فصل‌نامه داروهای گیاهی

journal homepage: **www.jhd.iaushk.ac.ir**

تهیه و فرمولاسیون سس مایونز فراسودمند بر پایه خواص آنتی اکسیدانی جلبک سبز و قارچ گانودرما لوسیدوم و ارزیابی خواص کیفی و فیزیکوشیمیایی آن

فاطمه حاجی شعبان[۱]، علیرضا رحمن[۱*]، عبدالله قاسمی پیربلوطی[۳]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، ایران؛

[*] مسئول مکاتبات (**E-mail:** *alireza_rahman@yahoo.com*)

۲. گروه گیاهان دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، ایران؛

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۲۰

نوع مقاله: علمی - پژوهشی

موضوع: صنایع غذایی

کلید واژگان :

- ✓ *قارچ گانودرما لوسیدوم*
- ✓ *کلرلاولگاریس*
- ✓ *اسپیرولینا پلاتنسیس*
- ✓ *مایونز*

چکیده

مقدمه و هدف: ریزجلبک ها، یکی از منابع نویدبخش برای غذاهای جدید ومحصولات غذایی فراسودمند بوده و به دلیل داشتن ترکیب شیمیایی متعادل، می‌توانند به منظور افزایش ارزش تغذیه‌ای غذاها مورد استفاده قرار گیرند. دانستن ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها، به منظور انتخاب مناسب ترین ریزجلبک برای برنامه‌های کاربردی فناوری غذایی و توسعه غذاهای جدید لازم است.

روش تحقیق: در این تحقیق سس مایونز با درصد های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد از هر یک از جلبک ها *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما در فرمولاسیون سس مایونز مورد استفاده قرار گرفت. آزمون‌های پایداری امولسیونی، ویسکوزیته، عدد پراکسید، pH، اندازه ذرات، خصوصیات رنگ سنجی و همچنین کپک و مخمر در بازه‌های زمانی روز تولید، ماه اول، ماه دوم و ماه سوم نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون‌ها با روش آنالیز واریانس دو طرفه و در سطح احتمال ۵٪ ($p<0/05$) و با نرم افزار Minitab 16 مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که شاخص‌های ویسکوزیته و اندازه ذرات افزایش و پایداری امولسیونی، عدد پراکسید، pH، شاخص روشنایی و همچنین جمعیت کپک و مخمر کاهش معنی‌داری یافت. نهایتاً تیمار T10 با مقادیر ۰/۱ درصد از هریک از جلبک‌های *اسپیرولینا پلاتنسیس*، *کلرلا ولگاریس* و *گانودرما لوسیدوم* به عنوان تیمار بهینه انتخاب شد.

توصیه کاربردی/ صنعتی: ریزجلبک‌ها غنی از پروتئین، رنگیزه، کربوهیدرات، اسیدهای چرب و ویتامین و مواد معدنی پروتئین هستند که می‌توانند در غنی‌سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار بگیرند.

۱. مقدمه

روند تغذیه‌ای صنعت غذا در سال‌های آخیر موجب ایجاد چالش‌های جدیدی در زمینه طراحی و فُرمولاسیون محصولات غذایی جدید و با خواص دارویی، فراسودمند، کم‌چرب، کم‌کالری، پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک شده است. به عبارت دیگر امروزه مصرف‌کنندگان غذاهایی را ترجیح می دهند که علاوه بر ایمن بودن برای آنها منافع تغذیه‌ای نیز داشته باشد. تنوع محصولات صنایع غذایی و رقابتی بودن شرکت‌های تولیدی مواد غذایی و حرکت در مسیر میل و ذائقه مصرف‌کنندگان لزوم تحقیقات و ایجاد

فرمولاسیون‌های جدید را توجیه می‌نماید. یکی از مسائل مهم و تاثیرگذار در ذائقه مصرف‌کنندگان، فرهنگ تغذیه‌ای آن کشور می-باشد که بر روی فرمولاسیون و تنوع محصولات تاثیر بسزایی دارد. صنعت سس نیز از این روند مستثنی نیست (Haskaraca *et al.*, 2014).

امروزه سس مایونز به عنوان یک چاشنی غذایی رایج در دسرها و وعده‌های غذایی مردم محسوب می‌شود. قارچها از دیرباز به لحاظ خواص دارویی در کشورهای شرق آسیا مورد توجه بودهاند. برای مثال ژاپنی‌ها به طور سنتی شیتاکه (*Lentinus edodes*) را به عنوان اکسیر زندگی، تقویت کننده روح و جسم استفاده می‌کردند. خاصیت درمانی قارچ های ماکروسکوپی تا سال های اخیر در پردهای از ابهام باقی مانده بود تا اینکه بررسی های علمی خواص دارویی آنها را نشان داد. از جمله آنها می‌توان به خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی، ضدقارچی، ضدحساسیت، تقویت سیستم ایمنی، ضدتوموری، کاهش قند و فشار خون قارچ های مختلف اشاره کرد (کی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از قارچ هایی که به لحاظ دارا بودن خواص درمانی متعدد به عنوان بهترین قارچ دارویی جمله موثرترین قارچ دارویی نامگذاری شده است قارچ *گانودرما لوسیدوم* می‌باشد. ژاپنی‌ها معتقدند که سوش قرمز رنگ این قارچ دارای خواص درمانی است، اما چینی ها معتقدند که سوش سیاه رنگ دارای خواص درمانی به مراتب بیشتر از سوش قرمز رنگ است (Mayzumi *et al.*, 1997).

قارچ گانودرما یا قارچ ریشی با نام علمی *Ganoderma lucidum* قارچی یکساله از تیره گانودرماسه (*Ganodermataceae*) است که طب سنتی چینی مصرف دارویی دارد. نام محلی این قارچ در چین، لینگ زی؛ در ژاپن، ری‌شی و در کره، یونگ زهی می‌باشد. چینی‌ها معتقدند که این قارچ نماد زندگی شاد، شانس، سلامتی و طول عمر و حتی جاودانگی است. این قارچ در طب سنتی جهت درمان بی خوابی، تنگی نفس، تقویت حافظه، بیماری‌های کلیه و کبد، ورم مفاصل، آسم مورد استفاده قرار می‌گیرد. (کی پور و همکاران، ۱۳۹۱). ریزجلبک اسپیرولینا (*Spirolina Platensis*) یک سیانوباکتر سبز-آبی رشته‌ای و مارپیچی است که امروزه به وفور در غنی سازی غذای انسان و حیوان استفاده می شود. اسپیرولینا دارای مقدار زیادی پروتئین با کیفیت بالا، شامل اسیدهای آمینه ضروری با ضریب هضم بالا، رنگدانه هایی از قبیل کاروتنوئیدها و فیکوسیانین، ویتامین ها و مواد معدنی از قبیل کلسیم و آهن می باشد. از خواص سلامت بخشی آن، خواص ضدسرطانی، ضدباکتریایی و موثر در آلرژی ها، زخم معده، آنمی، مسمومیت فلزات سنگین و مسمومیت ناشی از تشعشات رادیواکتیو را می‌توان نام برد. اسپیرولینا عمدتاً به C-فیکوسیانین، بتاکاروتن و ترکیبات فنولی نسبت داده می شود (زرین و همکاران، ۱۳۹۳). اسپیرولینا از جمله ریزجلبک‌های چند سلولی و رشته ای سبز-آبی است که بعد از تأیید سازمان غذا دارو، به عنوان GRAS معرفی گردید. ارزش اسپیرولینا به علت هضم آسان ناشی از فقدان سلولز در دیواره سلولی است میزان اسید نوکلئوئیک آن کمتر از پنج درصد است. اسپیرولینا تمامی اسیدهای آمینه ضروری را داشته و ارزش زیستی بالایی دارد (اسلامی مشکنانی و همکاران، ۱۳۹۳). *کلرلا ولگاریس* (*Chlorella vulgaris*) یکی از مشهورترین ریز جلبک‌ها، نوعی جلبک سبز رنگ میکروسکوپی با قطر ۲ تا ۱۰ میکرون ساکن در آب‌های شیرین می‌باشد. کلرلا یک جلبک تک سلولی است، اندازه‌ای در حدود یک گلبول قرمز دارد و غشاء سلولی خاصی دارد که می‌تواند دی اکسید، سرب، جیوه و سایر سموم را به خود جذب نماید. کلرلا نه تنها یک غذای کامل است بلکه به عنوان مکمل غذایی می‌تواند در پیشگیری یا درمان کمبودهای تغذیه‌ای نیز استفاده گردد.

