14)

چکیده

سس مایونز نوعی امولسیون روغن در آب است که حاوی مقادیر بالایی چربی می باشد که در مصرف کنندگان موجب بروز بیماری‌های قلبی - عروقی می‌گردد. بنابراین مصرف کنندگان تمایل به مصرف سس مایونز کم چرب پیدا کرده اند. از این رو در این پژوهش امکان استفاده از نانوامولسیون عصاره میوه سپستان به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز مورد مطالعه قرار گرفت. چربی در مقادیر 25، 50، 75 و 100 درصد در سس مایونز کاهش داده شد و با مقادیر 100 ppm و 400ppm از نانوامولسیون عصاره سپستان جایگزین گردید. نتایج آزمون‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال 5% تجزیه و تحلیل شد. اندازه قطرات نانوامولسیون به صورت میانگین $68/7 \text{ nm} \pm 38/3 \text{ nm}$ تعیین گردید. نتایج نشان داد که میزان pH و اسیدیته در تیمارها نسبت به نمونه شاهد تغییرات معنی‌داری نشان نداد. چربی در تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود، اما میزان رطوبت نمونه‌های مایونز کم چرب در مقایسه با نمونه شاهد به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود ($P < 0/05$). پایداری فیزیکی و حرارتی تمامی نمونه‌های در مقایسه با نمونه شاهد به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود. در آزمون رنگ سنجی (ΔE) تمامی نمونه‌های سس مایونز کم چرب در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. در ارزیابی حسی از نظر پذیرش کلی بالاترین امتیاز به نمونه‌ی شاهد تعلق گرفت، از نظر ویژگی‌های بافتی بیشترین میزان سفتی و چسبندگی در نمونه‌ای که 25 درصد چربی کاهش یافته و حاوی 100 ppm نانوامولسیون عصاره میوه سپستان بود، مشاهده شد. این پژوهش نشان داد که نانوامولسیون عصاره سپستان در سطوح چربی کاهش یافته به میزان 25 درصد و 50 درصد با افزودن نانوامولسیون عصاره میوه سپستان در دو سطح 100 ppm و 400 پتانسیل خوبی برای استفاده در فرمولاسیون سس مایونز کم چرب به عنوان جایگزین چربی می باشد.

کلید واژگان: عصاره میوه سپستان، نانوامولسیون، مایونز کم چرب، جایگزین چربی.

* مسئول مکاتبات: yazdanpanah2004@gmail.com

1- مقدمه

برگ ریز می‌روید. میوه‌ها و برگ‌های این گیاه حاوی آلکالوئیدهای پیرولیزیدین، کومارین، فلاونوئید، ساپونین، ترپن و استرول‌ها هستند [8]. میوه‌های سیستان حاوی پلی‌ساکاریدهایی با قدرت چسبندگی بالا و ویژگی‌های امولسیفایری عالی می‌باشند. به دلیل وجود ویژگی چسبندگی قوی در مناطق روستایی برای چسباندن ورقه‌های کاغذ، مقوا و غیره از مایع موسیلاژی سیستان استفاده می‌شود [9]. صمغ سیستان یک صمغ غیر سمی، زیست پذیر، ارزان، اقتصادی و در دسترس است و به عنوان امولسیفایر و چسبنده در افزودنی‌های دارویی کاربرد دارد [10-12]. تحقیقاتی که تاکنون در خصوص مایونز صورت پذیرفته به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و یا رئولوژیکی آن پرداخته‌اند. اثر عواملی مانند نوع و میزان پایدار کننده، جایگزین‌های چربی و مقدار روغن مورد استفاده در فرمولاسیون بر ویژگی‌های حاصله از آزمون‌های رئولوژیک پایا و ناپایا مورد بررسی‌های متعدد قرار گرفته‌اند [13]. ماندالا و همکاران (2004) اثر صمغ‌های زانتان و لوبیای خرنوب را بر ویژگی‌های رئولوژیک سس سفید بررسی نموده و نشان دادند افزایش غلظت صمغ و میزان روغن باعث افزایش ضریب قوام و مدول ذخیره و نیز کاهش اندیس جریان و تانژانت افت می‌شود و در نتیجه ساختار به سمت جامد ویسکوالاستیک متمایل می‌گردد [14]. شن و همکاران (2011) اثر دکسترین جو دو سر را به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز با استفاده از روش سطح پاسخ بررسی نموده و نشان دادند که دکسترین جو دو سر پتانسیل خوبی برای جایگزینی چربی در سس مایونز دارد [5]. در این تحقیق سس مایونز با استفاده از نانو امولسیون عصاره میوه سیستان تولید شده است، سپس خصوصیات فیزیکوشیمیایی، پایداری، بافتی، رنگ سنجی و حسی آن بررسی گردید.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد اولیه

میوه سیستان (در فصل تابستان از شهر شیراز تهیه شد)، روغن مایع آفتابگردان (اویلا، 900 میلی لیتر)، زرده تخم‌مرغ، سرکه سفید (تاکباران 500 گرمی)، شکر سفید، نمک (سپیددانه)، از بازار محلی شیراز خریداری شد. هگزان، سود سوزآور 1/، نرمال، معرف فنل فتالین (مرک، آلمان) استفاده شد.

2-2- تهیه نانو امولسیون

مایونز یکی از انواع سس‌ها بوده که همیشه به دلیل بافت و طعمش مورد علاقه و تحسین مصرف کنندگان قرار گرفته است. سس فرآورده غذایی نیمه جامد یا سیال است که از امولسیون شدن روغن‌های گیاهی خوراکی (حداقل 66%) در یک فاز مایع شامل سرکه، لیمو، آب، عصاره لیمو، زرده تخم مرغ تشکیل می‌گردد [1]. چربی رژیم غذایی به عنوان منبع اضافی کالری، اسیدهای چرب اشباع شده و کلسترول و نیز ارتباط چربی با بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان و چاقی باعث بروز نگرانی‌های متعدد شده است. چربی بیشترین کالری (9 kcal/g) را در مقایسه با پروتئین و کربوهیدرات (4 kcal/g) فراهم می‌نماید [2]. از طرف دیگر افزایش آگاهی مردم به عنوان مصرف کننده محصولات دارای چربی نسبت به مسائل مربوط به سلامتی، تولیدکنندگان را بر آن داشته تا به دنبال راه چاره‌ای موثر برای غلبه بر این مشکل باشند. مهندسی مواد غذایی، جایگزین‌های کم کالری و بدون کالری متعددی را به منظور تولید محصولات کم‌چرب توسعه دادند. این ترکیبات کالری کمتری در فرمولاسیون غذایی بدون تغییر در طعم، احساس دهانی، ویسکوزیته یا دیگر خصوصیات ارگانولپتیکی ایجاد می‌کنند. جایگزین‌های چربی عموماً به دو گروه جایگزین‌ها و تقلیدکننده‌های چربی طبقه بندی می‌شوند. برای این منظور از هیدروکلوئیدهای مختلف به عنوان جایگزین روغن استفاده شده است [3]. مایونز معمولاً دارای 70-80 درصد روغن می‌باشد و از نظر ترمودینامیک سیستمی ناپایدار می‌باشد [4]. در صورت استفاده از مقادیر کمتر روغن جهت ایجاد بافت مناسب نیاز به استفاده از قوام‌دهنده‌ها در سس مایونز به وجود می‌آید. صمغ‌ها جزئی از فرمول ساخت اکثر سس‌ها هستند. این پلی‌ساکاریدها با افزایش غلظت فاز پیوسته موجب کاهش چسبندگی و متراکم شدن قطرات چربی و کاهش احتمال برخورد اتصال این قطرات به یکدیگر از طریق کاهش آزادی حرکت قطرات پراکنده امولسیون گردیده و در نتیجه موجب ثبات امولسیون می‌شود [5 و 6]. اندازه ذرات از دیدگاه فساد میکروبی و ایجاد طعم فاکتور بسیار مهمی است. از امولسیون کننده‌ها برای کاهش کشش بین سطحی فازهای روغن و آب که عموماً منجر به کاهش ابعاد ذرات آب می‌شود، استفاده می‌شود [7]. گیاه سیستان با نام علمی *Cordia myxal* که رایج‌ترین گونه جنسی *Cordia* است، از خانواده گاوبانیان بوده و عموماً در مناطق حاره‌ای، نیمه‌حاره‌ای و جنگل‌های خشک و مرطوب

