

## ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، امولسیون‌ی و رئولوژیکی سس مایونز حاوی شیر سویا و ژل آلوه‌ورا

سمیرا میرغفوری<sup>۱</sup> و سمیه رحیمی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
۲. استادیار، گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری‌های شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

(تاریخ دریافت: 94/12/18، تاریخ پذیرش: 95/3/17)

### چکیده

امروزه افزایش تمایل جامعه به مصرف مواد غذایی سالم و کم کالری، منجر به تلاش‌هایی در راستای تولید محصولات غذایی کم‌چرب و سالم شده است. در این پژوهش از ژل آلوه‌ورا در سطوح 0، 25، 50، 75 و 100 درصد به عنوان جایگزین روغن و شیر سویا در سطوح 50 و 100 درصد به عنوان جایگزین تخم مرغ در تهیه سس مایونز با چربی و کلسترول کاهش یافته استفاده شد و در ادامه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، امولسیون شونده و حسی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش میزان ژل آلوه‌ورا بر pH، اسیدیته و رطوبت نمونه‌ها اثر معنی‌داری داشته، در حالی که افزودن شیر سویا تنها بر مقدار رطوبت مؤثر بود ( $p < 0/05$ ). با افزایش سرعت چرخشی و محتوای ژل آلوه‌ورا، رفتار سس مایونز از رقیق شونده با برش به نیوتنی تغییر یافت و از سوی دیگر، افزودن شیر سویا نیز سبب کاهش گرانیروی در کلیه نمونه‌ها شد. ژل آلوه‌ورا، باعث کاهش شاخص‌های رنگی  $a^*$  (قرمزی) و  $L^*$  (شفافیت) و افزایش  $b^*$  (زردی) گشته و کلیه ویژگی‌های حسی را نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ( $p < 0/05$ ). با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژل آلوه‌ورا و شیر سویا بر پایداری فیزیکی و حرارتی مایونز ( $p < 0/05$ ) و همچنین قائل نشدن تفاوت مابین سس مایونز حاوی 25 درصد ژل آلوه‌ورا و نمونه شاهد (فاقد آلوه‌ورا) از دیدگاه ارزیابان حسی، در این پژوهش سس مایونز حاوی 25 درصد ژل آلوه‌ورا و 50 درصد شیر سویا به عنوان فرمولاسیون بهینه تهیه سس مایونز با چربی کاهش یافته شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: سس مایونز با چربی کاهش یافته، ژل آلوه‌ورا، شیر سویا، امولسیون.

## 1- مقدمه

شیر سویا امولسیون پایداری از روغن، آب و پروتئین می‌باشد که از طریق خیساندن لوبیای سویای خشک و آسیاب کردن آن تهیه می‌شود. دانه سویا به عنوان یک منبع سالم و باکیفیت از پروتئین گیاهی شناخته شده است که شامل 40 درصد پروتئین، 15 درصد مونو و الیگوساکاریدها، 15 درصد فیبر رژیمی، 20 درصد روغن و 10 درصد سایر ترکیبات می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف سویا می‌تواند به کاهش سطح کلسترول و جلوگیری از پیشرفت سلول‌های سرطانی کمک کند. پروتئین موجود در سویا هم‌چنین می‌تواند به عنوان یک امولسیفایر در ترکیب فراورده‌های سالاد با چربی پایین با ویژگی‌هایی شبیه به پوشش‌دهنده‌های سالاد به کار رود [10-11]. از سوی دیگر به نظر می‌رسد در سس مایونز، واکنش پروتئین-صمغ نقش مهمی را در پایداری امولسیون ایفا می‌کند [12].

در راستای تهیه سس مایونز کم چرب و یا سس مایونز با چربی کاهش یافته با استفاده از جایگزین‌های چربی مختلف، تاکنون پژوهش‌های متنوعی به انجام رسیده است. لی و همکاران (2014) به بررسی کاربرد ژل کنجاک (گلوکومانان) به عنوان شبه چربی در سس مایونز پرداخته و اثرات سطوح مختلف جایگزینی را بر خصوصیات رئولوژیکی، رنگ، مشاهدات میکروسکوپ نوری و میزان کالری بررسی نمودند؛ نتایج حاصل نشان دادند که غلظت‌های کم‌تر از 30 درصد ژل کنجاک در سس مایونز به عنوان جایگزین چربی قابل قبول هستند [13]. شن و همکاران (2013) اثر دکستروزین جو دو سر را به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز با استفاده از روش سطح پاسخ بررسی نموده و نشان دادند که دکستروزین جو دو سر پتانسیل خوبی برای جایگزینی چربی در سس مایونز دارد [14]. لی و همکاران (2013) از نشاسته اصلاح شده برنج در سطوح 10، 30 و 50 درصد به عنوان جایگزین چربی و هم‌چنین صمغ زانتان به میزان 0/2 درصد (در نمونه‌های حاوی 30 و 50 درصد نشاسته)، در فرمولاسیون سس مایونز با چربی کاهش یافته استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تا 30 درصد جایگزینی روغن، پایداری امولسیون سس مایونز به خوبی حفظ می‌شود [15]. ماندالا و همکاران (2004) اثر صمغ زانتان (0/09، 0/15 و 0/25 درصد) و صمغ لوبیای خرنوب (0/09

سس مایونز یک نوع امولسیون نیمه جامد روغن در آب است که شامل 70-80 درصد چربی بوده و در روش مرسوم با مخلوط کردن تخم‌مرغ، سرکه، روغن و ادویه‌ها، به‌ویژه خردل، تهیه می‌شود [1]. طبق استاندارد ملی ایران (شماره 2454)، چنان‌چه میزان چربی در سس مایونز حداقل 25 درصد (از 66 درصد چربی) کاهش یابد، تحت عنوان سس مایونز با چربی کاهش یافته و اگر 50 درصد چربی کاهش یابد، سس مایونز کم چرب محسوب می‌شود [2].