توانایی این جلبک در فراهم سازی مواد مورد نیاز بدن، بعلت ترکیبات غنی درون سلولی آن می‌باشد. بعنوان مثال کلرلا حاوی ۸ اسید آمینه ضروری است. علاوه بر آن حاوی مقادیر قابل توجهی از انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد؛ از جمله ویتامین‌های B_7 ,B_6 ,A ,C ,E ,B_1 ,B_2 ,B_{12}. لازم به ذکر است ترکیبات مغذی این جلبک در بسیاری از پارامترهای تغذیه‌ای نسبت به گیاهان از نظر میزان P, M, Fe, K و نسبت به جانوران از نظر کلروفیل و پروتئین برتری دارد (Safi *et al.*, 2014). امین کاشانی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تاثیر افزودن پودر ریز جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی، حسی و ویسکوزیته ماست کم چرب هم زده طی نگهداری گزارش کردند جایگزینی سطوح مختلف زیست توده *اسپیرولینا پلاتنسیس* با پودر شیرخشک پس

چرخ علاوه بر افزایش ارزش تغذیه ای ماست، سبب ایجاد تغییراتی در کینتیک توسعه اسیدی شدن و ویژگی‌های ریز ساختاری فرآورده نهایی می‌گردد. باباخانی و همکاران (۱۳۹۷) استفاده از ریز جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در فرمولاسیون سس فراسودمند کم کالری غنی شده با آهن و روی را بررسی نمودند و دریافتند که از خواص جلبک‌های *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* به صورت مجزا و همچنین در ترکیب با قارچ *گانودرما لوسیدوم* جهت تولید محصول فراسودمند می‌توان بهره برد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیه و آماده سازی جلبک سبز و قارچ گانودرما

قارچ گانودرما از پژوهشکده گیاهان دارویی تهیه شده و به صورت پودر قارچ گانودرما در آمده و با الک با مش ۳۰ میکرون آسیاب شد و سپس به همراه پودرهای جلبک سبز با نسبت های ۱:۱:۱ مخلوط شد و در درصد های معادل با جدول ۱ در فرمولاسیون سس مایونز استفاده شد. تیمارهای سس بعد از تهیه در شرایط یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. کلیه آزمون ها در بازه های زمانی صفر ساعت (بلافاصله پس از تولید)، ۲۴ ساعت، ۱ ماه، ۲ ماه، ۳ ماه پس از تولید صورت پذیرفت.

جدول ۱. ترکیب مواد تشکیل دهنده تیمار شاهد (براساس درصد وزنی/ وزنی)

ترکیبات	مقادیر(٪)
روغن زیتون	۳۷/۰۰
تخم مرغ	۱۰/۰۰
آب	۳۵/۸۰
سرکه	۸/۰۰
شکر	۴
خردل	۰/۴۰
نمک	۲/۰۰
نگهدارنده	۰/۱۰
زانتان	۰/۲۰
نشاسته اصلاح شده	۲/۵۰

۲.۲. تهیه و فرمولاسیون سس مایونز

سس مایونز در شرایط آزمایشگاهی مطابق با جدول ۱ تهیه شده و پس از تهیه مخلوط نهایی با استفاده از هموژنایزر (اولتراتاراکس مدل تی ۸۱۰، آلمان) با دور بالا (۱۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۵ دقیقه هموژن شد، لازم به ذکر است که برای هر تیمار مقدار یک کیلوگرم نمونه تهیه شد (Janine Passos Lima da *et al.*, 2012). تیمارهای تهیه شده جهت بررسی مطابق با جدول ۲ می‌باشند.

جدول۲. کدبندی تیمارهای سس مایونز با جلبک های سبز و قارچ گانودرما

کد تیمار	قارچ گانودرما(٪)	جلبک *کلرلا ولگاریس*(٪)	جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*(٪)
T0 (تیمارشاهد)	-	-	-
T1	۰/۱	–	–
T2	۰/۳	–	–
T3	۰/۵	–	–
T4	–	۰/۱	–
T5	–	۰/۳	–
T6	–	۰/۵	–
T7	–	–	۰/۱
T8	–	–	۰/۳
T9	–	–	۰/۵
T10	۰/۱	۰/۱	۰/۱
T11	۰/۲	۰/۲	۰/۲
T12	۰/۳	۰/۳	۰/۳

۳.۲. آزمون‌های سس مایونز

نمونه های سس مایونز در ظروف پلاستیکی درب بسته به مدت ۵۶ ساعت در آون ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و از نظر روغن‌زدگی و رسوب ذرات *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* و قارچ گانودرما ه صورت ظاهری مورد بررسی قرار گرفت. پایداری نمونه‌ها به مدت سه ماه در دمای یخچال (۴ الی ۵ درجه سانتی‌گراد) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. مبنای آزمون وجود یا عدم وجود هر گونه روغن در سطح نمونه و تجمع ذرات جامد *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* و قارچ *گانودرما لوسیدوم* در کف ظروف شیشه‌ای می‌باشد (Janine Passos Lima da *et al.*, 2012). عدد پراکسید بر اساس استاندارد ۹۶۵.۳۳ (AOAC)۲۳ اندازه گیری شد. برای بررسی دقیق تر اثر غلظت‌های متفاوت پودر جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و قارچ *گانودرما لوسیدوم* و شاخص‌های رنگ نمونه های سس مایونز تولیدی، پس از گذشت یک هفته از زمان تولید از اسپکتروفتومتر هانتر کالرفلکس مدل ۴۵/۰ (HunterLab ColorFlex45/0

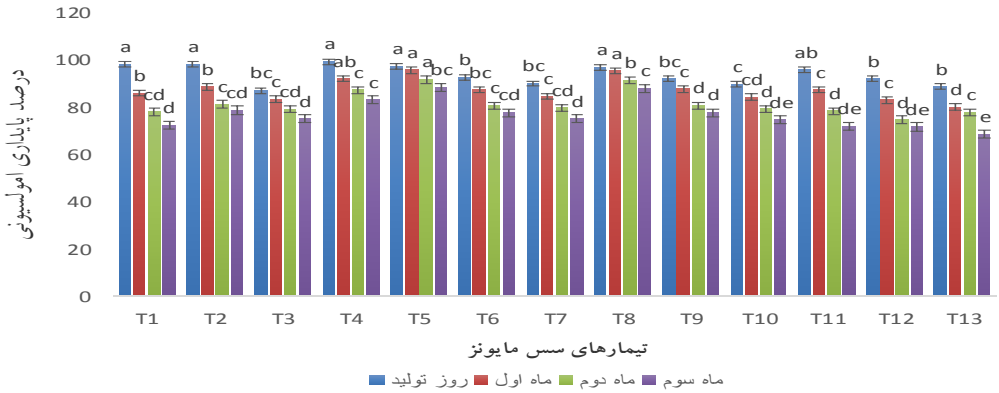
Spectrophotometer) مطابق با روش ارائه شده توسط هانترلب استفاده کمپانی شد (Matsakidou *et al.*, 2010). ویسکوزیته نمونه های آماده با استفاده از رئومتر تنش ثابت (Brookfield, LV, II-DV, Viscosimeper, VSA) مجهز به اسپنیدل ULA، اندازه گیری شد. نمونه های مایونز با محلول ۰/۵ درصد SDS با نسبت ۱:۱۰۰ رقیق و سپس اندازه ذرات (میکرومتر) و سطح مخصوص (m^2/CC) سنجش اندازه ذرات برای هر نمونه با استفاده از دستگاه (Sizer Fritsch Particle) مورد بررسی قرار گرفت (اصلان زاده و همکاران، ۱۳۹۱). اندازه گیری کپک و مخمر بر اساس استاندارد ملی۱۰۱۳۶، ۱۳۸۹ صورت پذیرفت.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. ارزیابی پایداری امولسیونی و رسوب ذرات در سس مایونز