Malvem) مورد اندازه گیری قرار گرفت. تعیین اندازه ذرات امولسیون‌ها توسط این دستگاه به کمک روش پراش دینامیکی نور انجام می‌گیرد، که در واقع حرکت براونی ذرات را درون سامانه‌های کلئیدی را اندازه گیری می‌نماید. قطر اندازه گیری شده در این روش، قطر هیدرودینامیکی ذرات نامیده شد و میانگین قطر ذرات به عنوان میانگین اندازه قطرات گزارش گردید [17].

2-4- تهیه سس مایونز

نمک، شکر، سرکه سفید و آب را با هم مخلوط کرده با استفاده از دستگاه هم‌زن (EUROSTAR digital، آلمان) به خوبی مخلوط گردید. در ادامه نانوامولسیون سپستان به تدریج به مخلوط فوق در حین مخلوط شدن اضافه گشت و به مدت 5 دقیقه با هم‌زن مخلوط شد و سپس تخم‌مرغ اضافه شد و کاملاً مخلوط گردید تا ترکیبی یکنواخت حاصل شد. در این مرحله روغن با ریزش مداوم و به صورت قطره قطره اضافه گردید. درهمه نمونه‌ها میزان شکر (11/55 گرم)، سرکه سفید (23/1 گرم)، زرده تخم‌مرغ (39/45 گرم)، نمک (4/50 گرم)، آب (24/6 گرم) ثابت بود. در نهایت، نمونه های سس مایونز تهیه شده جهت انجام آزمون‌های بعدی در دمای یخچال نگهداری شدند [18].

500 گرم میوه خشک شده سپستان را در 2 لیتر آب جوش (4 برابر میوه) کنار گذاشته و به مدت 4 تا 5 ساعت نگه داشته شده، سپس آن را در مخلوط کن (KENWOOD FPM-) 250، انگلستان)، میکس کرده تا کاملاً حل شود و هسته‌های آن شکسته شود. سپس محلول حاصل را در آفتاب خشک کرده و آنچه به دست می‌آید را در هاون کوبیده تا پودر شود و در آخر از الک استفاده شد [15]. با استفاده از روش راثو و مک کلمنت (2011) با اندکی تغییر نانوامولسیون به صورت توضیح داده شده، تهیه شد. پودر سپستان به دست آمده را با آب مقطر به نسبت 1 به 5 مخلوط کرده و چند قطره روغن اضافه کرده و به وسیله هم‌زن مغناطیسی به مدت 90 دقیقه مخلوط گردید. در مرحله بعد به مدت 3 دقیقه سانتریفیوژ (ALC@- 4232، آمریکا) شد، مایع به دست آمده از سانتریفیوژ را در روتاری (LABOROTA4000 Heidolph، جمهوری چک) تحت خلأ با دمای 70 سانتی-گراد و مدت زمان 80 دقیقه و سرعت 80 دور در دقیقه قرار داده شد تا تغلیظ شود. مقدار 30 میلی لیتر عصاره تغلیظ شده با 1 میلی لیتر روغن آفتابگردان مخلوط گردید و در دستگاه همگن ساز فراصوت (SONOPULS، HD- 4200، آلمان) با شدت 300 وات و مدت زمان 12 دقیقه و 10 ثانیه جهت به دست آوردن نانوامولسیون قرار داده شد [2 و 16].

2-3- اندازه ذرات امولسیون

متوسط قطر و توزیع اندازه امولسیون به کمک دستگاه انکسار نور لیزر مدل (Nano-zeta sizer) DLS شرکت

Table 1 Formulation of Mayonnaise Sauce

reduce oil % 100	reduce oil % 75	reduce oil % 50	reduce oil % 25	Control	
96.8gr	121.8gr	146.8gr	171.8gr	196/8gr	Sunflower oil
100ppm	100ppm	100ppm	100 ppm	-	Nanoemulsions
400ppm	400ppm	400ppm	400ppm		

Table 2 Treatments formulation

code	Treatment
A	Control
B	Mayonnaise with 25% reduced oil and 100 ppm nanoemulsions
C	Mayonnaise reduced with 25% oil and 400 ppm nanoemulsions
D	Mayonnaise with 50% reduced oil and 100 ppm nanoemulsions
E	Mayonnaise with 50% reduced oil and 400 ppm nanoemulsions
F	Mayonnaise with 75% reduced oil and 100 ppm nanoemulsions
G	Mayonnaise with 75% reduced oil and 400 ppm nanoemulsions
H	Mayonnaise with 100% reduced oil and 100 ppm nanoemulsions
I	Mayonnaise with 100% reduced oil and 400 ppm nanoemulsions

2-5-آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

پروپ مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه های با قطر 38 میلی متر، سرعت نفوذ پروپ به داخل نمونه یک میلی متر در ثانیه و عمق نفوذ آن 30 میلی متر انتخاب شد. ویژگی های بافتی مانند سفیدی، انسجام و چسبندگی در قالب منحنی نیرو- زمان توسط دستگاه رسم شد (شکل 1) [21].

اندازه‌گیری رطوبت از آون (Memmert- DO6836) در دمای 105 درجه سانتی‌گراد، برای اندازه‌گیری pH از pH متر (Metrohm مدل 744، سوئیس)، اسیدیته و چربی با استفاده از سوکسله (Soxtherm system PSU500) مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 2454 استفاده شده است [19].

2-8-آزمون رنگ‌سنجی

2-6-پایداری فیزیکی و حرارتی امولسیون

ویژگی های رنگ نمونه‌های سس با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (45/5flex color lab Hunter، آمریکا) انجام شد. در این آزمون سه فاکتور اندیس L^* که بیانگر میزان شفافیت، اندیس a^* گرایش به زردی و b^* گرایش به آبی و اندیس $+a^*$ گرایش به قرمزی و $-a^*$ گرایش به سبزی نمونه‌ها می‌باشد، بررسی شد. جهت مقایسه نمونه‌ها با یکدیگر از شاخص کلی اختلاف رنگ (ΔE) فرمول 1 استفاده شد [3].