امروزه افزایش نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد اثرات برخی ترکیبات مواد غذایی بر روی سلامت تشدید شده است که خود موجب بروز فشارهایی بر صنعت غذا جهت کاهش میزان چربی، شکر، کلسترول، نمک و سایر افزودنی‌ها در مواد غذایی شده است [1]. تاکنون از چندین مواد جایگزین‌کننده چربی مانند نشاسته اصلاح‌شده، اینولین، پکتین، سلولز، کاراگینان، زانتان، گوار، برخی از تغلیظ‌کننده‌ها و پروتئین‌ها جهت پایداری امولسیون و افزایش گرانروی سس مایونز استفاده شده است [1، 3-5]. در محصولات امولسیونی با گذشت زمان، در اثر چسبیدن فاز پراکنده به هم، امکان شکستن امولسیون وجود دارد لذا پایداری کامل وجود ندارد؛ اکثر هیدروکلوئیدها علاوه بر خاصیت امولسیفایری می‌توانند به عنوان پایدارکننده و قوام‌دهنده نیز عمل کنند. به عبارت دیگر، این مواد با افزایش گرانروی و قوام فاز پیوسته، قادرند از شکستن امولسیون جلوگیری نمایند. ترکیبات مذکور اغلب با تشکیل لایه‌های بین سطحی قوی در اطراف ذرات فاز پراکنده به عنوان پایدارکننده عمل می‌کنند [6].

آلوئه‌ورا<sup>1</sup> گیاهی چند ساله از خانواده لیلیاسه بوده که با گیاهانی مانند سیر، پیاز و مارچوبه که دارای خصوصیات دارویی نیز هستند، هم‌خانواده می‌باشد [7]. ژل آلوئه‌ورا یک ژل بی‌رنگ است که در قسمت‌های درونی برگ‌های تازه قرار گرفته و شامل آب (بیش از 98 درصد) و پلی‌ساکاریدهایی مانند پکتین، سلولز و همی سلولز می‌باشد [8]. به دلیل حضور پلی‌ساکاریدهای مختلف در آلوئه‌ورا که سبب جذب آب زیادی می‌شوند، ژل آلوئه‌ورا می‌تواند بر روی قوام و گرانروی محصول نقش موثری داشته باشد [9].

1. *Aloe vera*

درصد) را بر خواص رئولوژیکی و گرانیوی سس مایونز بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که در نمونه‌های نگهداری شده در دمای 5 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 روز، گرانیوی نمونه‌های سس کاهش یافته و فاز محلول در طی نگهداری جدا می‌شود [16].

تاکنون تحقیقی در مورد تاثیر هم‌زمان کاربرد ژل آلوتئورا در پایداری سس مایونز کم‌چربی که بخش عمده‌ای از زرده تخم مرغ محتوی آن به‌منظور کاهش کلاسترول، با شیر سویا جایگزین شده است، در دست نمی‌باشد. در این تحقیق اثرات جایگزینی 50 و 100 درصد تخم مرغ با شیر سویا و هم‌چنین جایگزینی 0، 25، 50، 75 و 100 درصد روغن با ژل آلوتئورا، بر برخی ویژگی‌های کاربردی سس مایونز با هدف کاهش میزان چربی و تخم مرغ در فرمولاسیون، بررسی شدند.

## 2- مواد و روش‌ها

### 1-1- مواد به کار رفته در فرمولاسیون سس مایونز

مواد مورد استفاده شامل روغن آفتابگردان (60 درصد)، سرکه (7/5 درصد)، تخم مرغ (10 درصد)، شکر (3 درصد)، نمک (0/6 درصد) و صمغ فارسی (1 درصد) (پایدارکننده) بودند که همگی از برندهای تجاری داخلی تهیه شدند. هم‌چنین پودر خردل (0/4 درصد) از شرکت COR کانادا و شیر سویا از شرکت VITAMILK تایلند تهیه شدند. برای تهیه 100 گرم سس مایونز، حدود 17/5 درصد نیز آب مقطر به فرمولاسیون اضافه شد.

### 2-2- تهیه ژل آلوتئورا

برگ‌های بالغ و شاداب گیاه آلوتئورا پس از تهیه از بازار، شستشو شدند. سپس، بافت گوشتی که به صورت ژل در بین اپیدرم پالایی و پایینی برگ وجود دارد، به آرامی و به صورت لایه لایه و به‌طور دستی جداسازی گردید [17]. در ادامه، ژل آلوتئورا توسط کارد تیزی خرد شده و توسط مخلوط‌کن (KENWOOD، 3M43، انگلستان) به‌خوبی مخلوط و هم زده شد. در نهایت ژل آلوتئورا از صافی پارچه‌ای عبور داده شد و ژل شفاف و یکنواخت آلوتئورا جمع‌آوری گردید. در نهایت، ژل آماده شده در حمام آب گرم (فن آزما گستر، WM22، ایران)

در دمای 90 درجه سانتی‌گراد و به مدت 60 ثانیه پاستوریزه شد [18].

### 2-3- آماده سازی صمغ فارسی

صمغ فارسی پس از جداسازی مواد بیگانه، با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی (توس شکن خراسان، T8300، ایران) پودر شده و پس از عبور از سری الک (دماوند، ایران)، ذرات کوچک‌تر از 250 میکرومتر (عبوری از مش 60) جمع‌آوری شدند [19].

