(مقاله پژوهشی)

بررسی‌خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی وحسی‌دوغ پروبیوتیک حاوی جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* (*Grassillaria Salicornia*)

آنیتا نعیمی[۱]، مرجانه صداقتی[۲]*، نرگس مورکی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳-دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۹/۰۱

DOI: 10.30495/jfst.2022.1966938.1819

چکیده

با افزایش‌آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به اثرات تغذیه‌ای جلبک ها غنی‌سازی فرآورده‌های شیری با انواع مختلف جلبک افزایش یافته است. در این تحقیق تاثیر افزودن جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* (۰، ۰/۵،۰/۲۵ و ۰/۷۵درصد) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی دوغ پروبیوتیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل مشخص کرد افزودن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* سبب افزایش pH و کاهش اسیدیته نمونه های دوغ شد ($p<0/05$). حداکثر پایداری نمونه‌های دوغ درنمونه‌شاهد و تیماراول که حاوی ۰/۲۵درصد جلبک بود مشاهده شد، درحالی‌که با افزایش‌غلظت‌جلبک پایداری نمونه‌های‌دوغ‌کاهش یافت. نتایج حاصل مشخص کرد در کلیه نمونه ها ویسکوزیته با افزایش غلظت جلبک به طور معنی داری افزایش یافته است ($p<0/05$). اگرچه افزودن جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* به دلیل‌حضورترکیبات‌آنتی‌اکسیدانی، میزان مهار رادیکال DPPH نمونه‌های‌تیماررا به طور معنی داری نسبت به نمونه شاهد افزایش داد، در طول زمان نگهداری خاصیت آنتی‌اکسیدانی به دلیل برهمکنش بین پروتئین‌های شیر و پلی فنول‌ها کاهش معنی‌داری داشت ($p<0/05$). همچنین حضور جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* باغلظت ۰/۲۵ درصد سبب افزایش بقا باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* گردید، اما غلظت های بالاترتاثیر مثبتی بر رشد و بقا باکتری پروبیوتیک نداشتند. در ارزیابی حسی مشخص شد از نظر ارزیاب‌ها تیمار T_1 در بین تیمارهای مورد آزمون بیشترین مقبولیت را دارا بود. به نظر می‌رسد کاهش رسوب درتیماراول و ویسکوزیته پایین‌ترآن در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش مقبولیت آن تاثیرگذار بوده است. نتایج حاصل مشخص کرد با افزودن ۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* به دوغ پروبیوتیک می توان به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی مطلوب رسید.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، جلبک، دوغ، *گراسیلاریا سالیکورنیا*، *لاکتوباسیلوس*