با توجه به نمودار ۱ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص پایداری امولسیون تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول نگهداری بود ($P\leq$۰/۰۵). همچنین چنین تغییراتی نیز در بازه های زمانی ماه های دوم و سوم نگهداری نیز رخ داد ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان تغییرات پایداری امولسیونی و رسوب ذرات در ماه سوم نگهداری در کلیه تیمارها مشهود می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵). در بین تیمارهای سس مایونز نیز تیمارهای T_3، T_6 و T_9 نیز دارای کمترین میزان پایداری امولسیونی بودند ($P\leq$۰/۰۵). همچنین تیمارهای سس مایونز T_{10}، T_{11}، T_{12} دارای جلبک های اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین قارچ گانودرما دارای ناپایداری بالاتری از تیمارهای دارای تنها جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلاولگاریس به تنهایی بوده است. اختلافات معنی-داری بین میزان پایداری امولسیونی تیمارهای سس مایونز دارای جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس با تیمارهای پایداری امولسیونی سس مایونز دارای جلبک کلرلاولگاریس به لحاظ اختلاف در نوع جلبک با میزان پایداری امولسیونی تیمارهای سس مایونز دارای قارچ گانودرما وجود نداشت ($P>$۰/۰۵). امولسیون پایدار، به امولسیونی اطلاق می شود که هم آمیختگی (Coalescence)، رونشینی (Flocculation) و خامه ای شدن (Creaming) در آن رخ ندهد. پدیده خامه ای شدن در نمونه‌های سس مایونز پرچرب که حاوی مقادیر بالای روغن هستند (۸۰ درصد)، کم تر اتفاق می افتد، به این دلیل که قطرات روغن به شدت با یکدیگر تماس داشته و اصطکاک حاصل بین آن ها مانع از خامه ای شدن می گردد؛ در حالی که در نمونه های با میزان چربی پایین، این پدیده معمول تر است. پدیده خامه ای شدن در نمونه های سس مایونز پرچرب که حاوی مقادیر بالای روغن هستند (۸۰ درصد)، کم تر اتفاق می افتد، به این دلیل که قطرات روغن به شدت با یکدیگر تماس داشته و اصطکاک حاصل بین آن ها مانع از خامه ای شدن می گردد؛ در حالی که در نمونه های با میزان چربی پایین، این پدیده معمول تر است. مایونز کم چرب دارای ویسکوزیته پایینی است. به همین دلیل امکان رسوب پودر جلبک های سبز و گانودرما در دمای یخچال به عنوان شاخصی از فساد فیزیکی وجود داشت و در صورت رسوب، مقبولیت خود را از ماه دوم نگهداری از دست می‌داد. همان‌گونه که در نتایج نمودار ۱ پایداری امولسیونی تیمارهای سس مایونز مشاهده گردید با افزایش میزان استفاده از جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما در فرمولاسیون سس مایونز فراسودمند میزان رسوب ذرات افزایش و پایداری امولسیونی کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد افزایش درصد استفاده از *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما به جهت افزایش میزان درصد فیبر و درصد ذرات فیبر که به منزله کانون هایی برای جذب ذرات چربی بوده عمل کرده و همچنین باعث کاهش میزان توزیع متناسب ذرات چربی در ساختار سس مایونز شده و پایداری و هموژنیسیتی سس مایونز فراسودمند را کاهش می دهد. مطابق با قانون استوک هر چه گرانروی فاز پیوسته بیش تر باشد، سرعت جداسازی فازها کم تر و امولسیون پایدارتر خواهد بود؛ در حالی که کم بودن گرانروی، باعث افزایش حرکت ذرات و در نتیجه افزایش سینرزیس (آب اندازی) می شود در این تحقیق تعادل دو فاز امولسیونی با افزایش میزان استفاده از *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما به هم خورده و در مقادیر ۰/۳ و ۰/۵ درصد شاهد کاهش پایداری امولسیونی و افزایش رسوب ذرات بودیم. همچنین با توجه به اعمال حرارت در آزمون پایداری حرارتی، افزایش دما در شوک حرارتی می‌تواند منجر به شکستن ساختاری مولکول ها، افزایش آزادی و تحرک مولکول ها، جاری شدن آن ها و در نتیجه کاهش گرانروی و متعاقب آن کاهش پایداری امولسیون

شود. در این راستا نیز تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. زارعی و قیافه داوودی (۱۳۹۲) در بررسی کاربرد آرد کامل دانه خربزه به عنوان جایگزین بخشی از چربی موجود در فرمولاسیون سس نیز دریافتند که افزایش میزان جایگزینی آرد کامل دانه خربزه در مقادیر بالای جایگزینی بالای ۱۰درصد باعث کاهش پایداری امولسیونی تیمارهای سس مایونز گردید که با نتایج تحقیق حاضر نیز در توافق بود. همچنین اصلان زاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز در بررسی عملکرد فیبر رژیمی تولیدی از سبوس گندم به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز به نتایج مشابهی در رابطه با افزایش درصد استفاده از فیبر رژیمی و همچنین کاهش پایداری امولسیونی سس مایونز رسیدند که با نتایج تحقیق حاضر در توافق می باشد.

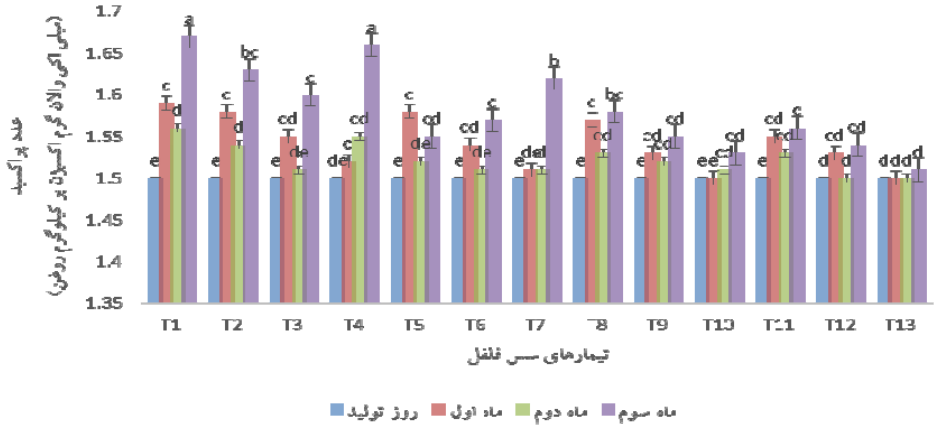


نمودار ۱. مقایسه میانگین شاخص پایداری امولسیون تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۳.۱.۳. ارزیابی عدد پراکسید

با توجه به نمودار ۲ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری در میزان شاخص عدد پراکسید تیمارهای مایونز در طی سه ماه زمان نگهداری وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). در روز اول نگهداری میزان عدد پراکسید در کلیه تیمارهای یکسان بوده اما در طی زمان نگهداری بالاترین میزان عدد پراکسید در تیمار شاهد و کمترین آن به میزان T12 مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵). در طی زمان نگهداری اختلافات معنی‌داری از نظر افزایش عدد پراکسید بین تیمارهای سس مایونز با توجه به نوع جلبک مورد استفاده وجود نداشت ($P>$۰/۰۵). تیمارهای سس مایونز دارای قارچ گانودرما از افزایش میزان شاخص عدد پراکسید کمتری در مقایسه با تیمار شاهد و همچنین تیمارهای سس مایونز دارای جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* برخوردار بودند ($P\leq$۰/۰۵). در مقایسه میان تیمارهای جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* نیز با افزایش درصد استفاده از این جلبک ها در فرمولاسیون سس مایونز میزان شاخص عدد پراکسید از افزایش کمتری برخوردار بود($P\leq$۰/۰۵). در بین تیمارهای سس مایونز تهیه شده با جلبک های سبزوقارچ گانودرما تیمارهای T3 و T6 دارای کمترین میزان تغییرات عدد پراکسید در طی زمان نگهداری سه ماه بود ($P\leq$۰/۰۵). تیمار سس مایونز دارای قارچ گانودرما نیز با میزان ۰/۵ درصد دارای کمترین میزان شاخص عدد پراکسید در مقایسه با تیمارهای جلبک سبز بود ($P\leq$۰/۰۵). در تیمارهای T10، T11 و T12 که از مجموع سه تیمار جلبک سبز و قارچ گانودرما استفاده شد میزان افزایش شاخص عدد پراکسید از همه تیمارها کمتر بود و در تیمار T12 نیز کمترین میزان شاخص عدد پراکسید مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵). سس مـایونز معمـولی دارای دو فـاز آبی و روغنی می‌باشد و این سطح به لحاظ اکسایش پیچیده‌تر از روغن ساده می‌باشد. در این تحقیق نتایج نشان داد که با افزایش میزان استفاده از جلبک اسپیرولیناپلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین قارچ گانودرما در فرمولاسیون سس مایونز میزان عدد پراکسید تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P\leq$۰/۰۵). ترکیبات زیستی متعددی با گستره کاربردی متنوعی هم -چون اثرات آنتی بیوتیکی، ضد ویروسی، ضدقارچی و ضدسرطانی از جلبک های پرسلولی شناسایی و استخراج شده است و بسیاری از متابولیت های اولیه و یا ثانویه این ارگانیسم‌ها می‌توانند به مواد زیست فعال مورد استفاده در صنایع دارویی تبدیل شوند.