### 2-4- تهیه سس مایونز

جهت تهیه نمونه‌های سس مایونز در ابتدا مواد پودری شامل نمک، خردل و شکر با سرکه و آب مخلوط و سپس مطابق با فرمولاسیون، ژل آلوتئورا به آن اضافه و توسط هم زن (KENWOOD، 3M43، انگلستان) به خوبی مخلوط و یکنواخت شدند. در ادامه پودر صمغ فارسی به تدریج به مخلوط فوق که در حال هم خوردن بود، اضافه گشته و شیر سویا به تنهایی و یا همراه با تخم مرغ به مخلوط اضافه و کاملاً هم زده شدند تا ترکیب یکنواختی حاصل شود. در این مرحله روغن با ریزش مداوم به‌صورت قطره قطره اضافه گردید که در نهایت، نمونه‌های سس مایونز تهیه شده جهت انجام آزمون‌های بعدی در دمای یخچال نگهداری شدند [20]. در این تحقیق، به‌منظور کاهش میزان تخم مرغ، میزان جایگزینی آن با شیر سویا در دو سطح 50 و 100 درصد (وزنی/وزنی) و هم‌چنین به‌منظور کاهش میزان روغن، از جایگزینی آن با ژل آلوتئورا در پنج سطح 0، 25، 50، 75 و 100 درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد.

### 2-5- آزمون‌های فیزیکیوشیمیایی

#### 2-5-1- اندازه‌گیری رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت، 2 گرم از هر نمونه توسط ترازو با دقت 0/001 وزن شده و سپس در آون (شیمازکو، SHFD 55 AL، ایران) در دمای 105 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردید. رطوبت با استفاده از رابطه (1) محاسبه گردید [2].

رطوبت (درصد وزنی/وزنی)

$$\times 100 = \frac{(\text{وزن پلیت} + \text{وزن نمونه خشک شده}) - (\text{وزن پلیت} + \text{وزن نمونه اولیه})}{\text{وزن نمونه اولیه}}$$

وزن نمونه اولیه

**2-5-2- اندازه‌گیری pH**

(3)

$$\times 100 = \frac{\text{حجم امولسیون باقیمانده}}{\text{کل حجم}} = \text{پایداری فیزیکی امولسیون (درصد)}$$

برای اندازه‌گیری pH مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره 2454، محلول 5 درصد (وزنی/ حجمی) از نمونه‌های سس مایونز تهیه شد و سپس با استفاده از pH متر (ORION، 420A، آمریکا) اندازه‌گیری انجام شد [2].

**2-7-2- پایداری حرارتی امولسیون**

برای تعیین ثبات سس مایونز در برابر حرارت، ابتدا نمونه‌ها به مدت 30 دقیقه در حمام آب با دمای 80 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس به مدت 30 دقیقه در 5000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. ثبات سس مایونز در برابر حرارت با استفاده از رابطه (4) تعیین شد [24].

(4)

$$\times 100 = \frac{\text{حجم امولسیون نهایی}}{\text{حجم امولسیون اولیه}} = \text{پایداری حرارتی امولسیون (درصد)}$$

**2-5-3- اندازه‌گیری اسیدیتته**

اسیدیتته بر حسب درصد گرم اسید استیک طبق فرمول (2) محاسبه گردید که در آن s و a به ترتیب حجم سود مصرفی (میلی لیتر) و وزن نمونه (گرم) هستند [2].

$$\text{اسیدیتته بر حسب درصد اسید استیک} = \frac{s100*0.006}{a} \quad (2)$$

**2-5-4- رنگ سنجی**

جهت اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های سس مایونز از دستگاه Hunter lab، (COLOR FLEX، آمریکا) استفاده شد. طی این آزمون سه شاخص رنگی \*L، \*b و \*a که به ترتیب بیانگر میزان شفافیت، گرایش به زردی-آبی و گرایش به قرمزی-سبزی هستند، اندازه‌گیری شدند [21].

**2-6- آزمون رئولوژیکی**

برای اندازه‌گیری گرانروی ظاهری نمونه‌ها از دستگاه گرانروی سنج BROOKFIELD (DV-II، آمریکا) و دوک شماره 3 استفاده شد. گرانروی ظاهری در سرعت‌های چرخشی 30، 50، 60 و 100 دور در دقیقه (در محدوده گشتاوری 10 تا 100 درصد) در دمای محیط اندازه‌گیری شدند [22].

**2-7- آزمون‌های امولسیون شوندگی****2-7-1- پایداری فیزیکی امولسیون**

جهت انجام آزمون پایداری فیزیکی امولسیون، در ابتدا حجم مشخصی از نمونه‌های سس مایونز به مدت 30 دقیقه در 5000 دور در دقیقه سانتریفیوژ (BHQ، 502، آلمان) شدند و سپس مقدار شاخص پایداری فیزیکی امولسیون با توجه به حجم امولسیون باقیمانده و استفاده از رابطه (3) محاسبه گردید [23].

**3- نتایج و بحث****3-1- رطوبت**

نتایج به دست آمده (جدول 1) نشان دادند که افزایش درصد

2-8- ارزیابی حسی  
پس از آموزش‌های مقدماتی در مورد نحوه ارزیابی حسی، تعداد 20 نفر به عنوان ارزیاب (8 نفر مرد و 12 نفر زن در رده سنی 20 تا 50 سال) انتخاب شدند. جهت ارزیابی حسی، از مقیاس هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد که در آن عدد 1 نشان دهنده پایین‌ترین امتیاز و عدد 5 نیز بیانگر بالاترین امتیاز داده است. شاخص‌های حسی شامل ظاهر، رنگ، مزه، بو، بافت و پذیرش کلی هر نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت [10].

**2-9- تجزیه و تحلیل آماری**

آزمایشات حداقل در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS (نسخه 16) و روش تجزیه واریانس یک‌طرفه (one way ANOVA) استفاده شد که در صورت معنی‌دار بودن تفاوت مابین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان 95 درصد استفاده شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار EXCEL نسخه 2007 تحت ویندوز استفاده گردید.