*مسئول مکاتبات: m.sedaghati@iau-tnb.ac.ir

۱-مقدمه

دوغ یک نوشیدنی تخمیری ایرانی بر پایه شیر است که به طور سنتی پس از افزودن آب به ماست و هم زدن آن در کیسه‌های سنتی به نام مشک وگرفتن‌چربی‌آن تهیه می شود. در ادامه نمک و گیاهان معطر به دوغ تولیدی اضافه شده و آماده مصرف می شود. در طی فرآیند تخمیر انواع مختلفی ازترکیبات‌مغذی‌مفیدمانند اسیدهای‌آمینه ضروری، اسیدهای آلی، آنتی بیوتیک ها و باکتریوسین ها توسط باکتری های اسید لاکتیک دردوغ تولید می‌شود (۲، ۱۳). محصولات مشابه دوغ در کشورهای دیگر با نام‌های مختلفی مانند نوشیدنی ماست[1] در اروپا، کفیر و کومیس[2] در خاورمیانه، آیران[3] در ترکیه، لاسی[4] در هند تولید و مصرف می‌شود (۱۴) . امروزه با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به مزایای سلامتی بخش دوغ‌های پروبیوتیک مصرف این محصولات افزایش یافته است. پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم زنده‌ای‌هستندکه وقتی به مقدارکافی (10^7CFU/g) مصرف شوند مزایای سلامتی بخش برای میزبان دارند (۳، ۲۲). یکی از راه های‌ممکن برای بهبود بقا وافزایش زنده مانی‌باکتری های پروبیوتیک، استفاده از پری بیوتیک‌ها می باشد. هنگامی‌که از پروبیوتیک‌ها و پری بیوتیک به صورت ترکیبی در تولید فرآورده‌های‌غذایی استفاده می‌کنیم، فرآورده سین بیوتیک خواهیم‌داشت(۹).برخی‌ازمحققان تاثیر جلبک ها را به عنوان ترکیبات‌پری‌بیوتیک‌بررشدوفعالیت باکتری های پروبیوتیک مطالعه کردند (۱۸، ۱۹). یکی از مشکلات فیزیکی و مهم دوغ جدا شدن سرم و دو فاز شدن دوغ به دلیلpH پایین و وجود نمک دردوغ است‌که منجر به تجمع‌کازئین‌هامی‌شود می‌شود. ترکیباتی مانند صمغ‌ها که هیدروکلوئید نامیده می شوند، افزودنی‌های رایجی هستند که برای جلوگیری از جداشدن فازها در دوغ استفاده می‌شوند (۲۵). این ترکیبات به‌عنوان‌تغلیظ‌کننده،تثبیت‌کننده،ژل‌کننده، کاهنده سینرزیس، امولسیفایر وپری‌بیوتیک درانواع‌دوغ به کار گرفته می‌شوند (۹). جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*[5] از انواع جلبک‌های ماکروسکوپی قرمز، غنی از مواد مغذی و ترکیبات زیست فعال هستند. این نوع جلبک حاوی حدود۹ درصد پروتئین و اسیدهای چرب ضروری W_3 و W_6 می‌باشد. جلبک *گراسیلاری اسالیکورنیا*حاوی‌ویتامین های B و C و عناصری مانند کلسیم، پتاسیم، فسفر، منیزیم و آهن است. این ماکرو جلبک غنی از هیدروکلوئید آگار است که شامل اتصالات (۳←۱) β-D گالاکتو پیرانوزیل و اتصالات (۴←۱) α-L گالاکتو پیرانوزیل می باشد. آگار که شامل پلیمر گالاکتان می باشد در صنعت غذا به عنوان عامل ژل‌کننده و تغلیظ کننده استفاده می‌شود که در صنعت غذا به عنوان عامل ژل‌کننده‌وتغلیظ‌کننده‌استفاده‌می‌شود(۱۷).تاکنون پژوهشگران مختلفی تاثیر جلبک اسپرولینا پلاتنسیس را بر خواص دوغ پروبیوتیک، دوغ پروبیوتیک حاوی نعناع و قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها در پنیر سفید فراپالایش بررسی نموده اند (۱۱، ۱۲). اما تاکنون تحقیقی در زمینه تاثیر استفاده از جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*برخواص‌فیزیکوشیمیایی‌فرآورده های لبنی‌انجام نشده است. بنابراین هدف مطالعه اخیر، ارزیابی تاثیرجلبک‌*گراسیلاریاسالیکورنیا*برخصوصیات فیزیکوشیمیایی میکروبی و حسی دوغ می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱-مواد اولیه

به منظور انجام این پژوهش، جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* از شرکت توسعه ذخائر زیستی جلبک های فارس و شیر تازه (۲/۵درصد چربی با pH برابر۶/۸) از شرکت پگاه تهران‌تهیه‌شد.باکتری‌های‌استارتر(*لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*[6] *واستر‌پتوکوکوس‌ترموفیلوس*[7]) و پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی*[8]ازشرکت‌کریستین‌هانسن‌ومتانول،سدیم هیدروکسید، DPPH، MRS Broth و MRS Agar از شرکت مرک آلمان خریداری‌گردید.