جهت انجام آزمون پایداری فیزیکی امولسیون، در ابتدا 15 گرم از نمونه‌های سس مایونز درون لوله‌های سانتریفیوژ توزین شد و با دور 5000 بر دقیقه مدت 30 دقیقه سانتریفیوژ (ALC[®]- 4232، آمریکا) شدند. مقدار شاخص پایداری فیزیکی امولسیون با توجه به حجم امولسیون باقی مانده تقسیم بر حجم کل محاسبه گردید. برای تعیین پایداری سس مایونز در برابر حرارت، همان مراحل تکرار شد. نمونه‌ها قبل از سانتریفیوژ 48 ساعت در دمای 50 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و در مرحله بعد با دور 3000 بر دقیقه به مدت 10 دقیقه سانتریفیوژ شدند و با استفاده از حجم امولسیون باقی مانده تقسیم بر حجم کل، پایداری حرارتی تعیین شد [20].

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$$

2-9-ارزیابی حسی

2-7-اندازه‌گیری ویژگی های بافتی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های مایونز، پس از انجام آزمون‌های اولیه 20 نفر به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. برای انتخاب داوران از آزمون مثلثی استفاده شد. به این صورت که سه نمونه به ارزیاب‌ها داده شد که دو نمونه آن مشابه بودند. در نهایت ارزیاب‌هایی که نزدیکترین امتیاز را به نمونه های مشابه داده بودند، برای انجام آزمون ارزیابی حسی انتخاب شدند. برای ارزیابی نمونه‌های اصلی از مقیاس هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد. در این روش به هر داور یک ظرف حاوی نمونه که با کدهای سه رقمی شماره‌گذاری شده بودند، یک قاشق، یک لیوان آب، یک قطعه نان به همراه یک فرم امتیازدهی داده شد. هر داور تمام نمونه‌ها را به صورت تصادفی ارزیابی کرده و بین هر نمونه آب نوشیده شد. به این ترتیب 7 فاکتور تأثیرگذار سس مایونز شامل ظاهر (درخشندگی، شفافیت)، رنگ (مطلوبیت رنگ معمول مایونز و کرمی بودن)، طعم (شدت طعم)، قوام، بافت (یکنواختی و سفیدی)، مالش پذیری و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت [22].

برای اندازه‌گیری ویژگی های بافتی نمونه‌های مایونز، از دستگاه آنالیز بافت (شرکت بروکفیلد مدل CT3 4500) با سلول بارگذاری 4500 گرم استفاده شد.

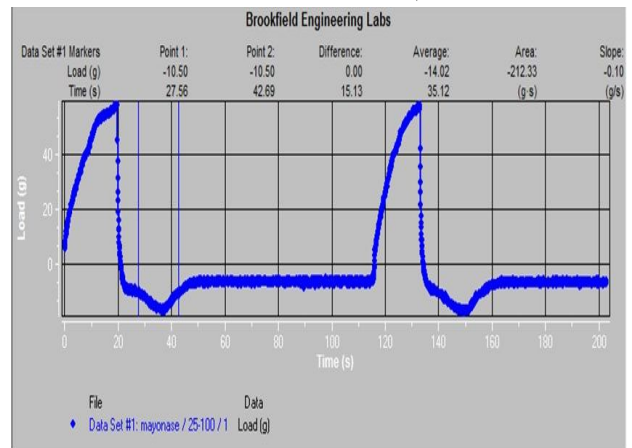


Fig 1 Texture profile analysis measurement of mayonnaise with 25% reduced fat and containing 100 ppm nanoemulsions of *Cordia myxal* fruit extract

2-10-تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و تمامی آزمون‌ها در 3 تکرار انجام شد. برای مقایسه‌ی میانگین تیمارها

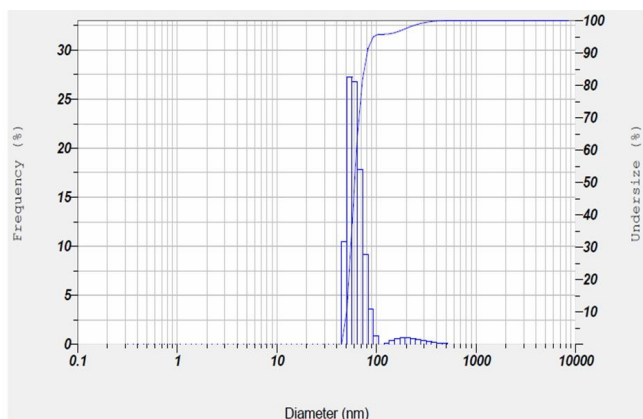


Fig 2 Average droplet radius of nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit

3-2-آزمون‌های فیزیکی شیمیایی

نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی شیمیایی نمونه‌های تیمار شده در جدول 3 نشان داده شده است.

از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (دانکن) در سطح احتمال 5% استفاده گردید. از نرم‌افزار آنالیز آماری SPSS نسخه 25 استفاده گردید.

3-بحث و نتایج

3-1-اندازه ذرات

ثبات و پایداری امولسیون و یکنواخت بودن آن، به شدت به اندازه قطرات امولسیون بستگی دارد. در این پژوهش اندازه قطرات به صورت میانگین $68/7 \text{ nm} \pm 38/3 \text{ nm}$ تعیین گردید (شکل 2). اندازه ذرات کوچک یکی از مزایای سیستم‌های نانوامولسیونی است. در مطالعه سید و همکاران (2018)، سیستم امولسیونی سنتز شده حاوی اسانس کارواکرول و صمغ عربی دارای اندازه ذرات با محدوده 200 نانومتر بود (23). توزیع اندازه ذرات گزارش شده در این پژوهش بسیار کم‌تر از سایر پژوهش‌ها بود.

Table 3 Physicochemical composition analysis of mayonnaise with nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit extract and control

Treatment	Acidity	MO%	Fat%	pH
A	0.5140 \pm 0.29683 ^a	22.0333 \pm 0.15275 ^b	35.4067 \pm 0.26858 ^g	4.0633 \pm 0.10214 ^a
B	0.6530 \pm 0.20555 ^a	20.4667 \pm 0.15275 ^a	26.5067 \pm 0.39311	4.0600 \pm 0.08000 ^a
C	0.5620 \pm 0.28684 ^a	22.5500 \pm 0.13229 ^c	25.5567 \pm 0.4050 ^f	4.0700 \pm 0.013000 ^a
D	0.5550 \pm 0.22524 ^a	25.500 \pm 0.15000 ^d	23.7167 \pm 0.40612 ^d	4.0700 \pm 0.08185 ^a
E	0.5734 \pm 0.22250 ^a	27.0033 \pm 0.06506 ^e	21.2300 \pm 0.17521 ^a	3.9567 \pm 0.11240 ^a
F	0.6633 \pm 0.20108 ^a	30.5333 \pm 0.31134 ^g	20.3600 \pm 0.22650 ^c	3.9733 \pm 0.16166 ^a
G	0.6787 \pm 0.18960 ^a	28.0367 \pm 0.14844 ^f	19.3400 \pm 0.25515 ⁱ	3.9800 \pm 0.15524 ^a
H	0.8470 \pm 0.16790 ^a	30.5467 \pm 0.32254 ^g	18.2367 \pm 0.18230 ^h	4.0400 \pm 0.12530 ^a
I	0.6153 \pm 0.27078 ^a	31.0100 \pm 0.12530 ^h	16.7133 \pm 0.44557 ^b	4.0300 \pm 0.14000 ^a

A (Control), B (25% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), C (25% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), D (50% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), E (50% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), F (75% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), G (75% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), H (100% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), I (100% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract). The numbers in the table reported to form of mean \pm standard deviation. The same letters indicate no significant difference ($p < 0/05$).