نتایج نشان داد که مقدار عصاره مورد استفاده نقش تعیین کننده در میزان حداقل کشندگی و مهار کنندگی داشته چرا که میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی تیمارها افزایش می یابد. نتایج نشان داد که ماکروجلبک های دریایی دارای آنتی اکسیدان های مختلف طبیعی شامل پلی فنول ها هستند که در جلوگیری از اکسیداسیون نقش دارند. فعالیت آنتی اکسیدانی کاهنده بر پایه شکست زنجیره رادیکال آزاد و دادن یک اتم هیدروژن است. همچنین، کاهنده ها با پیش سازهای خاصی از پراکسید وارد واکنش می شوند. در نتیجه از تشکیل پراکسید جلوگیری می‌کنند. ترکیبات جلبک سبز ممکن است به عنوان کاهنده عمل کند و بدین ترتیب یون الکترون ها را اهدا کرده و با رادیکال های آزاد واکنش داده و آنها را به ترکیبات پایدار تبدیل می کند که در نهایت زنجیره رادیکال آزاد را خنثی می کنند. آنتی اکسیدان ها موادی هستند که قادرند با اثرات مخرب اکسیدان ها در بدن مقابله کنند. از نقطه نظر بیولوژیکی، آنتی اکسیدان ها به عنوان سوبسترایی هستند که در غلظت پایین در مقایسه با سوبسترای مستعد اکسید شدن توانایی به تاخیر انداختن یا مهار روند اکسیداتیو را دارند. در این تعریف سوبسترا به هر مولکول قابل اکسید شدن در محیط زنده یعنی لیپیدها، پروتئین ها، کربوهیدرات ها و DNA گفته می شود. از این رو با افزایش میزان استفاده از جلبک *کلرلا ولگاریس*، *اسپیرولینا پلاتنسیس* و قارچ گانودرما در تیمارهای سس مایونز فراسودمند میزان عدد پراکسید با شدت کمتری کاهش می یابد. از طرفی ساختار متخلخل فیبر نیز به منزله پوشش برای به دام اندازی ذرات چربی و کاهش نفوذ و دسترسی گلبول های چربی سس مایونز بوده و می‌توان اذعان داشت که با افزایش میزان این بافت متخلخل و فیبر از میزان عددپراکسید تیمارهای سس مایونز به طور معنی‌داری کاسته شد که با نتایج تحقیقات محققان نیز در توافق می باشد. باباخانی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی استفاده از ریز جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در فرمولاسیون سس فراسودمند کم کالری غنی شده با آهن و روی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آن ها دریافتند که استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* به دلیل دارا بودن خواص آنتی اکسیدانی میزان شاخص پراکسید تیمارهای مایونز را در طی زمان نگهداری کاهش داده که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود. سامی و محمدی (۱۳۹۵) اثرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی عصاره و پودر قارچ *گانودرما لوسیدوم* در سوسیس را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از پودر قارچ گانودرما به دلیل دارا بودن خواص آنتی اکسیدانی می‌تواند به عنوان جایگزین نیتریت استفاده شود و همچنین خواص آنتی اکسیدانی آن میزان عدد پراکسید را به طور معنی‌داری مهار کرد.

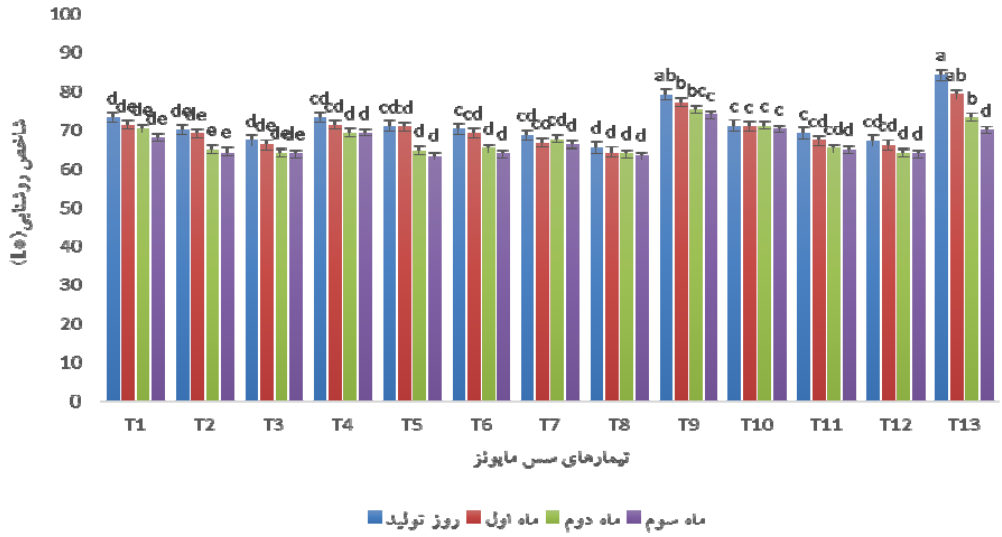


نمودار ۲. مقایسه میانگین شاخص عدد پراکسید تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۳.۱.۳. ارزیابی نتایج شاخص رنگ سنجی

با توجه به نمودار ۳ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص روشنایی (L^*) تیمارهای سس مایونز بر اساس اختلاف در میزان استفاده از جلبک *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که با افزایش میزان درصد استفاده از جلبک های *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* میزان شاخص روشنایی (L^*) به طور چشمگیری کاهش یافت

($P\leq$۰/۰۵). اختلافات معنی‌داری نیز بین نوع جلبک‌ها نیز در ایجاد تغییرات رنگی و کاهش شاخص روشنایی(L^*) تیمارهای سس مایونز وجود نداشت ($P\leq$۰/۰۵). در تیمارهای دارای قارچ گانودرما نیز تغییرات با شیب ملایم تری از تیمارهای سس مایونز و با کاهش شاخص روشنایی (L^*) همراه بود ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که بالاترین میزان شاخص روشنایی (L^*) در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۱ درصد و کمترین میزان شاخص روشنایی (L^*) نیز در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۵ درصد مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان شاخص روشنایی (L^*) نیز در روز تولید به تیمار شاهد تعلق داشت و در طی زمان نگهداری سه ماه نیز میزان شاخص روشنایی (L^*) کاهش معنی‌داری داشت ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان شاخص روشنایی (L^*) در روز تولید و کمترین شاخص روشنایی (L^*) نیز در ماه سوم نگهداری مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵).

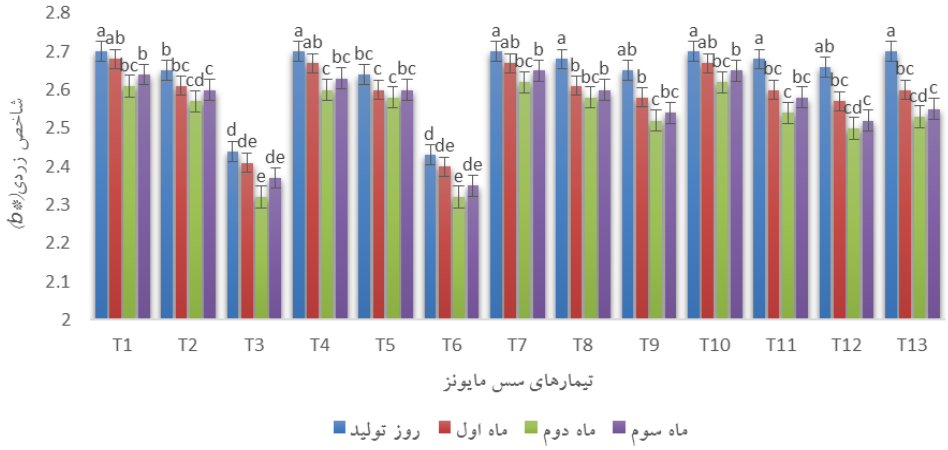


نمودار ۳. مقایسه میانگین شاخص روشنایی(L*) تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

با توجه به نمودار ۴ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص زردی (b^*) تیمارهای سس مایونز بر اساس اختلاف در میزان استفاده از جلبک *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که با افزایش میزان درصد استفاده از جلبک های کلرلاولگاریس و اسپیرولینا پلاتنسیس میزان شاخص زردی (b^*) به طور چشمگیری کاهش یافت ($P\leq$۰/۰۵). اختلافات معنی‌داری نیز بین نوع جلبک ها نیز در ایجاد تغییرات رنگی و کاهش شاخص زردی (b^*) تیمارهای سس مایونز وجود نداشت ($P\leq$۰/۰۵). در تیمارهای دارای قارچ گانودرما نیز تغییرات با شیب ملایم تری از تیمارهای سس مایونز و با افزایش شاخص زردی (b^*) همراه بود ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که بالاترین میزان شاخص زردی (b^*) در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۱ درصد و کمترین میزان شاخص زردی (b^*) نیز در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۵ درصد مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان شاخص زردی (b^*) نیز در روز تولید به تیمار شاهد تعلق داشت و در طی زمان نگهداری سه ماه نیز میزان شاخص زردی (b^*) افزایش معنی‌داری داشت ($P\leq$۰/۰۵). کمترین میزان شاخص زردی (b^*) در روز تولید و بالاترین شاخص زردی (b^*) نیز در ماه سوم نگهداری مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵).