1-Yogurt Drink
2-Kefir and Kumis
3-Ayran
4-Lassi

5-*Grassillaria Salicornia*
6-*Lactobacillus bulgaricus*
7-*Streptococcus thermophilus*
8-*Lactobacillus casei*

۲-۲-روش ها

۲-۲-۱-آماده‌سازی جلبک‌وباکتری‌لاکتوباسیلوس کازئی

جلبک خشک *گراسیلاریا سالیکورنیا* پس از تهیه و تمیز کردن، به کمک آسیاب برقی (England, Hardstone, GCS2700W)پودرشده‌ودربسته‌بندی‌ازجنس پلی پروپیلن دارای لایه آلومینیومی و در شرایط خشک، خنک و دور از نورخورشید به آزمایشگاه منتقل‌گردید. برای آماده‌سازی باکتری،محتویات‌آمپول‌لیوفیلیزه‌حاوی‌باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی*(PTCC 1366) به لوله آزمایش حاوی محیط کشت مایع MRS منتقل‌گردید و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در جار بی‌هوازی (به منظور فعال سازی باکتری پروبیوتیک) گرمخانه گذاری شد. سپس سلول های میکروبی‌توسط‌سانتریفوژیخچال‌دار(Eppendorf Germany, AG 22331) به مدت ۱۵دقیقه درg ۱۵۰۰ سانتریفوژ شده و پس از شستشو با آب پپتون ۰/۱ درصد، جهت تلقیح در دوغ مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین تعداد باکتری *لاکتوباسیلوسکازئی*(CFU/ml) پس از رقت‌سازی و کشت پور پلیت در محیط کشت MRS Agar شمارش کلنی‌ها انجام و CFU تعیین شد (۵، ۱۷).

۲-۲-۲-روش‌تهیه دوغ

برای تهیه‌دوغ‌شیرتازه (۲/۵درصد چربی) در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه و تا دمای۴۰ درجه سانتی‌گرادخنک‌شد.سپس‌کشت‌استارترحاوی *لاکتوباسیلوس دلبروکی‌زیرگونه‌بولگاریکوس‌واستریتوکوکوس ترموفیلوس* با غلظت (W/V) ۰/۰۲ درصد به شیر اضافه و در دمای۴۳ درجه‌سانتیگراد‌گرمخانه‌گذاری‌شد. در ادامه۰/۷درصد نمک در آب دیونیزه حل شده و آب و ماست به نسبت۶۰ به ۴۰ با هم مخلوط شده و پس از افزودن پودر جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*(۰/۵،۰/۲۵،۰ و ۰/۷۵درصد) با دستگاه هموژنایزر (Japan, IKA T18) درg۱۶۲۶۲به‌مدت۳۰ ثانیه یکنواخت شدند. نمونه ها در بطری‌های پلی اتیلن ترفتالات در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه شدند و پس از سرد شدن، باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی*) 10^7 (CFU/ml به نمونه ها تلقیح و در دمای (۳۷±۱°C) به مدت ۸ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. نمونه های دوغ به مدت ۴۵ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند (۲۲).

۲-۲-۳-اندازه گیری pH و اسیدیته

pH نمونه‌شاهدونمونه‌های تیمار با استفاده ازpHمتر دیجیتال (Switzerland, Mettler Toledo seveneasy) با دقت ۰.۰۱± و اندازه‌گیری اسیدیته با تیتراسیون نمونه‌ها با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ و فنل فتالئین انجام شد(۸).

۲-۲-٤-آزمون میزان پایداری

برای تعیین میزان پایداری، مقدار ۵۰ میلی لیتر از نمونه‌های دوغ را درون فالکون مدرج استریل ریخته و پس از دربندی در یخچال به مدت ۳۰ روز نگهداری کردند. در ادامه میزان پایداری نمونه های دوغ بر حسب درصد با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۹):

$$S\ (\%) = V_d\text{-}V_s / V_d \times 100$$

Sدرصد پایداری، V_dحجم اولیه دوغ، V_sحجم سرم

۲-۲-۵-اندازه گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از یک دستگاه ویسکومتر بروکفیلد(USA, DVII) با دقت ± ۱.۰درصد، در روزهای آزمون تعیین شد. اندازه گیری ویسکوزیته نمونه های دوغ با استفاده از اسپیندل شماره ۶۰ در دمای ۲۲/۷ درجه سانتیگراد و با اعمال تنش برشی ((1/S)۱.۰ تا ۵۰۰) انجام شد (۱۱).