فاکتورهای شیمیایی مهم در سس‌های سالاد از جمله سس مایونز می‌باشند که طبق استاندارد ملی ایران (شماره 2454) pH در سس مایونز و یا سس‌های سالاد نباید بیش از 4/1 و اسیدیته کل نباید از 0/6 (بر حسب گرم درصد اسید استیک) کمتر باشد [19]. اگر اسیدیته سس از 1/5 درصد بیشتر باشد، سس سالاد حاصل طعمی نامطلوب پیدا می‌کند و اگر کمتر از 0/6 درصد باشد نیز زمینه برای رشد میکروارگانیسم‌هایی مانند

نتایج حاصل از آزمون pH و اسیدیته در تیمارها نشان می‌دهد که تیمارها با یکدیگر و با شاهد اختلاف معنی‌داری ندارند. تیمار شاهد بیشترین مقدار pH ($4/0633 \pm 0/10214$) و تیمار E ($3/9567 \pm 0/11240$) کمترین مقدار pH را دارا است. تیمار شاهد کمترین مقدار اسیدیته ($0/5140 \pm 0/29683$) و تیمار H بیشترین مقدار اسیدیته ($0/8470 \pm 0/16790$) را دارا بودند. اسیدیته و pH از

شده و مواد غیر چرب افزایش پیدا کرده است [26]. امیر-عقدایی و همکاران (2010) گزارش کرده اند که دلیل استفاده از بتاگلوکان که هیدروکلونیدی با میزان جذب رطوبت بالا و بدون چربی است، این است که برخی از ویژگی‌های عملکردی چربی‌ها را به وسیله باند کردن مولکول‌های آب درون امولسیون‌های غذایی از خود نشان داده است [21]. نتایج پژوهش حاضر بانتایج ذکر شده مطابقت دارد. نتایج حاصل از آزمون رطوبت در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری ندارند. تیمارهای F و H با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارند و تیمار B ($0/15275 \pm 20/4667$) کمترین مقدار و تیمار I ($0/12530 \pm 31/0100$) بیشترین مقدار رطوبت را دارد. لیو و همکاران (2007) گزارش نمودند که با افزایش میزان پروتئین آب پنیر و پکتین در سس مایونز، رطوبت نمونه-ها افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد [22]. نتایج مشابهی در پژوهش حاضر گزارش شده است.

3-3-آزمون پایداری امولسیون

شاخص‌های پایداری امولسیون در جدول 4 نشان داده شده است.

استافیلوکوکوس اورئوس فراهم می‌شود. به نحوی که اسیدیته بهینه را $1/2-0/7$ درصد ذکر شده است [24]. نتایج بررسی تغییرات pH و اسیدیته حاکی از آن بود که اثر کاهش میزان روغن بر روی تغییرات اسیدیته و pH معنی‌دار نبود. این امر به دلیل ثابت بودن میزان سرکه مصرفی در فرمولاسیون تیمارها است. علت کاهش pH احتمالاً می‌تواند به علت شکسته شدن برخی از گروه‌های استری و تبدیل آنها به گروه‌های اسیدی مربوط باشد. از سوی دیگر رشد باکتری‌های غیربیماری‌زا مقاوم به اسید مانند لاکتوباسیلوس‌ها نیز ممکن است در این امر مؤثر باشد نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بستانی (2011) و کاراس (2002) در مورد بررسی ویژگی‌های سس مایونز مطابقت داشت [18 و 25]. نتایج حاصل از آزمون چربی در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که تیمارها با کاهش چربی نسبت به یکدیگر و با شاهد اختلاف معنی‌دار دارند و تیمار شاهد ($0/26858 \pm 35/4067$ درصد) بیشترین مقدار و تیمار I ($0/44557 \pm 16/7133$ درصد) کمترین مقدار چربی را دارد. زارعی و همکاران (2017) گزارش کردند که جایگزینی آرد کامل دانه خربزه برای کاهش چربی در سس مایونز کم چرب، که میزان چربی با کاهش روغن و افزایش درصد جایگزینی کاهش داشته است، زیرا چربی کاهش داده

Table 4 Results of comparison of average physical and thermal stability of mayonnaise with nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit extract and control

Treatment	Thermal stability	Physical Stability
A	66.5233 ± 0.40278^a	36.6533 ± 0.25007^a
B	70.0433 ± 0.14012^b	53.3433 ± 0.25027^e
C	83.3333 ± 0.24502^c	43.4567 ± 0.30072^b
D	83.4133 ± 0.34269^c	46.6200 ± 0.20298^e
E	83.3900 ± 0.27495^c	49.9967 ± 0.10504^d
F	83.4067 ± 0.35238^c	43.3800 ± 0.16093^b
G	83.4567 ± 0.39552^c	56.6200 ± 0.22338^f
H	70.0200 ± 0.13115^b	46.6100 ± 0.20952^e
I	70.0500 ± 0.13229^b	60.0433 ± 0.17898^g

A (Control), B (25% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), C (25% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), D (50% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), E (50% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), F (75% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), G (75% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), H (100% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), I (100% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract). The numbers in the table reported to form of mean \pm standard deviation. The same letters indicate no significant difference ($p < 0/05$).

تیمارهای C و F و همچنین D و H به ترتیب با هم اختلاف معنی‌داری ندارند ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار دارند. همچنین نمونه I ($60/0433 \pm 0/17898$) بیشترین مقدار و نمونه شاهد ($36/6533 \pm 0/25007$) کمترین مقدار پایداری

نتایج حاصل از آزمون پایداری فیزیکی و حرارتی در تیمارهای مختلف در جدول 4 نشان داده شده است. تمامی تیمارها نسبت به شاهد پایداری بالاتری نشان داده‌اند. خصوصیت پایداری فیزیکی تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری دارند ولی

فیزیک را دارند. بررسی پایداری حرارتی نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی داری دارند ولی تیمارهای H، B و I با هم و تیمارهای C، D، E، F و G با هم اختلاف معنی دار ندارند. تیمار شاهد ($66/5233 \pm 0/40278$) کمترین مقدار و تیمار G ($83/4567 \pm 0/39552$) بیشترین مقدار پایداری فیزیکی را دارند. مون و همکاران (2009) افزایش میزان پایداری سس مایونز کم چرب را در اثر افزودن صمغ زانتان گزارش کردند و دلیل آن را افزایش ویسکوزیته‌ی فاز پیوسته دانستند [20]. امولسیون پایدار، به امولسیون‌نی اطلاق می‌شود که هم‌آمیختگی، رویشینی و خامه‌ای شدن در آن رخ ندهد. پدیده خامه‌ای شدن در نمونه‌های سس مایونز پرچرب که حاوی مقادیر بالای روغن هستند کمتر اتفاق می‌افتد، به این دلیل که قطرات روغن به شدت با یکدیگر تماس داشته و اصطکاک حاصل بین آنها مانع از خامه‌ای شدن می‌گردد، در حالی که در نمونه‌های با میزان چربی پایین، این پدیده معمول‌تر است. در محصولات کم چرب، افزودن یک عامل غلیظ کننده مانند یک نوع صمغ و یا پروتئین به فاز آبی، باعث کاهش حرکت