جایگزینی ژل آلوتهورا و شیر سویا سبب افزایش معنی‌دار رطوبت نمونه‌ها در سطح اطمینان 95 درصد می‌شوند؛ بیش‌ترین محتوای رطوبت مربوط به نمونه‌ای است که در آن 100 درصد روغن با ژل آلوتهورا و 100 درصد تخم مرغ با شیر سویا جایگزین شده است ( $86/51 \pm 0/89$  درصد) که این امر به دلیل محتوای بالای رطوبت ژل آلوتهورا (98/99 درصد) و نیز بالاتر بودن محتوای رطوبت شیر سویا (93 درصد) در مقایسه با محتوای رطوبت تخم مرغ (75 درصد) می‌باشد [25]. این نتایج با نتایج لیو و همکاران (2007) مطابقت دارد، که گزارش نمودند که با افزایش میزان پروتئین آب پنیر و پکتین در سس مایونز، رطوبت نمونه‌ها افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد [1].

### 3-3- رنگ سنجی

همان‌طور که در جدول (2) مشاهده می‌شود، شفافیت نمونه‌های سس مایونز با افزایش درصد جایگزینی ژل آلوتهورا کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد ( $p < 0/05$ )، در واقع با کاهش میزان روغن و افزایش میزان ژل آلوتهورا در فرمولاسیون سس مایونز، شاخص  $L^*$  کاهش می‌یابد که علت آن می‌تواند کم بودن شفافیت ژل آلوتهورا نسبت به روغن مورد استفاده باشد. مطابق با نتایج آماری با افزایش درصد جایگزینی شیر سویا از 50 به 100 درصد نیز کاهش معنی‌داری در میزان شفافیت ( $L^*$ ) نمونه‌های سس مایونز مشاهده می‌شود. مک کلمنتس و دمتریویس گزارش کردند که هنگامی که اندازه قطر ذرات امولسیون در سس مایونز افزایش می‌یابد، میزان شفافیت نمونه‌های سس مایونز به دلیل کاهش افتراق نور در نمونه، کاهش می‌یابد [28]؛ لذا می‌توان این‌گونه عنوان کرد که جایگزینی شیر سویا و ژل آلوتهورا سبب افزایش اندازه قطر ذرات شده و همین امر منجر به کاهش شفافیت نمونه‌های سس مایونز گردیده است. از سوی دیگر با افزایش درصد جایگزینی ژل آلوتهورا و شیر سویا میزان زردی ( $b^*$ ) نمونه‌های سس مایونز افزایش و میزان قرمزی یا شاخص  $a^*$  نمونه‌ها کاهش می‌یابد و حتی منفی شدن شاخص  $a^*$  در نمونه‌های سس مایونز حاوی 100 درصد ژل آلوتهورا، نشان دهنده گرایش نمونه به سمت رنگ سبز است که می‌توان آن را به حضور احتمالی رنگدانه‌های سبز برگ آلوتهورا در ژل استخراج شده از آن نسبت داد.

### 3-2- pH و اسیدیته

اسیدیته و pH از 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 (برحسب گرم در صد اسید استیک) کمتر باشد [2]. 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 میکرواورگانیزم‌ها و فساد فراهم می‌شود، به نحوی که اسیدیته بهینه را 7/0-1/2 درصد ذکر کرده‌اند [26].

همان‌طور که در جدول (1) آورده شده است، pH و اسیدیته نمونه‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) با یکدیگر دارند؛ به‌نحوی که با افزایش محتوای ژل آلوتهورا، pH نمونه‌ها افزایش قابل توجهی نشان داد در حالی که اثر شیر سویا معنی‌دار نبود. بیش‌ترین و کم‌ترین pH به ترتیب در نمونه‌های سس مایونز حاوی 100 درصد ژل آلوتهورا و نمونه‌های سس مایونز فاقد ژل آلوتهورا مشاهده شد. دلیل افزایش معنی‌دار pH با افزایش درصد جایگزینی ژل آلوتهورا را می‌توان به کاهش غلظت یون هیدروژن به علت اثر pH ژل آلوتهورا (4/5) و یا افزایش فاز آبی نسبت داد که فیض آبدی و همکاران (1390) نیز در این رابطه به نتایجی مشابهی دست یافتند [27]. هم‌چنین مطابق با جدول (1)، افزایش میزان جایگزینی

جدول (1) نتایج حاصل از آزمون رطوبت، pH و اسیدیته سس‌های مایونز

اسیدیته (درصد اسید استیک)	pH	رطوبت (درصد وزنی/وزنی)	درصد جایگزینی روغن با ژل آلونه و تخم مرغ با شیر سویا
0/73 ± 0/10 <sup>ab</sup>	3/93 ± 0/11 <sup>e</sup>	19/64 ± 0/20 <sup>j*</sup>	50 و 0
0/72 ± 0/22 <sup>b</sup>	3/98 ± 0/01 <sup>d</sup>	31/24 ± 0/12 <sup>h</sup>	50 و 25
0/69 ± 0/30 <sup>c</sup>	4/02 ± 0/02 <sup>c</sup>	48/16 ± 0/14 <sup>f</sup>	50 و 50
0/67 ± 0/42 <sup>d</sup>	4/06 ± 0/09 <sup>b</sup>	62/15 ± 0/13 <sup>d</sup>	50 و 75
0/64 ± 0/57 <sup>e</sup>	4/09 ± 0/11 <sup>a</sup>	81/96 ± 0/42 <sup>b</sup>	50 و 100
0/74 ± 0/32 <sup>a</sup>	3/92 ± 0/31 <sup>e</sup>	22/99 ± 0/01 <sup>i</sup>	100 و 0
0/73 ± 0/50 <sup>ab</sup>	3/97 ± 0/20 <sup>d</sup>	36/95 ± 0/11 <sup>g</sup>	100 و 25
0/70 ± 0/42 <sup>c</sup>	4/01 ± 0/21 <sup>c</sup>	52/38 ± 0/10 <sup>e</sup>	100 و 50
0/68 ± 0/37 <sup>d</sup>	4/05 ± 0/10 <sup>b</sup>	67/85 ± 0/53 <sup>c</sup>	100 و 75
0/65 ± 0/65 <sup>e</sup>	4/08 ± 0/25 <sup>a</sup>	86/51 ± 0/89 <sup>a</sup>	100 و 100

\*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد می‌باشد (p&lt;0/05).