با توجه به نمودار ۵ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص قرمزی (a^*) تیمارهای سس مایونز بر اساس اختلاف در میزان استفاده از جلبک *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که با افزایش میزان درصد استفاده از جلبک های *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* میزان شاخص قرمزی (a^*) به طور چشمگیری کاهش یافت ($P\leq$۰/۰۵).

اختلافات معنی‌داری نیز بین نوع جلبک ها نیز در ایجاد تغییرات رنگی و کاهش شاخص قرمزی (a^*) تیمارهای سس مایونز وجود نداشت ($P\leq$۰/۰۵).



نمودار ۴. مقایسه میانگین شاخص زردی (b*) تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

در تیمارهای دارای قارچ گانودرما نیز تغییرات با شیب ملایم تری از تیمارهای سس مایونز و با کاهش شاخص قرمزی *(a*)* همراه بود ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که بیشترین میزان شاخص قرمزی *(a*)* در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۱ درصد و کمترین میزان شاخص قرمزی *(a*)* نیز در بین تیمارهای سس مایونز در تیمار ۰/۵ درصد مشاهده شد($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان شاخص قرمزی *(a*)* نیز در روز تولید به تیمار شاهد تعلق داشت و در طی زمان نگهداری سه ماه نیز میزان شاخص قرمزی *(a*)* کاهش معنی‌داری داشت ($P\leq$۰/۰۵). بالاترین میزان شاخص قرمزی *(a*)* در روز تولید و کمترین شاخص قرمزی *(a*)* نیز در ماه سوم نگهداری مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵).

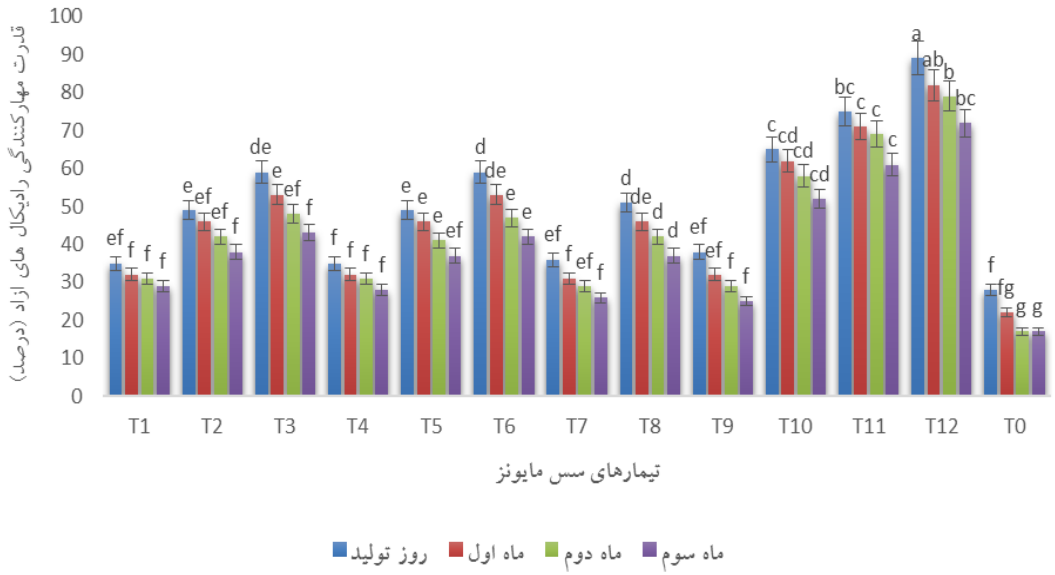
نمودار ۵. مقایسه میانگین شاخص قرمزی(a*) تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

بررسی نتایج ارزیابی شاخص روشنایی حاکی از کاهش میزان شاخص روشنایی با استفاده از جلبک های سبز و همچنین قارچ گانودرما بود که با توجه به رنگ سبز جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* چنین نتایجی دور از انتظار نبود و

مسلما با افزایش میزان درصد این ترکیبات در فرمولاسیون سس مایونز میزان درصد شاخص روشنایی با شدت بیشتری کاهش می یابد. رنگ قارچ گانودرما نیز در محدوده قهوه ای بوده و اختلافات رنگ فاحشی با رنگ سس مایونز ایجاد می تماید که چنین نتیجه ای نیز پیش بینی می شد و در تحقیقات مشابه نیز این تغییرات رنگ در فرمولاسیون محصول مشاهده گردیده است که با یافته‌های تحقیق حاضر نیز در توافق می‌باشد. همچنین در طی زمان نگهداری به دلیل افزایش اکسیداسیون چربی و افزایش شاخص زردی نیز شاخص روشنایی کاهش معنی‌داری را نشان داد که در این راستا نیز گزارشات مشابهی نیز وجود داشت. صالحی فر و همکاران (۱۳۹۲) امکان غنی سازی کلوچه صنعتی با استفاده از ریز جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا* شاخص روشنایی تیمارهای سس مایونز را به طور معنی-داری کاهش داد که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود. اسلامی مشکنانی و همکاران (۱۳۹۳) اثر افزودن پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* شاخص روشنایی تیمارهای دوغ را کاهش داد که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود. در طی زمان نگهداری نیز با افزایش میزان اکسیداسیون چربی تیمارهای سس مایونز میزان شاخص زردی تیمارهای سس مایونز به طور معنی‌داری افزایش یافته و شاخص روشنایی نیز کاهش معنی‌داری داشت که در این راستا نیز تحقیقات مشابهی وجود داشت. طلوعی و همکاران (۱۳۸۹) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین را بررسی نمودند و دریافتند که شاخص زردی تیمارهای سس مایونز افزایش می یابد که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود. شاخص قرمزی نیمارهای سس مایونز در تیمارهای غنی شده با قارچ گانودرما (T1,T2,T3) اندکی افزایش یافته اما در تیمارهای سس مایونز تهیه شده با جلبک سبز، به جهت غالب بودن رنگ سبزی شاخص قرمزی تغییرات کاهشی معنی‌داری نشان داد. در تیمارهای تهیه شده با قارچ گانودرما شاخص قرمزی اندکی بالاتر از تیمارهای سس مایونز تهیه شده با جلبک های سبز بود. سیف الدین و همکاران (۱۳۹۵) سس مایونز کم چرب تهیه شده با صمغ قدومه شهری و کنسانتره پروتئین آب پنیر را بررسی نمودند. در مطالعات آن ها نیز گزارش شد که در طی زمان نگهداری شاخص زردی تیمارهای سس مایونز افزایش معنی‌داری می‌یابد.

۴.۱.۳. نتایج ارزیابی میزان مهارکنندگی رادیکال های آزاد

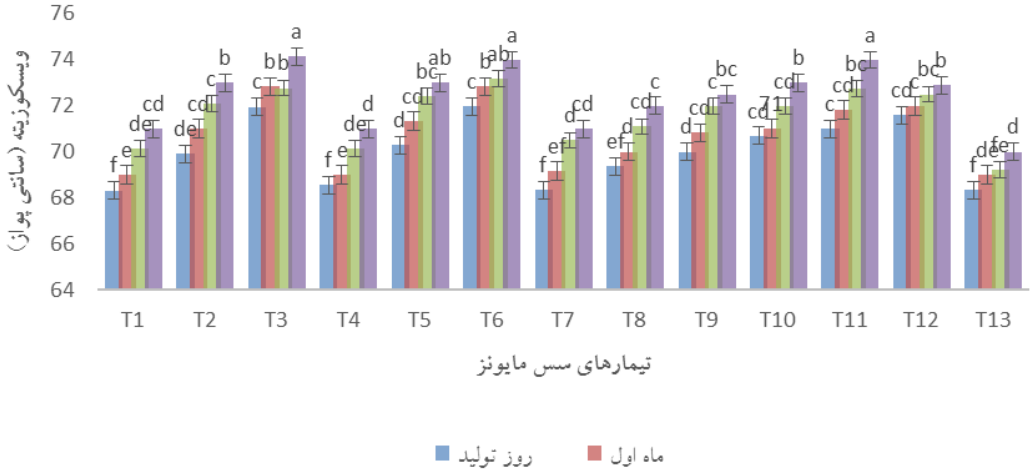
با توجه به نمودار ۶ مشاهده شد که استفاده از جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* میزان درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد را به طور معنی‌داری کاهش می دهد($P\leq$۰/۰۵). با افزایش میزان درصد استفاده از هر یک از جلبک‌های مورد استفاده در فرمولاسیون تیمارهای سس مایونز میزان درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد افزایش معنی‌داری را نشان می دهد اما اختلافات معنی‌داری از نظر درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد بین دو نوع جلبک مورد استفاده وجود ندارد ($P\leq$۰/۰۵). قارچ گانودرما نیز در مقادیر معادل استفاده معادل هر یک از جلبک های اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلاولگاریس از میزان درصد قدرت مهارکنندگی رادیکال های آزاد بالاتری نیز برخوردار بودند ($P\leq$۰/۰۵). در تیمارهای T10، T11، T12 که ترکیبی از جلبک های سبز و قارچ گانودرما می باشد میزان شاخص مهارکنندگی رادیکال های آزاد به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد و سایر تیمارهای سس مایونز که تنها از یک ترگیب در فرمولاسیون آن ها استفاده شده است می باشد. در طی زمان نگهداری روند کاهشی معنی‌داری در میزان درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد به طور معنی‌داری مشاهده شد. اما میزان درصد کاهش مهارکنندگی رادیکال های آزاد در تیمار سس مایونز شاهد بالاتر از سایر تیمارهای سس مایونز دارای جلبک اسپیرولیناپلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین قارچ گانودرما می باشد. بالاترین میزان درصد مهارکنندگی رادبکال های آزاد در روز تولید و کمترین آن نیز در ماه سوم نگهداری مشاهده گردید.