قطرات امولسیون شده و از پدیده خامه‌ای شدن جلوگیری می‌کند [19]. نتایج مشابهی در پژوهش حاضر گزارش شده است. مطابق با قانون استوک هر چه گرانروی فاز پیوسته بیشتر باشد، سرعت جدا سازی فازها کمتر و امولسیون پایدارتر خواهد بود. در حالی که کم بودن گرانروی، باعث افزایش حرکت ذرات و در نتیجه آب اندازی می‌شود [27]. تیمار 100 در صد کاهش چربی نسبت به سایر تیمارها پایداری حرارتی کمتری نشان داده است، دلیل کاهش پایداری را می‌توان به افزایش فاز آبی، کاهش غلظت و در نتیجه کاهش گرانروی نمونه‌ها نسبت داد. با توجه به اعمال حرارت در آزمون پایداری حرارتی، افزایش دما در شوک حرارتی می‌تواند منجر به شکستن ساختاری مولکول‌ها، افزایش آزادی و تحرک مولکول‌ها، جاری شدن آنها و در نتیجه کاهش گرانروی و متعاقب آن کاهش پایداری امولسیون شود [28].

3-4-آزمون رنگ‌سنجی

شاخص‌های رنگ‌سنجی در جدول 5 نشان داده شده است.

Table 5 Color measurement of mayonnaise with nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit extract and control

Treatment	a*	b*	L*	ΔE
A	5.3367 ± 0.06028 ^c	33.6267 ± 0.11372 ^b	68.0067 ± 0.6028 ^f	0.17939 ± 5.7613
B	6.3300 ± 0.08000 ^f	32.3200 ± 0.03606 ^a	67.5933 ± 0.17010 ^e	1.6963 ± 0.04153 ^a
C	7.3300 ± 0.07000 ^h	36.6467 ± 0.8083 ^c	74.3433 ± 0.10066 ⁱ	7.2967 ± 0.2730 ^b
D	3.3300 ± 0.06000 ^b	40.6333 ± 0.0327 ^e	69.0000 ± 0.9000 ^g	7.3267 ± 0.06950 ^b
E	3.0067 ± 0.03055 ^a	41.3276 ± 0.07506 ^g	69.0200 ± 0.09165 ^h	8.1080 ± 0.03341 ^d
F	5.6500 ± 0.04583 ^d	38.6700 ± 0.07550 ^d	62.3367 ± 0.10017 ^a	7/5934 ± 0.05886 ^c
G	8.31333 ± 0.0960 ⁱ	41.0133 ± 0.07095 ^f	64.3100 ± 0.20075 ^c	8.7803 ± 0.08927 ^e
H	7.0067 ± 0.05033 ^g	47.0600 ± 0.12166 ⁱ	66.6767 ± 0.06658 ^d	13.6013 ± 0.7912 ^g
I	6.3100 ± 0.09165 ^e	44.0267 ± 0.08327 ^h	064.0033 ± 0.11504 ^b	11.1857 ± 0.06532 ^f

A (Control), B (25% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), C (25% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), D (50% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), E (50% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), F (75% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), G (75% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), H (100% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), I (100% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract). The numbers in the table reported to form of mean ± standard deviation. The same letters indicate no significant difference ($p < 0/05$).

H تیمار و کمترین مقدار و تیمار H ($32/3200 \pm 0/03606$) بیشترین مقدار را داشته‌اند. در بررسی پارامتر L^* تیمار F ($62/3367 \pm 0/10017$) کمترین مقدار و تیمار C ($74/3433 \pm 0/10066$) بیشترین مقدار را نشان دادند. نتایج پارامتر ΔE نشان داد که تیمارهای C و D با هم اختلاف

در نتایج حاصل از آزمون رنگ‌سنجی پارامترهای a^* ، b^* ، L^* و ΔE نشان داده شد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری دارند. در بررسی پارامتر a^* تیمار E ($3/0067 \pm 0/03055$) کمترین مقدار و تیمار G ($8/3133 \pm 0/09609$) بیشترین مقدار را داشته‌اند. در بررسی پارامتر b^* تیمار B

رنگ روشن تر می شود. با افزایش اندازه ذرات رنگ امولسیون به دلیل کاهش افتراق نور در نمونه کاهش می یابد [2]. وراسینچای و همکاران (2006) با بررسی ویژگی های رنگی سس مایونز کم چرب تهیه شده با استفاده از بتاگلوکان استخراج شده از مخمر ساکاروماسیس سرویزیه با کاهش میزان روغن کاهش روشنی را گزارش نمودند [3]. در پژوهش حاضر میزان زردی یا b^* نمونه های سس مایونز و میزان قرمزی یا a^* نمونه ها افزایش معنی دار داشته اند که نشان دهنده گرایش نمونه ها به سمت رنگ زرد و قرمز است که می توان آن را به حضور احتمالی رنگدانه های زرد و قرمز میوه سپستان در عصاره استخراج شده از آن نسبت داد.

3-5- اندازه گیری ویژگی های بافتی

در جدول 6 شاخص های بافتی نمونه های تیمار شده نشان داده شده است.

معنی دار ندارند اما با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار دارند و تیمار B ($1/6963 \pm 0/04153$) کمترین مقدار و تیمار H ($13/6013 \pm 0/07912$) بیشترین مقدار را داشته اند. میزان روشنی (L^*) در نمونه های مایونز تأثیر بسزایی در میزان پذیرش مصرف کننده دارد. همانطور که در جدول 5 مشاهده می شود، شفافیت نمونه های سس مایونز با کاهش میزان روغن، کاهش معنی داری را نسبت به شاهد نشان داده است. در واقع با کاهش میزان روغن، شاخص L^* کاهش می یابد که علت آن می تواند کم بودن شفافیت عصاره میوه سپستان نسبت به روغن مورد استفاده است. بر اساس گزارش این محققان می توان این گونه عنوان کرد که افزایش اندازه ذرات مایونز باعث کاهش رنگ روشنی نمونه ها شده است. به طور کلی رنگ امولسیون ها تحت تأثیر رنگ فاز آبی آنها قرار دارد. صمغ ها با افزایش غلظت فاز پیوسته از به هم پیوستن ذرات روغن در امولسیون جلوگیری کرده و در نتیجه هر چه توانایی هیدروکلوئید در جذب آب بیشتر باشد، ذرات ایجاد شده ریزتر خواهند بود و

Table 6 Texture profile analysis measurement of mayonnaise with nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit extract and control

Treatment	Adhesion	Hardness
A	5.0 ± 8.06^e	52.0 ± 4.07^f
B	5.0 ± 7.29^f	58.0 ± 50.23^g
C	5.0 ± 54.10^f	51.0 ± 44.19^e
D	1.0 ± 68.17^b	29.0 ± 48.19^a
E	2.0 ± 13.04^c	30.0 ± 46.13^b
F	2.0 ± 26.08^c	31.0 ± 51.22^c
G	$3/0 \pm 36.13^d$	29.0 ± 44.19^a
H	0.0 ± 31.08^a	38.0 ± 54.20
I	1.0 ± 91.08^{bc}	32.0 ± 1.07^c

A (Control), B (25% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), C (25% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), D (50% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), E (50% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), F (75% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), G (75% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), H (100% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), I (100% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract). The numbers in the table reported to form of mean \pm standard deviation. The same letters indicate no significant difference ($p < 0/05$).