جدول (2) نتایج حاصل از آزمون رنگ سنجی سس‌های مایونز

a*	b*	L*	درصد جایگزینی روغن با ژل آلونه و تخم مرغ با شیر سویا
1/93 ± 0/00 <sup>a</sup>	12/15 ± 0/01 <sup>h</sup>	89/23 ± 0/00 <sup>a*</sup>	50 و 0
1/71 ± 0/02 <sup>b</sup>	13/46 ± 0/01 <sup>g</sup>	87/36 ± 0/02 <sup>b</sup>	50 و 25
1/17 ± 0/00 <sup>d</sup>	14/37 ± 0/02 <sup>f</sup>	86/46 ± 0/04 <sup>c</sup>	50 و 50
0/84 ± 0/00 <sup>e</sup>	16/01 ± 0/00 <sup>d</sup>	84/34 ± 0/03 <sup>e</sup>	50 و 75
-0/60 ± 0/00 <sup>f</sup>	18/73 ± 0/01 <sup>b</sup>	70/78 ± 0/02 <sup>g</sup>	50 و 100
1/31 ± 0/02 <sup>c</sup>	14/41 ± 0/00 <sup>f</sup>	86/16 ± 0/01 <sup>c</sup>	100 و 0
1/09 ± 0/00 <sup>d</sup>	15/11 ± 0/00 <sup>e</sup>	85/89 ± 0/01 <sup>d</sup>	100 و 25
0/92 ± 0/02 <sup>h</sup>	16/78 ± 0/01 <sup>d</sup>	85/42 ± 0/01 <sup>d</sup>	100 و 50
0/68 ± 0/01 <sup>e</sup>	17/63 ± 0/00 <sup>c</sup>	83/72 ± 0/03 <sup>f</sup>	100 و 75
-0/61 ± 0/00 <sup>f</sup>	19/08 ± 0/05 <sup>a</sup>	58/82 ± 0/00 <sup>h</sup>	100 و 100

\*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد می‌باشد (p&lt;0/05).

## 3-4- گرانروی ظاهری

داشت که در این نمونه‌ها، رفتار رقیق شونده با برش مشاهده می‌شود؛ در حالی که، در نمونه‌های حاوی مقادیر بیش‌تری از ژل آلونه‌ورا، خصوصاً جایگزینی 100 و 75 درصد، در سرعت‌های چرخشی مختلف، گرانروی سس تقریباً ثابت باقی می‌ماند که علت آن افزایش قابل توجه رطوبت (آب) به علت وجود مقادیر بالای ژل آلونه‌ورا است که رفتار سس مایونز را به رفتار نیوتنی

مقایسه شکل‌های (1) و (2) نشان می‌دهد که رفتار رئولوژیک نمونه‌های سس با جایگزینی 50 و یا 100 درصد از تخم مرغ با شیر سویا از روند مشابهی پیروی می‌کنند. در سس‌هایی که حاوی مقادیر کم‌تری از ژل آلونه‌ورا هستند، با افزایش سرعت چرخشی، گرانروی کاهش می‌یابد، بدین ترتیب می‌توان بیان

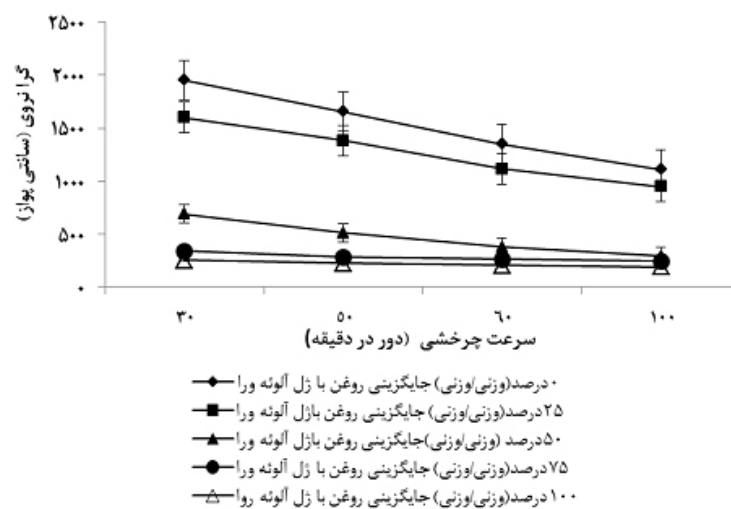
نزدیک می‌نماید. از سوی دیگر قابل توجه است که در سرعت چرخشی ثابت، با افزایش فاز آبی (ژل آلونه‌ورا) و کاهش روغن، مقدار روغن جهت تشکیل امولسیون پایدار در سس مایونز کاهش یافته و متعاقب آن گرانروی نیز کاهش می‌یابد [29]. اصلا ن زاده و همکاران (2012) نیز گزارش نمودند که با افزایش میزان جایگزینی چربی با فیبر رژیمی در سس مایونز، گرانروی در سس‌ها کاهش یافت [30].