نمودار ۶. مقایسه میانگین شاخص مهارکنندگی رادیکال های آزاد تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۴.۱.۳. نتایج ارزیابی ویسکوزیته

بررسی نتایج ارزیابی میزان ویسکوزیته تیمارها نشان داد که استفاده از جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما به طور معنی‌داری میزان ویسکوزیته را افزایش داد ($P\leq$۰/۰۵). به نظر می‌رسد که امولسیون ها با قرارگیری پروتئین در اطراف قطرات روغن که موجب جلوگیری از هم آمیختگی ذرات می شود، پایدار می شوند. در واقع پروتئین نقش امولسیون کننده و پایدار کننده دارد. پلی ساکاریدها مانند صمغ، نقش پایدار کننده داشته و عمل خود را از طریق افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و کاهش حرکت قطرات روغن ایفا می کنند (Li *et al.*, 2007). در این تحقیق نیز استفاده از جلبک و قارچ میزان ویسکوزیته را به طور معنی‌داری افزایش داد و با افزایش میزان ویسکوزیته سس مایونز، شاخص میزان چسبندگی افزایش و همچنین میزان شاخص انسجام به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P\leq$۰/۰۵). در این راستا نیز تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. در طی زمان نگهداری به دلیل افزایش میزان از درست رفتن رطوبت میزان شاخص ویسکوزیته تیمارهای سس مایونز نیز دستخوش تغییر گردید و این تغییرات در تیمارهای سس مایونز با درصد وزنی بالاتر از هر سه ترکیب به میزان بیشتری مشهود بود. رهبری و همکاران (۱۳۹۲) نیز در بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی سس مایونز حاوی ایزوله پروتئین جوانه گندم وصمغ زانتان به عنوان جایگزین تخم مرغ نیز به نتایج مشابهی دست یافتند و گزارش کردند که استفاده از ایزوله پروتئین جوانه گندم میزان ویسکوزیته سس مایونز را افزایش می‌دهد. اسلامی مشکنانی و همکاران (۱۳۹۳) اثر افزودن پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* شاخص ویسکوزیته تیمارهای دوغ را افزایش داد که با یافته های تحقیق حاضر نیز در توافق بود.

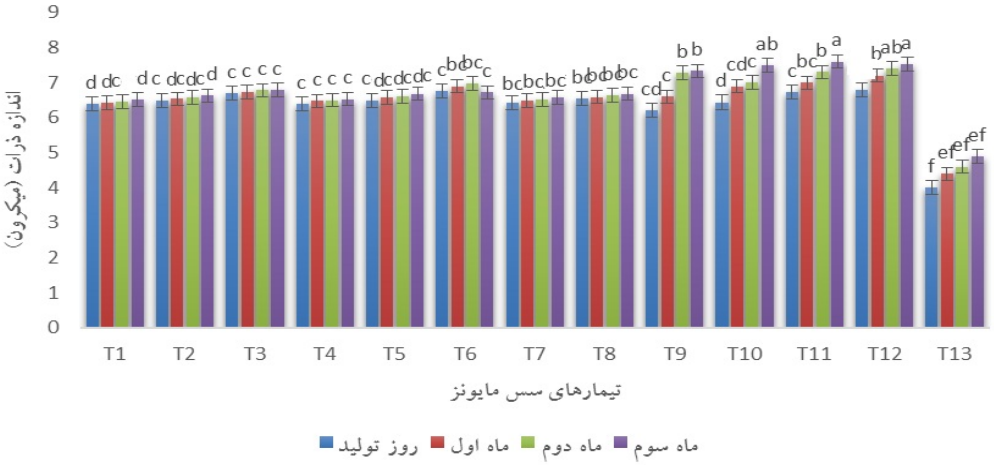


نمودار ۷. مقایسه میانگین شاخص ویسکوزیته تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۵.۱.۳. نتایج ارزیابی اندازه ذرات

با توجه به نمودار ۸ مشاهده گردید که اختلافات معنی‌داری بین میزان اندازه ذرات سس مایونز در تیمارهای حاوی جلبک اسپیرولیناپلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین سس مایونز دارای قارچ گانودرما وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). به طور کلی اختلافات معنی‌داری از نظر اندازه ذرات بین تیمار سس مایونز دارای جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلاولگاریس وجود نداشت همچنین بین اندازه ذرات در تیمارهای سس مایونز تهیه شده با هر یک از جلبک های اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلا ولگاریس با سس مایونز تهیه شده با قارچ گانودرما وجود نداشت ($P>$۰/۰۵). در مقدارهای ۰/۵ درصد استفاده از جلبک *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* و همچنین قارچ گانودرما میزان اتدازه ذرات با ۰/۱ درصد به طور معنی‌داری اندازه ذرات افزایش یافته و به میزان میانگین ۷-۶ میکرون در مقایسه با تیمار شاهد ۴ میکرون رسید ($P\leq$۰/۰۵). همچنین در طی زمان نگهداری نیز اختلافات معنی‌داری در شاخص اندازه ذرات سس مایونز وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). کمترین میزان اندازه ذرات سس مایونز در روز صفرم نگهداری و بالاترین آن در ماه سوم نگهداری رویت گردید ($P\leq$۰/۰۵). افزایش میزان استفاده از جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما در فرمولاسیون سس مایونز میزان اندازه ذرات را افزایش داد و میزان این افزایش اندازه ذرات با افزایش میزان استفاده از جلبک های اسپیرولیناپلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین قارچ گانودرما به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ($P\leq$۰/۰۵). به طور کلی در سیستمهای غذایی یک جزء یا بیشتر از یک جزء به صورت پراکنده در جزء دیگر قرار گرفته اند به یک چنین سیستمهای غذایی، دیسپرسیون گفته می شود. در این سیستم ها جزء پراکنده موسوم به فاز پراکنده یا غیر پیوسته و جزء یا قسمتی که اجزای پراکنده را در برمی گیرد، فاز پیوسته نامیده می شود. امولسیون یک دیسپرسیونی بوده که از دو مایع غیرقابل اختلاط (معمولا آب و روغن) تشکیل شده که یکی از مایعات به صورت قطرات کروی کوچک که معمولا قطر آنها بین ۱/۵ تا ۱۵۵ میکرون بوده در دیگری پراکنده شده است. امولسیون ها از لحاظ ترمودینامیکی سیستم های ناپایداری می باشند بنابراین با گذشت زمان تمایل به دو فازه شدن دارند. از لحاظ فیزیکی، یک امولسیون می‌تواند توسط خامه ایی شدن، فلوکوله شدن، کواگوله شدن و یا Ostwald ripening ناپایدار گردد. اما این سیستم ها می‌توانند برای دوره های زمانی قابل توجهی از لحاظ سینتیک پایدار باشند. در اکثر سیستم های غذایی پروتئین ها و پلی ساکاریدها به عنوان اجزای اصلی ماده غذایی حضور داشته و پایداری کلی و ساختار این سیستمهای غذایی نه فقط بستگی به خصوصیات فیزیکی- شیمیایی این ماکرومولکول ها داشته بلکه به ماهیت و قدرت فعل و انفعالات این اجزا نیز بستگی دارد. با افزایش میزان استفاده از جلبک های اسپیرولیناپلاتنسیس و کلرلاولگاریس و همچنین قارچ گانودرما میزان واکنش ها و فعل و انفعال های بین ذرات گلبول های چربی سس مایونز و پروتئین و همچنین ترکیبات فیبری سس مایونز به طور معنی‌داری افزایش می یابد. در این راستا با افزایش درصد

پروتئین و ترکیبات فیبری ناشی از افزایش درصد جایگزینی نیز میزان ذرات سس مایونز به طور معنی‌داری افزایش و شاخص انسجام کاهش یافت که در این راستا نیز تحقیقات مشابهی نیز وجود داشت. عادلی میلانی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثر پودر خردل زرد بر گرانروی، پایداری تعلیق، تندی و ویژگی های حسی سس مایونز را بررسی نمودند و دریافتند که استفاده از پودر خردل زرد باعث افزایش اندازه ذرات در مقادیر بالای استفاده شده و همچنین پایداری امولسیون های سس مایونز را نیز کاهش داد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت. معینی فیض آبادی و همکاران (۱۳۹۲) ویژگی های رئولوژیکی و بافتی*سس مایونز* حاوی صمغ دانه شاهی را بررسی نمودند. نتایج بررسی آن ها نشان داد که ترکیبات فیبری صمغ دانه شاهی می‌تواند به طور معنی‌داری باعث افزایش اندازه ذرات سس مایونز گردید که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت.