جلب رضایت مصرف کنندگان بسیار مؤثر است. نتایج به وضوح نشان داد که سفتی تیمارها نسبت به شاهد کمتر بوده است. در مورد علت کاهش سفتی در نمونه های D و G می توان گفت با توجه به اینکه مایونز نوعی امولسیون خاص است (سیال ویسکوالاستیک) ممکن است با کاهش میزان روغن قدرت تشکیل امولسیون اولیه کاهش یافته و قادر به تشکیل امولسیون منسجم نباشد از طرفی مقادیر جایگزین های چربی به کار رفته در این تیمار کافی نبوده و امولسیون تشکیل

نتایج حاصل از پارامتر سفتی نشان می دهد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی دار داشته اند ولی تیمارهای D و G با یکدیگر و همچنین تیمارهای F و I با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشته اند اما با سایر تیمارها اختلاف معنی دار داشته اند. تیمار B ($58/0 \pm 50/23$) بیشترین مقدار و تیمارهای D و G به ترتیب ($29/0 \pm 44/19$) و ($29/0 \pm 48/19$) کمترین مقدار را سفتی نشان داده اند. یکی از فاکتورهای مهم و تأثیرگذار در سس مایونز میزان سفتی بافت آن می باشد که در پذیرش و

ویژگی چسبندگی جهت گسترش پذیری سس مایونز بر روی مواد غذایی و حفظ ساختار در حین اعمال تنش‌های کوچک حائز اهمیت می‌باشند. لیو و همکاران (2007) گزارش کرده‌اند که با افزایش غلظت صمغ این ویژگی کاهش داشته است [22]. افزودن صمغ به نمونه مایونز سبب تشکیل ساختار ژل مانند قوی در فاز پیوسته، القاء ساختار سخت تر و پیچیده‌تر و همچنین تأثیر در تشکیل قطرات روغن با قطر کوچکتر در امولسیون و کاهش الاستیسیته، نسبت به نمونه فاقد صمغ می‌شود [30]. گل چوبی و همکاران (2016) و مون و همکاران (2009) نیز نشان دادند که افزودن صمغ گزانتان به مایونز کم چرب موجب افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته شده و ویژگی‌های بافتی آن را بهبود می‌بخشد. نتایج مشابهی در پژوهش حاضر گزارش شده است [20 و 31].

3-6- ارزیابی حسی

شاخص‌های ارزیابی حسی در جدول 7 نشان داده شده است.

شده استحکام کمتری دارد ولی با افزایش مقادیر جایگزین‌های چربی در تیمارهای دیگر و از طرفی قدرت تشکیل ژل این جایگزین‌ها و تأثیر مستقیم آنها در تشکیل شبکه مستحکم امولسیونی، این نقیصه برطرف شده است. مون و همکاران (2009) با بررسی میزان سفتی نمونه‌های سس مایونز کم چرب تهیه شده با بتاگلوکان مخمر با افزایش درصد جایگزینی روغن با بتاگلوکان از 50% به 75% کاهش میزان سفتی را گزارش کردند [20]. نیکزاده و همکاران (2012) در مورد مایونز کم کلسترول که با استفاده از مخلوطی از پروتئین‌ها و صمغ‌ها به عنوان جایگزین تخم مرغ پایدار شده، نشان داد که سفتی بافت مایونز با افزایش غلظت پروتئین و صمغ و افزایش ویسکوزیته، افزایش یافت [29]. نتایج حاصل پارامتر چسبندگی نشان می‌دهد که چسبندگی در تیمارها نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشته است ولی تیمارهای B و C با یکدیگر و تیمارهای E و F با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمار شاهد ($5/0 \pm 57/29$) بیشترین مقدار و تیمارهای H ($0/0 \pm 31/08$) کمترین مقدار چسبندگی را نشان داده‌اند.

Table 7 Sensory evaluation of mayonnaise with nanoemulsion of *Cordia myxal* fruit extract and control

Treatment	Rubbing	Texture	Consistency	Taste	Color	Appearance	General acceptance
A	4.40 \pm 0.24 ^c	4.60 \pm 0.24 ^c	4.40 \pm 0.40 ^c	3.60 \pm 0.24 ^a	4.60 \pm 0.24 ^b	4.60 \pm 0.24 ^b	4.40 \pm 0.24 ^b
B	4.00 \pm 0.32 ^c	4.40 \pm 0.24 ^{bc}	4.00 \pm 0.32 ^{bc}	3.60 \pm 0.24 ^a	4.20 \pm 0.20 ^{ab}	4.40 \pm 0.24 ^{ab}	4.20 \pm 0.20 ^b
C	3.60 \pm 0.24 ^{bc}	3.60 \pm 0.24 ^{abc}	3.80 \pm 0.20 ^{bc}	3.00 \pm 0.00 ^a	3.80 \pm 0.37 ^a	3.60 \pm 0.24 ^a	0.20 ^{ab} \pm 3.80
D	2.80 \pm 0.37 ^{ab}	3.60 \pm 0.24 ^{abc}	3.00 \pm 0.32 ^{ab}	3.00 \pm 0.00 ^a	4.40 \pm 0.24 ^{ab}	3.80 \pm 0.37 ^{ab}	3.40 \pm 0.24 ^{ab}
E	2.40 \pm 0.24 ^a	3.00 \pm 0.45 ^a	2.80 \pm 0.58 ^{ab}	3.00 \pm 0.32 ^a	0.20 ^a \pm 3.80	4.00 \pm 0.45 ^{ab}	3.00 \pm 0.45 ^a
F	2.60 \pm 0.51 ^{ab}	3.80 \pm 0.49 ^{abc}	2.40 \pm 0.24 ^a	3.00 \pm 0.32 ^a	4.00 \pm 0.00 ^{ab}	4.00 \pm 0.32 ^{ab}	3.00 \pm 0.32 ^a
G	2/40 \pm 0.24 ^a	3.00 \pm 0.55 ^a	2.25 \pm 0.25 ^a	3.00 \pm 0.32 ^a	4.40 \pm 0.00 ^{ab}	4.40 \pm 0.24 ^{ab}	2.80 \pm 0.49 ^a
H	2.40 \pm 0.40 ^a	3.40 \pm 0.40 ^{abc}	2.40 \pm 0.24 ^a	2.80 \pm 0.49 ^a	3.80 \pm 0.20 ^a	4.20 \pm 0.20 ^{ab}	2.60 \pm 0.40 ^a
I	2.60 \pm 0.51 ^{ab}	3.20 \pm 0.37 ^{ab}	2.20 \pm 0.74 ^a	2.80 \pm 0.49 ^a	3.80 \pm 0.20 ^a	4.40 \pm 0.24 ^{ab}	2.80 \pm 0.58 ^a

A (Control), B (25% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), C (25% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), D (50% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), E (50% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), F (75% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), G (75% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract), H (100% Reduced fat, 100 ppm *Cordia myxal* fruit extract), I (100% Reduced fat, 400 ppm *Cordia myxal* fruit extract). The numbers in the table reported to form of mean \pm standard deviation. The same letters indicate no significant difference ($p < 0/05$).

داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمارهای B، D، F و G با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. همچنین تیمارهای C، E، H و I با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($4/60 \pm 0/24$) و تیمارهای C، E، H و I کمترین مقدار امتیاز رنگ را نشان

ارزیابی ظاهر نشان داد که تیمارها با یکدیگر و با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته‌اند اما تیمار شاهد و تیمار C با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($4/60 \pm 0/24$) و تیمار C کمترین مقدار امتیاز ظاهر را نشان دادند. ارزیابی رنگ نشان

و ویژگی‌های حسی می‌گردد [33]. طلوعی و همکاران (2011) در تحقیقی که بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین انجام دادند گزارش کردند که نمرات ارزیابی مالش پذیری نمونه‌های مایونز با افزایش میزان جایگزینی کاهش می‌یابد [34]. ارزیابی پذیرش کلی نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته‌اند اما تیمار B با شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداده‌اند و تیمارهای C و D با یکدیگر، و همچنین تیمارهای E، F، G، H و I با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($4/40 \pm 0/24$) و تیمار H کمترین مقدار ($2/60 \pm 0/40$) را نشان دادند. هر محصول برآیندی از میزان اثرگذاری مجموع صفات بافتی و غیربافتی آن بر مصرف‌کننده است. نمونه‌هایی که سفتی و ویسکوزیته بیشتری داشتند، از نظر ارزیابان، نیز امتیاز بیشتری کسب نمودند. طلوعی همکاران (2011) در تحقیقی که بر روی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین انجام دادند گزارش کردند بیشترین سفتی و ویسکوزیته مربوط به نمونه حاوی پکتین با 25% روغن و بیشترین مقبولیت از دید ارزیابان هم مربوط به همین نمونه بوده است [34].

4- نتیجه‌گیری

در این پژوهش از چربی موجود در فرمولاسیون معمول سس مایونز به میزان 25، 50، 75 و 100 درصد کاسته شد. سطوح چربی کاهش یافته به میزان 25 درصد و 50 درصد با افزودن نانوامولسیون عصاره میوه سپستان در دو سطح 100 ppm و 400 نتایج مطلوبی نشان داد. بنابراین می‌توان از نانوامولسیون عصاره سپستان به عنوان یک جایگزین مناسب در فرمولاسیون سس مایونز استفاده کرد و به دلیل اینکه این صمغ قادر است آب موجود در فاز پیوسته را باند نماید، نقش موثری در ثبات و پایداری امولسیون دارد. بنابراین می‌توان سس مایونز را با استفاده از مقدار مناسب صمغ نامبرده تولید کرد، بدون آنکه در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سس مایونز در شرایط مختلف نگهداری در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت عمده‌ای بروز کند. به عبارت دیگر با توجه به مشابهت خصوصیات اصلی سس مایونز محتوی نانوامولسیون عصاره میوه سپستان با سس مایونزی که با استفاده از مواد پایدارکننده و قوام‌دهنده خارجی تولید شده است، می‌توان استفاده از این صمغ را که صمغی

دادند. ارزیابی طعم نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمارهای H و I کمترین مقدار ($0/49 \pm 2/80$) و تیمارهای شاهد و B ($3/60 \pm 0/24$) بیشترین مقدار امتیاز طعم را نشان دادند. دلیل این امتیاز را می‌توان غلظت نمونه‌ها بیان کرد. زیرا با افزایش غلظت نمره ارزیابان نیز افزایش یافته و با کاهش غلظت در نمونه H و I نمره ارزیابی طعم نیز کاهش یافته است. با کاهش غلظت، میزان سرکه آزاد در فاز آبی و نتیجتاً قرارگیری آن بر روی پرزهای چشایی زبان افزایش و طعم تیز سرکه بیشتر محسوس خواهد بود، این مسأله در این نمونه‌ها باعث کاهش امتیاز شده است. نتایج این تحقیق با تحقیقات رحمتی و همکاران (2012) کاملاً مطابقت دارد. زیرا در تحقیقات آنها کمترین امتیاز طعم مربوط به نمونه با رقت پایین‌تر بوده است. آنها میزان روغن را ثابت نگه داشته و غلظت قوام‌دهنده‌ها را تغییر دادند در نتیجه با کاهش رقت امتیاز داده شده از سوی ارزیابان کاهش یافته است [32]. ارزیابی قوام نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته‌اند، اما تیمارهای B و C با یکدیگر، همچنین تیمارهای D و E با یکدیگر و تیمارهای F، G، H و I با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($0/40 \pm 4/40$) و تیمار I کمترین مقدار ($2/20 \pm 0/74$) امتیاز قوام را نشان دادند. ارزیابی بافت نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته‌اند. اما تیمارهای C، D، F و H با یکدیگر و همچنین تیمارهای E و G با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($0/24 \pm 4/60$) و تیمار E و G به ترتیب کمترین مقدار ($0/45 \pm 3/00$) و ($0/55 \pm 3/00$) امتیاز بافت را داشته‌اند. ارزیابی مالش‌پذیری نشان داد که تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته‌اند، اما تیمار B با شاهد اختلاف معنی‌دار نشان نداده است. همچنین تیمارهای D، F و I با یکدیگر و تیمارهای E، G و H با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان نداده است. تیمار شاهد بیشترین مقدار ($0/24 \pm 4/40$) و تیمارهای E و G به ترتیب کمترین مقدار ($0/24 \pm 2/40$) امتیاز مالش‌پذیری را داشته‌اند. با کاهش میان غلظت روغن نمونه‌ها، ویژگی مالش‌پذیری از دید ارزیابان از خود کاهش نشان داده است که ناشی از تضعیف بافت، قوام و ظاهر نمونه‌ها است. دیپیری و همکاران (2001) نشان دادند که پخش منظم قطرات چربی باعث ایجاد ساختار پایدار و البته مناسب‌تر به لحاظ

Coating for Control of Peanut Oxidation. *Journal of Food processing and preservation*, 38(3), 894- 906.

- [12] Haq, M. A., Hasnain, A. (2011). A Novel Gd Gdible Coating to Increase the shelf life of Chilgoza. *Journal of LWT Food Science and Technology*, 50(1), 306- 311.
- [13] Bligh, E. G., Dyer, W.J. A. (1959). Rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Bio Chemistry and Physiology*, 37, 911- 917.
- [14] Mandala, I. G., Savvas, T. P., Kostaropoulos, A. E. (2004). Xanthan and locust bean gum influence in the rheology and structure of a white model- sauce. *Food Engineering*, 64, 335- 342.
- [15] Karazhiyan, H., Razavi, S. M. A., Phillips, G. O., Fang, Y., Al- Assaf, S., Nishinari, k. (2011). Physico chemical aspects of hydrocolloid extract from the seeds of *Lepidium sativum*. *International Journal of Food science and Technology*, 46, 1066- 1072.
- [16] Rao, J., McClements, D.J. (2011). Formation of flavor oil microemulsions, nanoemulsions and emulsions: influence of composition and preparation method. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(9), 5026- 5035.
- [17] Mir Majidi, A., Abbasi, S., Hamidi Esfahani, Z., Azizi, M. H. (2017). Effect of emulsifiers and local gums on the formation, some physical and rheological properties of orange peel essential oil nanoemulsions. *Journal of Food Science and Technology*, 60(13): 11- 24.
- [18] Bostani, A. N., Ahmed, M. G, salem, A. A. (2011). Development of light mayonnaise formula using carbohydrate based fat replacement. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9), 673- 682.
- [19] Institute of standard and industrial research of Iran. (2014). Mayonnaise and Salad Dressings - Features (Amendment 2). No. 2454.
- [20] Mun, S., Kim, Y.L., Kang, C., Kang, C., Shim, J., Kim, Y. (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4-alpha GTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 44(5), 400- 407.
- [21] Amiri Aghdaei, S. S., Aalami, M., Rezaei, R. (2010). Feasibility of gum tragacanth and maltodextrin used as a fat replacer in mayonnaise. *Electronic Journal of Food*

کاملاً طبیعی و بی‌زیان است و به راحتی در ایران قابل کشت و استخراج است به عنوان جانشین مناسبی برای مواد مذکور به کارخانجات سس مایونز پیشنهاد نمود.