هم‌آمیختگی<sup>1</sup>، رونشینی<sup>2</sup> و خامه‌ای شدن<sup>3</sup> در آن رخ ندهد. پدیده خامه‌ای شدن در نمونه‌های سس مایونز پرچرب که حاوی مقادیر بالای روغن هستند (80 درصد)، 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 کم‌چرب، افزودن یک

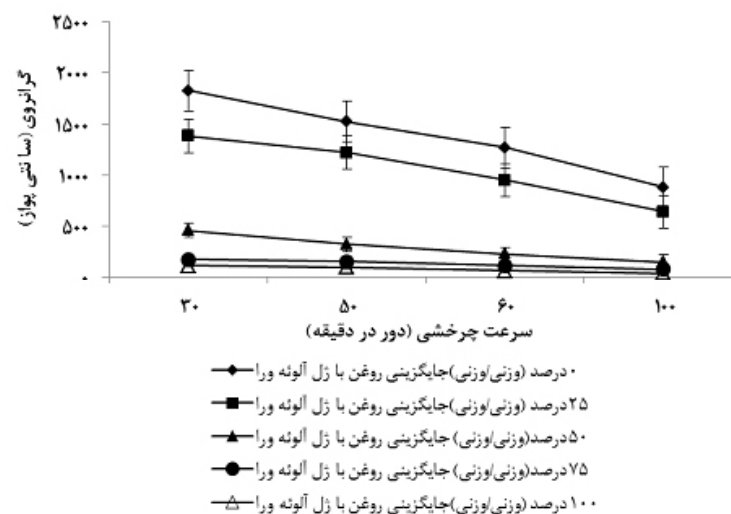
### 3-3- پایداری امولسیون

امولسیون پایدار، به امولسیون پلاک می‌شود که

1. Coalescence
2. Flocculation
3. Creaming



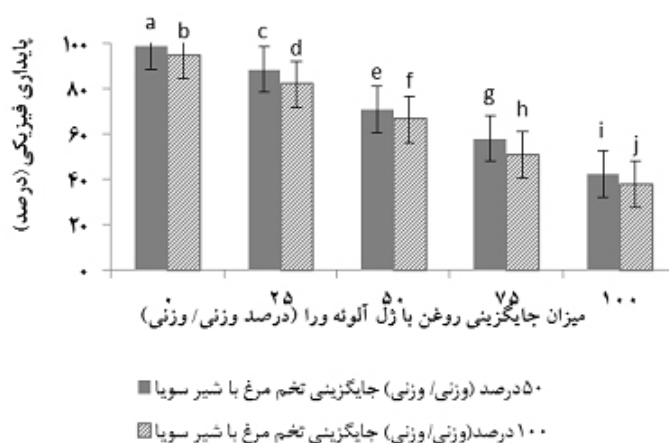
شکل (1) نمودار گرانروی ظاهری نمونه‌های سس مایونز با جایگزینی 50 درصد از تخم مرغ با شیر سویا



شکل (2) نمودار گرانروی ظاهری نمونه‌های سس مایونز با جایگزینی 100 درصد از تخم مرغ با شیر سویا

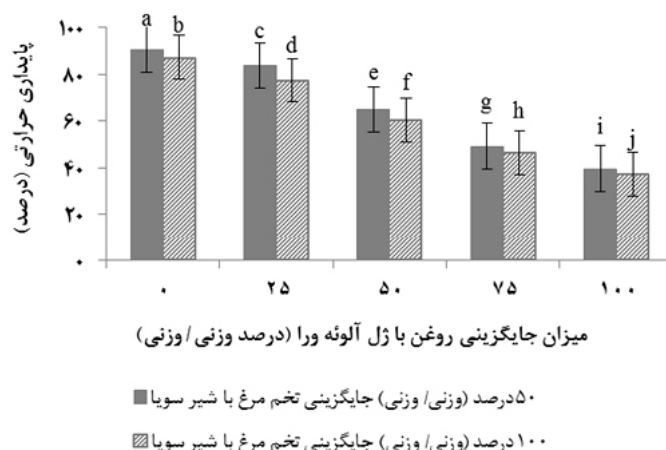
عامل غلیظ کننده مانند یک نوع صمغ و یا پروتئین به فاز آبی، باعث کاهش حرکت قطرات امولسیون شده و از پدیده خامه‌ای شدن جلوگیری می‌کند [3, 31]. همان‌طور که در شکل‌های (3) و (4) مشخص است با افزایش مقدار ژل آلوته‌ورا در نمونه‌های سس مایونز و هم‌چنین جایگزینی تخم مرغ با شیر سویا، پایداری فیزیکی و حرارتی امولسیون نمونه‌ها کاهش معنی‌داری داشته است. مطابق با قانون استوک هر چه گرانی‌تر فاز پیوسته بیشتر باشد، سرعت جداسازی فازها کم‌تر و امولسیون پایدارتر خواهد بود؛ در حالی که کم بودن گرانی‌تر، باعث افزایش حرکت ذرات و در نتیجه افزایش سینریزیس (آب اندازی) می‌شود [23]. از این رو

دلیل کاهش پایداری نمونه‌ها را در این پژوهش می‌توان به افزایش فاز آبی، کاهش غلظت و در نتیجه کاهش گرانی‌تر نمونه‌ها نسبت داد که در بخش مربوط به گرانی‌تر در مورد آن بحث گردید. لازم به ذکر است، 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 گرانی‌تر و متعاقب آن کاهش پایداری امولسیون شود [32]. تاییدکننده این مطلب، کم‌تر بودن پایداری حرارتی نمونه‌های سس مایونز در قیاس با پایداری فیزیکی شان در این پژوهش است که با مقایسه شکل‌های (3) و (4) مشخص است.



شکل (3) نمودار پایداری فیزیکی نمونه‌های سس مایونز

\*حروف متفاوت در بالای هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد می‌باشد ( $p < 0/05$ ).



شکل (4) نمودار پایداری حرارتی نمونه‌های سس مایونز

\*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد می‌باشد ( $p < 0/05$ ).



## 3-6- ارزیابی حسی

کم چرب استفاده نمودند، مغایرت داشت [10].