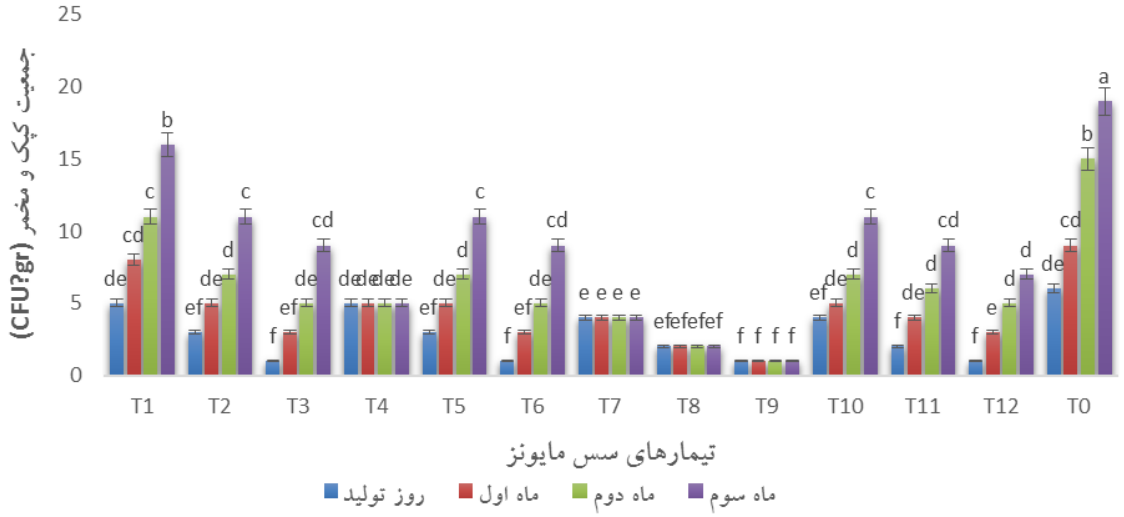
نمودار ۸. مقایسه میانگین شاخص اندازه ذرات تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۶.۱.۳. *نتایج ارزیابی کپک و مخمر*

با توجه به نمودار ۹ مشاهده شد که اختلافات معنی‌داری بین میزان شاخص جمعیت کپک و مخمر تیمارهای سس مایونز با توجه به اختلاف در میزان جمعیت جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). با افزایش مدت زمان نگهداری میزان شاخص جمعیت کپک و مخمر کلیه تیمارهای سس مایونز افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P\leq$۰/۰۵). به طوری که در روز تولید کمترین میزان شاخص جمعیت کپک و مخمر و بالاترین آن در ماه زمان سوم نگهداری وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). در بین تیمارهای سس مایونز استفاده از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس و کلرلاولگاریس اختلافات معنی‌داری را ایجاد نکرد ($P\leq$۰/۰۵). اما با افزایش میزان درصد استفاده از جلبک *کلرلاولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* وجود داشت ($P\leq$۰/۰۵). همچنین استفاده از قارچ گانودرما به میزان بالاتری رشد کپک و مخمر را در مقایسه با تیمار شاهد مهار کرد اما در تیمارهای سس مایونز با قارچ گانودرما و جلبک‌های سبز میزان رشد کپک و مخمر با کاهش معنی‌داری مواجه بود ($P\leq$۰/۰۵). در مقادیر بالای استفاده مانند تیمار T12 میزان رشد کپک و مخمر کاهش چشمگیری داشت ($P\leq$۰/۰۵). در تیمار شاهد T این روند به طور چشمگیری روند افزایشی معنی‌داری مشاهده شد ($P\leq$۰/۰۵). بررسی نتایج ارزیابی جمعیت کپک و مخمر نشان دهنده کاهش معنی دار میزان جمعیت میکروبی با افزایش میزان درصد استفاده از جلبک می باشد می‌توان چنین اذعان داشت که ترکیبات ضد میکروبی مشتق شده از جلبک آب های شیرین شامل گروه های مختلفی از مواد شیمیایی مانند ترکیبات آلیفاتیک هیدروژنه، ماکرولید، پپتید حلقوی، پروتئین‌ها، فنول‌ها و اسیدهای چرب هستند که آثار ضد باکتری آن ها در شرایط آزمایشگاهی بر باکتری های گرم مثبت و منفی به اثبات رسیده است. این فعالیت وابسته به عوامل بسیاری از جمله گونه جلبک، اندامک مورد استفاده جلبک، حلال های مورد استفاده، نوع و مقاومت میکروارگانیسم ها، فصل و شرایط رشد و نگهداری جلبک‌ها بستگی دارد (Pazos *et al.*,