5-منابع

- [1] Bortnowska, G., Makiewiewicz, A. (2006). Technological utility of guar gum and xanthan for the productio of low fat inulin-enriched mayonnaise. *Acta Science Poland Tecnology*, 5, 135- 146.
- [2] McClements, D. J., Demetriades, K. (1998). An integrated approach to the Development of reduced-fat food emulsions. *Critical Reviews and Food Science Nutrition*, 38(6), 511- 536.
- [3] 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*, 20(1), 68- 78.
- [4] Barbosa-canovas, G. V., Ma, L. (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.
- [5] Shen, R., Luo, S.h., Dong, J. (2011). Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry*, 126(1), 65- 71.
- [6] Xiong, R., Xie, G., Edmondson, A. S., Meullenet, J. F. (2002). Neural network modelling of the fate of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis PT4 in home-made mayonnaise prepared with citric acid. *Food Control*, 13(8), 525- 533.
- [7] Paraskevopoulou, A., Boskou, D., Kiosseoglou, V. (2005). Stabilization of olive oil-lemon juice emulsion with polysaccharides. *Food Chemistry*, 90(4), 627- 634.
- [9] Mukherjee, B., Dinda, S. (2009). Gum Cordia - A new tablet binder and emulsifier. *Journal of Acta Pharmaceutica science*, 51, 189- 198.
- [10] Haq, M. A., Hasnain, A., Jafri, F. A. (2015). Chrcterization of Edible Gum Cordia Film: Effects of Beeswax. *Journal of LWT Food Scienc and Technology*, 68, 67- 680.
- [11] Haq, A. M., Hasnain, A. (2014). Antioxidant Containing Gum Cordia

- pasteurization and sterilization of model emulsions. *Innovation Food Science and Emerging Technologies*, 8, 232- 236.
- [29] Nikzade, V., Mazaheri Tehrani, M., Saadatmand-Tarzjan, M. (2012). Optimization of low- cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, 28, 344- 352.
- [30] Raymundoa, A., Francob, J. M., Empisc, J., Sousad, I. (2002). Optimization of the composition of cow-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(8), 283- 290
- [31] Golchubi, L., Alimi, M., Yousefi, H. (2016). The Effect of Addition of Cellulose Nano-Fiber and Carboxymethyl Cellulose on the Physicochemical and Sensory Properties of Low-Fat Mayonnaise *New Journal of Modern Food Technologies* , 3(2), 23- 32. (In Persian)
- [32] Rahmati, N. F., Mazaheri Tehrani, M., Daneshvar, K. (2012). The effect of alternative fat on physical and sensory properties of mayonnaise by RSM. *Journal of Food Science and Technology*. 11 (42): 54- 43. (In Persian)
- [33] Depree, J. A., savage, G.P. (2001). Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science and Technology*, 12, 157- 163.
- [34] Toloui, O., Mortazavi, S. A., Selami, M., Sadeghi Mahoonak, A.R. (2011). Physicochemical, Textural, and Sensory Properties of Low-Fat Mayonnaise Sauce Containing Inulin and Pectin, *Journal of Food Science and Technology*, 3(1,7), 35- 42.
- Processing and Preservation , 2(3), 1- 18. (In Persian)
- [22] Liu, H., Xu, X.M., Guo. S.h.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] Syed, I., Sarkar, P. (2018). Ultrasonication-assisted formation and characterization of geraniol and carvacrol-loaded emulsions for enhanced antimicrobial activity against food-borne pathogens. *Chemical Papers*, 1(1), 1- 14.
- [24] Rahbari, M., Aalami, M., Maghsoudlou, Y., Kashaninejad, M. (2014). Evaluation of physicochemical and sensory properties of mayonnaise containing wheat germ protein isolate and xanthan gum. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 2(1), 1- 16. (In Persian)
- [25] Karas, R., Skvarca, M., Zlender, B. (2002). Sensory Quality of standard and light mayonnaise during storage. *Food Technol. Biotechnol.* 40,119- 127.
- [26] Zareie, A., Ghiafeh Davoodi, M. (2017). Evaluation of Physicochemical, Image, Textural and Sensory Properties of Low Fat Mayonnaise Containing Melon Seed Flour. *Iranian journal of food science and technology* , 61(13), 165- 172. (In Persian)
- [27] Nor Hayati, I., Cheman, Y. B., Tan, C. P., Nor Aini, I. (2009). Droplet characterization and stability of Soybean oil/palm kernel oleinO/ w emulsions with the presence of selected polysaccharides. *Food Hydrocolloid*, 23(2), 233- 243.
- [28] Ven, C. V., Courvoisier, C. (2007). High pressure versus heat treatments for

Production of low-fat mayonnaise with using nano-emulsion of *Cordia myxal* extract

Dadpour, S.¹, Yazdanpanah, S.^{1*}

Department of Food Science and Technology, Kazerun branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

(Received: 2020/07/03 Accepted: 2020/02/02)

Mayonnaise is a kind of oil emulsion in water that contains high levels of fat that cause cardiovascular disease in consumers. Therefore consumers tend to consume of low-fat mayonnaise. Therefore, in this study, the possibility of using nanoemulsions of *Cordia myxal* extract as fat substitute in mayonnaise was investigated. Fat was reduced in 25, 50, 75 and 100% in mayonnaise and it was replaced by 100 ppm and 400 ppm nanoemulsions of *Cordia myxal* extract. The results of the tests were analyzed by completely randomized design at the 5% probability level. The size of nanoemulsion droplets was determined as the mean 68.7 ± 38.3 . The results showed that pH and acidity showed no significant difference between treated and control samples. Fat content in all samples was significantly lower than control, but moisture content and acidity of low-fat mayonnaise samples were significantly higher than control ($P \leq 0.05$). Physical and thermal stability of all samples was significantly higher than control. In the colorimetric test (ΔE), all samples of low-fat mayonnaise had a significant increase compared to the control. In the sensory evaluation the highest score was given to the control sample in terms of overall acceptance, In terms of texture characteristics, the highest hardness and adhesiveness was observed in the sample that had a 25% decreased fat and contained 100 ppm nanoemulsions of *Cordia myxal* extract. This study showed that nanoemulsions of *Cordia myxal* extract at levels of reduced fat (25% and 50%) by adding nanoemulsions of *Cordia myxal* extract at two levels of 100 and 400 ppm have good potential for use in formulation of low-fat mayonnaise as a fat substitute.

Keywords: *Cordia myxal* extract, Nanoemulsions, Low-fat mayonnaise, Fat replacement.

*Corresponding Author E-Mail Address: yazdanpanah2004@gmail.com