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی ژل آلوهورا از مقبولیت ویژگی‌های حسی نمونه‌ها کاسته شده است؛ اگر چه غیر از نمونه‌های سس مایونز حاوی 100 درصد ژل آلوهورا، بقیه نمونه‌ها در حد قابل قبولی قرار دارند. بنابر نتایج حاصل شده، بهترین نمونه‌ها از لحاظ کلیه ویژگی‌های حسی، پس از نمونه‌های فاقد ژل آلوهورا، نمونه‌های سس مایونز با جایگزینی 25 درصد از روغن با ژل آلوهورا هستند و به لحاظ آماری ارزیابان حسی تفاوتی بین این دو نوع سس مایونز قائل نشده‌اند این در حالی است که افزایش درصد جایگزینی شیر سویا از 50 به 100 درصد تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نمونه‌های سس مایونز ندارد. نتایج این بخش با نتایج نیک‌زاده و همکاران (2012) که از صمغ‌های گوار، زانتان و هم‌چنین مونو و دی‌گلیسیریدها در تولید سس مایونز

## 4- نتیجه گیری

مطابق با نتایج این پژوهش، افزودن ژل آلوهورا در سس مایونز بر محتوای رطوبت، pH اسیدیته، شاخص‌های رنگی و پایداری امولسیون اثرگذار است و علاوه بر این، منجر به تغییر رفتار سس از حالت رقیق شونده با برش به نیوتنی می‌گردد. با در نظر گرفتن داده‌های حاصل از آزمون‌های مختلف فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، امولسیون شوندگی و حسی نمونه‌های سس مایونز در این پژوهش، نمونه سس مایونز با جایگزینی 25 درصد از روغن با ژل آلوهورا و 50 درصد تخم مرغ با شیر سویا به عنوان نمونه برتر شناخته شد که می‌تواند تحت عنوان سس مایونز با چربی کاهش یافته و کم کلسترول معرفی شود.

جدول (3) نتایج حاصل از آزمون حسی سس‌های مایونز

جایگزینی تخم مرغ با شیر سویا و روغن با تخم مرغ	ظاهر	رنگ	مزه	بو	بافت	پذیرش کلی
0 و 50	4/92 ± 0/29 <sup>a*</sup>	4/83 ± 0/39 <sup>a</sup>	4/67 ± 0/50 <sup>a</sup>	4/42 ± 0/51 <sup>a</sup>	4/67 ± 0/50 <sup>a</sup>	4/67 ± 0/50 <sup>a</sup>
25 و 50	4/83 ± 0/39 <sup>a</sup>	4/75 ± 0/45 <sup>ab</sup>	4/58 ± 0/51 <sup>a</sup>	4/33 ± 0/50 <sup>a</sup>	4/58 ± 0/51 <sup>a</sup>	4/58 ± 0/51 <sup>a</sup>
50 و 50	3/25 ± 0/45 <sup>b</sup>	4/75 ± 0/45 <sup>ab</sup>	3/42 ± 0/51 <sup>b</sup>	4/33 ± 0/50 <sup>a</sup>	3/33 ± 0/50 <sup>b</sup>	3/42 ± 0/67 <sup>b</sup>
50 و 75	3/00 ± 0/73 <sup>b</sup>	4/33 ± 0/50 <sup>bc</sup>	3/33 ± 0/50 <sup>b</sup>	4/25 ± 0/45 <sup>a</sup>	3/58 ± 0/51 <sup>b</sup>	3/25 ± 0/62 <sup>b</sup>
50 و 100	2/42 ± 0/67 <sup>c</sup>	2/67 ± 0/50 <sup>e</sup>	2/75 ± 0/45 <sup>c</sup>	2/67 ± 0/50 <sup>b</sup>	2/42 ± 0/62 <sup>c</sup>	2/50 ± 0/52 <sup>c</sup>
100 و 0	4/83 ± 0/39 <sup>a</sup>	4/83 ± 0/40 <sup>a</sup>	4/50 ± 0/52 <sup>a</sup>	4/33 ± 0/50 <sup>a</sup>	4/58 ± 0/51 <sup>a</sup>	4/58 ± 0/51 <sup>a</sup>
100 و 25	4/67 ± 0/50 <sup>a</sup>	4/67 ± 0/50 <sup>ab</sup>	4/42 ± 0/51 <sup>a</sup>	4/33 ± 0/49 <sup>a</sup>	4/50 ± 0/52 <sup>a</sup>	4/50 ± 0/52 <sup>a</sup>
100 و 50	3/17 ± 0/57 <sup>b</sup>	4/33 ± 0/49 <sup>ab</sup>	3/33 ± 0/50 <sup>b</sup>	4/25 ± 0/45 <sup>a</sup>	3/33 ± 0/49 <sup>b</sup>	3/25 ± 0/51 <sup>b</sup>
100 و 75	3/08 ± 0/51 <sup>b</sup>	4/25 ± 0/45 <sup>c</sup>	3/33 ± 0/50 <sup>b</sup>	4/08 ± 0/29 <sup>a</sup>	3/50 ± 0/52 <sup>b</sup>	3/25 ± 0/52 <sup>b</sup>
100 و 100	2/17 ± 0/72 <sup>c</sup>	2/58 ± 0/51 <sup>e</sup>	2/75 ± 0/45 <sup>c</sup>	2/58 ± 0/51 <sup>b</sup>	2/42 ± 0/80 <sup>c</sup>	2/42 ± 0/45 <sup>c</sup>

\*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان 95 درصد می‌باشد (p<0/05).