2005). جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* فعالیت ضدباکتریایی خود را به طور احتمال از طریق آسیب به غشاء سیتوپلاسمی میکروارگانیسم ها اعمال می‌کنند. عصاره از غشاء سیتوپلاسمی عبور کرده و سبب ایجاد اختلال در ساختار لیپیدی غشاء و تغییر در نفوذپذیری آن و فرایندهای غشائی می گردد (Ou *et al.*, 2002) نفوذپذیر کردن غشاء سبب افزایش نشت پروتون از سلول، اختلال در پتانسیل الکتریکی غشاء و نیروی حرکتی پروتون می شود و در نهایت سنتز آدنوزین تری فسفات (ATP) را کاهش می دهد. میزان آسیب به غشاء پلاسمایی ناشی از عصاره الکلی گیاهان جلبک و اجزاء اصلی تشکیل دهنده آنها، مربوط به حالت آبگریزی آنها می باشد و همچنین وجود گروه هیدروکسیل برای فعالیت های ضد باکتریایی و ضد قارچی آنها ضروری است (Nostro *et al.*, 2009). شاید بتوان بروز اثرات ضدباکتریایی عصاره جلبک مورد مطالعه در این تحقیق را به ترکیبات فلاونوئیدی و پلی فنلی آن نسبت داد. اثر ضدمیکروبی فلاونوئیدها از طریق تشکیل کمپلکس با غشاء خارجی و پروتئین های محلول که به غشاء متصل هستند، می باشد. همچنین این ترکیبات با نفوذ در غشاء سلولی و شکستن آن باعث اثر ضدمیکروبی می شوند. ترکیبات فنلی هم با تداخل در عمل غشاء سیتوپلاسمی و تداخل در ورود و خروج مواد به درون سلول اثر ضدمیکروبی خود را اعمال می کنند. علت حساسیت بیشتر باکتری‌های گرم مثبت نسبت به عصاره ها، ممکن است ناشی از این باشد که این باکتری ها در دیواره ی سلولی یک لایه دارند. درحالی که در باکتری های گرم منفی این دیواره از چند لایه تشکیل شده است. به طور کلی نتایج این تحقیقات علاوه بر این که اثرات ضد میکروبی گیاهان را تایید می کند، بیان کننده ی این موضوع نیز می باشد که گونه های مختلف این دو گیاه با توجه به نوع حلال و روش بررسی، اثرات مختلفی دارند. هم چنین تفاوت نتایج ممکن است به دلیل تفاوت سویه های باکتری و نوع محیط کشت باشد. نتایج نشان می دهد که عصاره اتانولی جلبکها از توان آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی مناسبی برخوردارند و بنابراین می-توان از آنها در صنایع غذایی و دارویی بهره جست (افتخاری یزدی و همکاران، ۱۳۹۸). بررسی نتایج ارزیابی جمعیت کپک و مخمر نشان داد که استفاده از جلبک های سبز بالاخص در موارد بالای استفاده باعث کاهش میزان رشد جمعیت کپک و مخمر کل گردید. از نظر تاثیرات نوع جلبک اختلافات معنی‌داری بین دو جلبک گزارش نشد اما مقدار استفاده از جلبک تعیین کننده بوده و به طور معنی‌داری باعث کاهش میزان مهار رشد جمعیت کپک و مخمر شد. فعالیت های بیولوژیکی در ترکیبات زیستی طبیعی فعال در جلبک ها دارای اثرات گسترده ای همچون اثرات ضدباکتریایی، ضدتوموری و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی هستند. با افزایش مصرف جلبک میزان رشد جمعیت میکروبی افزایش می یابد که به مهار بیشتر باکتری ها توسط جلبک های کلرلاولگاریس و گراسیلاریا سالیکورنیا می‌توان نسبت داد اما حساسیت بیشتر باکتری های گرم مثبت به عصاره جلبکی ناشی از اختلاف و تفاوت در ساختار دیواره سلولی و ترکیب آن است. در باکتری های گرم منفی اعضاء خارجی به عنوان یک سد در مقابل تعداد زیادی اجسام خارجی مانند آنتی بیوتیک عمل می کنند. باکتری های گرم منفی به دلیل داشتن لایه لیپوپلی ساکاریدی غشاء خارجی و همچنین داشتن کانال های درگیر در حمل ونقل مواد، ذاتاً نسبت به مواد سمی و رنگ های آبدوست و آنتی بیوتیک ها مقاومت بیشتری دارند (صفری و همکاران، ۱۳۹۰). ترکیبات ضد میکروبی مشتق شده از جلبک آب های شیرین شامل گروه های مختلفی از مواد شیمیایی مانند ترکیبات آلیفاتیک هیدروژنه، ماکرولید، پپتید حلقوی، پروتئین‌ها، فنول ها و اسیدهای چرب هستند که آثار ضد باکتری آن ها در شرایط آزمایشگاهی بر باکتری های گرم مثبت و منفی به اثبات رسیده است. این فعالیت وابسته به عوامل بسیاری از جمله گونه جلبک، اندامک مورد استفاده جلبک، حلال های مورد استفاده، نوع و مقاومت میکروارگانیسم ها، فصل و شرایط رشد و نگهداری جلبک ها بستگی دارد (Pazos *et al.*, 2005). نسبت مواد فعال زیستی با خاصیت ضدباکتریایی در قیاس با عصاره با قطبیت کمتر کاهش می یابد. مطالعات نشان داده اند که باکتری گرم منفی *E. coli* در مقابل اکثر عصاره‌های جلبکی از خود مقاومت نشان داده که با مطالعه اخیر همپوشانی دارد. از طرفی مطالعات نشان دادند که باکتری های گرم مثبت در مقابل عصاره های خام جلبکی حساس تر هستند. اصلی ترین و بیشترین ترکیبات جلبک های دریایی را ترکیبات سولفاتی و مواد قندی تشکیل می دهند. افتخاری یزدی و همکاران (۱۳۹۸) نیز به تأثیرات آنتی اکسیدانی جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر کاهش میزان جمعیت میکروبی نان بربری اشاره نمودند و اذعان داشتند که میزان

ماندگاری نان بربری با استفاده از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس افزایش یافت.



نمودار ۹. مقایسه میانگین جمعیت کپک و مخمر تیمارهای سس مایونز در روز تولید و ماه اول، دوم و سوم نگهداری

۴. نتیجه‌گیری

در دنیای امروز، پدیده فقر غذایی و سوء تغذیه چه از حیث تأمین پروتئین انرژی و چه از حیث تأمین ریزمغذی ها و ویتامین ها و دیگر مواد با ارزش غذایی، یکی از بزرگترین و مهم ترین مسائل مطروحه در کشورهای درحال توسعه به شمار می آید. ریزجلبک ها غنی از پروتئین، رنگیزه، کربوهیدرات، اسیدهای چرب و ویتامین و مواد معدنی پروتئین هستند که می‌توانند در غنی سازی مواد غذایی مورد استفاده قرار بگیرند. در این تحقیق سس مایونز با درصدهای ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد از هر یک از جلبک های *اسپیرولینا پلاتنسیس* و *کلرلا ولگاریس* و همچنین قارچ گانودرما در فرمولاسیون سس مایونز مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص های ویسکوزیته و اندازه ذرات، شاخص سختی، چسبندگی افزایش و شاخص نیروی چسبندگی، پایداری امولسیونی، عدد اسیدی، عدد پراکسید، pH، شاخص روشنایی و همچنین جمعیت کپک و مخمر و مولفه های ارزیابی حسی کاهش معنی‌داری یافت. نهایتا تیمار T10 با مقادیر ۰/۱ درصد از هریک از جلبک‌های *اسپیرولینا پلاتنسیس*، *کلرلا ولگاریس* و *گانودرما لوسیدوم* از نظر ارزیاب ها به عنوان تیمار بهینه انتخاب شد.

۵. منابع

Amiri Aghdaei, S.S., Alami M., Sadeghi Mahon, A.R. and Jafari, S.M. 2012. The effect of unsaturated barley beta-glucan as a fat mimic on the physical, chemical, textural and sensory properties of low-fat mayonnaise. *Journal of Food Industry Research*, 22(2): 154-141.

Aslanzadeh, M., Mizani, M., Gerami, A. and Alimi, M. 2012. Evaluation of the function of dietary fiber produced from wheat bran as a fat substitute in mayonnaise, 11: 21-31.

Daneshvar, K., Mazaheri Tehrani, M., Kouchaki, A. and Rahmati, K. 2012. The effect of peri-gelatinized corn starch, xanthan and guar as fat substitutes on the physical and sensory properties of mayonnaise with reduced fat and eggs containing soy milk. M.Sc Thesis. Government-Ministry of Science, Research, and Technology - Ferdowsi University of Mashhad-Faculty of Agriculture and Natural Resources.

Dluzewska, E., Stobiecka, A. and Maszewska, M. 2006. Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage emulsions. *Acta Science Poland Technology Alimentarius*, 5: 147–156.

Farahzadeh, H., Ghorbani, A., Hashemi, H., Mohabat, L., Nik Ain, M., Hassanzadeh, A., Yahi, M., Samdanian, F. and Jaberi, H. 2010. Measurement of corruption indicators of oil consumed in

confectioneries and food stores of Borkhar and Meimeh cities of Isfahan province in 2008. *Journal of Health System Research,* 6 (4): 713-708.

Figoni, P. and Shoemaker, C. 1983. Characterization of time dependent flow properties of mayonnaise under steady shear. *Journal of Texture Studies*, 14: 431–442.

Gao, Y., Lan, J., Dai, X., Ye, J. and Zhou, S. 2004. A phase I/II study of Ling Zhi mushroom Ganoderma lucidum (W. curt.: Fr.) Lioyd (Aphyllophoromycetideae) extract in patients with type II diabetes mellitus. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 6(1): 33-39.

Gao, Y, Zhou, Sh, Huang M. and Xu, A. 2003. Antibacterial and antiviral Value of genus Ganoderma P. Karst. Species (Aphyllophoromycetideae): a review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5 (3): 235-346.

Kim, H.W. and Kim, B.K. 2015. Biomedical triterpenoids of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetideae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1 (2): 121-138.

Mc Kenna, D.J., Jones, K. and Hughes, K. Reishi. 2002. Botanical medicines. The desk reference for major herbal supplements, 2nd Ed., The Haworth Herbal Press: New York, London, Oxford, pp. 825-855.

Mewis, J. and Wagner, N.J. 2009. Thixotropy. *Advances in Colloid and Interface Science*, 147: 214–227.

Mizuno, T. Reishi. 2005. *Ganoderma lucidum* and Ganoderma tsugae: Bioactive substances and medicinal effect. *Food Reviews International*, 11(1): 151-160.

National Standard 2965. 1386. Iranian Institute of Standards and Industrial Research, National Standard 2965, Microbiology of Mayonnaise and Salad Sauce: *Features and Test Methods*.

Razavi, S.M.A. and Karazhiyan, H. 2009. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23:908–912.

Singla, N., Verma, P., Ghoshal, G. and Basu, S. 2013. Steady state and time dependent rheological behaviour of mayonnaise (egg and eggless). *International Food Research Journal*, 20(4): 2009-2016.

Steffe, J.F. 1996. Rheological Methods in Foods Process Engineering, 2nd Ed. Freeman Press, East Lansing, Michigan, USA.

Wasser, S.P. 2005. Reishi or Ling Zhi (Ganoderma lucidum). *Encyclopedia of Dietary Supplements*, 603 - 622.18.

Zarei, A.S. and Davoodi, M. 1392. Application of whole melon seed flour as a substitute for some of the fat in low fat mayonnaise formulations, *Journal of Food Processing and Production*, 3(2): 11-18.