## منابع

- mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloid.*, 28, 344-352.
- [11] Puppo, M.C., Sorgentini, D.A., Anon, M.C. (2003). Rheological properties of emulsions containing modified soy protein isolates. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80, 605-611.
- [12] Ghuash, M., Samhouri, M., Holy, M., Herbal, T. (2008). Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. *J. Food Eng.*, 84, 348-357.
- [13] Li, J., Yuntao, W., Bin, Z., Bin, L. (2014). Application of micronized konjak gel for fat analog in mayonnaise. *Food Hydrocolloid.*, 35, 375-382.
- [14] Shen, R., Luo, S., Dong, J. (2011). Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chem.*, 126, 65-71.
- [15] Lee, I., Lee, S., Lee, N., Ko, S. (2013). Reduced-fat mayonnaise formulated with gelatinized rice starch and xanthan gum. *Cereal Chem.*, 1, 29-34.
- [16] Mandala, I.G., Savvas, T.P., Kostaropoulos, A.E. (2004). Xanthan and locust bean gum Influence on the rheology and structure of a white model-ssauce. *J. Food Eng.*, 64, 335-342.
- [17] Agarry, O.O., Olaleye, M.T., Bello, C.O. (2005). Comparative antimicrobial activities of aloe vera gland leaf. *Afr. J. Biotech.*, 12, 1413-1416.
- [18] صابریان، ح؛ حمیدی اصفهانی، ز؛ عباسی، س. (1392) تأثیر پاستوریزاسیون متداول و اهمی روی برخی از ترکیبات زیست فعال ژل آلوه‌ورا. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، شیراز.
- [19] رحیمی، س؛ عباسی، س. (1393) تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و ژل شوندگی صمغ فارسی. علوم و فناوری‌های نوین غذایی، دوره 1، شماره 4، ص 13-27.
- [20] برزگری، م؛ امیری، ز؛ میلانی، ج؛ معتمد زادگان، ع. [1] Liu, H., Xu, X.M., Guo, S.H.D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *Food Sci. Biotechnol.*, 6, 946-654.
- [2] بی‌نام (1394) استاندارد ملی ایران شماره 2454: آزمون‌های شیمیایی سس مایونز. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- [3] Mun, S., Kim, Y., Kang, C., Park, K. (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4alphaGTase-modified rice starch and xanthan gum. *Int. J. Biol. Macromol.*, 44, 400-407.
- [4] Raymundo, A., Franco, J.M., Empis, J., Sousa, I. (2002). Optimization of the low-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 79, 783-790.
- [5] Bortnowska, G., Makiewicz, Z. (2006). Technological utility guar gum and xanthan for the production of low-fat inulin-enrich mayonnaise. *Acta Sci. Pol. Technol. Alime.*, 5, 135-145.
- [6] مصباحی، غ؛ جمالیان، ج؛ گلکار، ح. (1383) استفاده از کتیرا در سس مایونز به جای مواد پایدار کننده و قوام دهنده وارداتی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 2، ص 191-204.
- [7] Rodriguez, E., Martin, J., Romero, C. (2010). Aloe vera as a functional ingredient in foods. *Crit. Rev. Food Sci.*, 50, 305-326.
- [8] Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., Vera, A. (2007). Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. *Food Chem.*, 103, 22-30.
- [9] محترمی، ف؛ اسمعیلی، م. (1390) بررسی اثر افزایش پودر آلوه‌ورا در کیفیت و مدت ماندگاری و ارزیابی نان لوآش. بیست‌و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران.
- [10] Nikzade, V., Mazaheri Tehrani, M., Saadatmand, M. (2012). Optimization of low-cholesterol-low-fat

- [29] امیری عقدایی، س.س.؛ اعلمی، م.؛ صادقی، ع.؛ جعفری، س. (1391) تاثیر بتا گلوکان جو بدون پوشینه به عنوان مقلد چربی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، شماره 22، ص 152-141.
- [30] Aslanzadeh, M., Mizani, M., Alimi, M., Gerami, A. (2012). Rheological properties of low fat mayonnaise with different levels of wheat bran. *J. Food Bio. Sci. Technol.*, 2, 27-34.
- [31] فرحناکی، ع.؛ مجذوبی، م.؛ مصباحی، غ. (1388) خصوصیات و کاربردهای هیدروکلوئیدها در مواد غذایی و دارویی. نشر علم کشاورزی ایران، چاپ اول، 252 ص.
- [32] Ven, C.V., Courvoisier, C. (2007). High pressure versus heat treatments for pasteurization and sterilization of model emulsions. *Innov. Food Sci. Emerg.*, 8, 232-236.
- [1392] بررسی تأثیر جایگزینی متیل سلولز با صمغ فارسی بر خواص کیفی سس مایونز. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، شماره 2، ص 381-392.
- [21] Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., Jammong, P. (2006).  $\beta$ - Glucan prepared from spent brewers yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloid.*, 20, 68-78.
- [22] عباسی، س.؛ رحیمی، س. (1384) بررسی تأثیر غلظت، دما، پ هاش و سرعت چرخشی روی رفتار جریان محلول صمغ کتیرای ایرانی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، شماره 2، ص 29-49.
- [23] Nor Hayati, I., Cheman, Y.B., Tan, C.P., Nor Aini, I. (2009). Droplet characterization and stability of soybean oil/palm kernel olein O/W emulsions with the presence of selected polysaccharides. *Food Hydrocolloid.*, 23, 233-243.
- [24] نیک نیا، س.؛ رضوی، م.؛ کوچکی، ا.؛ نایب زاده، ک. (1389) تأثیر کاربرد صمغ دانه ریحان و دانه مرو بر ویژگی‌های حسی و پایداری سس مایونز. مجله الکترونیک فراوری و نگهداری مواد غذایی، شماره 2، ص 61-79.
- [25] Rilden, S.F., Johnson, H.S., Keolkebeck, K.W. (1992). *From Egg to Chick*, 1th ed., Urbana, University of Illinios, pp 16.
- [26] رهبری، ر.؛ اعلمی، م.؛ مقصدلو، ی.؛ کاشانی نژاد، م. (1392) بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سس مایونز حاوی ایزوله پروتئین جوانه گندم و صمغ زانتان به عنوان جایگزین تخم مرغ. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، شماره 2، ص 1-16.
- [27] معینی فیض آبادی، ا.؛ کاراژیان، ح.؛ مهدیان، ا. (1390) بررسی اثر هیدروکلوئیددانه شاهی بر پایداری سس مایونز. همایش ملی صنایع غذایی (فن آوری نوین، کنترل کیفیت و بسته بندی مواد غذایی)، قوچان.
- [28] McClements, C., Demetriades, K. (1998). An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. *Crit. Rev. Food Sci.*, 38, 511-536.