۲-۲-٦-اندازه گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی از روش الستی و همکاران در سال ۲۰۱۴استفاده گردید. نمونه های دوغ به مدت۱۰دقیقه‌باسرعت۴۰۰۰rpmسانتریفوژ شدند. سپس۲/۹ میلی لیتر محلول متانولی DPPH (محلول تازه تهیه شده با غلظت ۶۰ میکرومول بر میلی لیتر) به ۱۰۰ میکرو لیتر محلول رویی نمونه دوغ اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در مکان تاریک دردمای۲۰درجه‌سانتی‌گراد نگهداری شد و سپس جذب نمونه ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر در

برابر متانول اندازه‌گیری شد. فعالیت مهار رادیکال های DPPHبر اساس رابطه زیر محاسبه شد (۶):

$$\text{Scavenging activity (\%)} = Abs_{DPPH} - Abs_{sample} / Abs_{DPPH} \times 100$$

۲-۲-۷-سنجش رنگ

رنگ نمونه های دوغ با دستگاه رنگ سنج (Hunter Lab L* a* b* color modelUSA,) با ΔE کمتر از ۰/۰۶ بررسی گردید. اساس‌رنگ‌سنجی‌دراین‌سیستم CIELAB و سنجش‌شاخص‌های*b (شاخص زردی-آبی)،*a (شاخص قرمزی-سبزی) و *L (شاخص روشنایی) بود (۲).

۲-۲-۸-شمارش باکتری‌های *لاکتوباسیلوس کازئی*

برای شمارش باکتری‌های *لاکتوباسیلوس کازئی*با استفاده از سرم فیزیولوژی از نمونه های دوغ سریال رقت تهیه شده و نمونه‌هابااستفاده‌ازروش‌پورپلیت،درمحیط کشت MRS آگار کشت داده شدند. پلیت ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور CO_2داردردمای۳۷درجه سانتیگراد گرمخانه گذاری ونتایج شمارش به صورت Log CFU/ml گزارش شدند (۳).

۲-۲-۹-ارزیابی حسی

ارزیابی‌حسی‌توسط ۹ نفر ارزیاب آموزش دیده (شامل ۵ زن و۴مرد،متخصص‌علوم‌غذایی،۲۵تا۳۵ساله) به روش هدونیک ۵ نقطه از لحاظ ویژگی‌های طعم، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی انجام شد. امتیازات شامل بیشترین نمره یعنی ۵ به منزله عالی بودن نمونه و ۱ کمترین نمره نشان دهنده ضعیف بودن نمونه بود. ارزیابی حسی نمونه های دوغ در طول دوره ۴۵ روزه نگهداری نمونه ها انجام شد (۲۱).

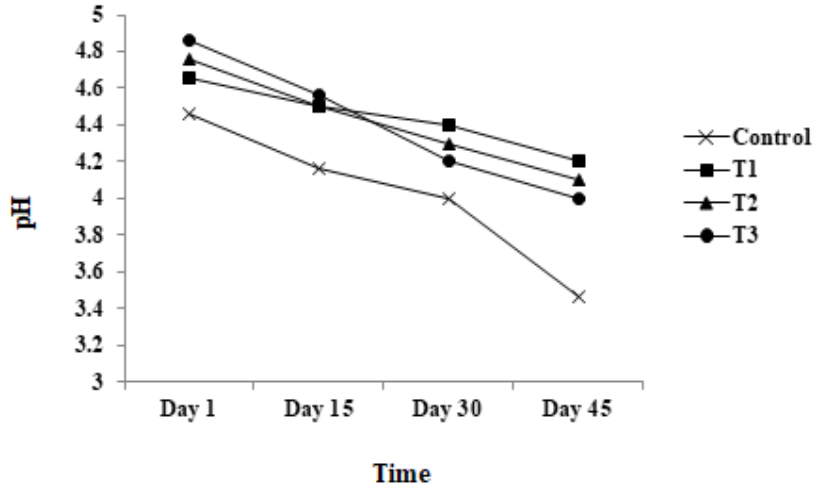
۲-۲-۱۰- تجزیه و تحلیل‌آماری

در این تحقیق تاثیر افزودن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* بر اساس طرح‌کاملا تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت.کلیه داده‌های این پژوهش، با استفاده از آزمون K- S ازنظر توزیع نرمال مورد بررسی قرارگرفت. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها به ترتیب با روشANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد توسط‌نرم‌افزارSPSS (نسخه ۱۶) انجام شد و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ انجام پذیرفت.

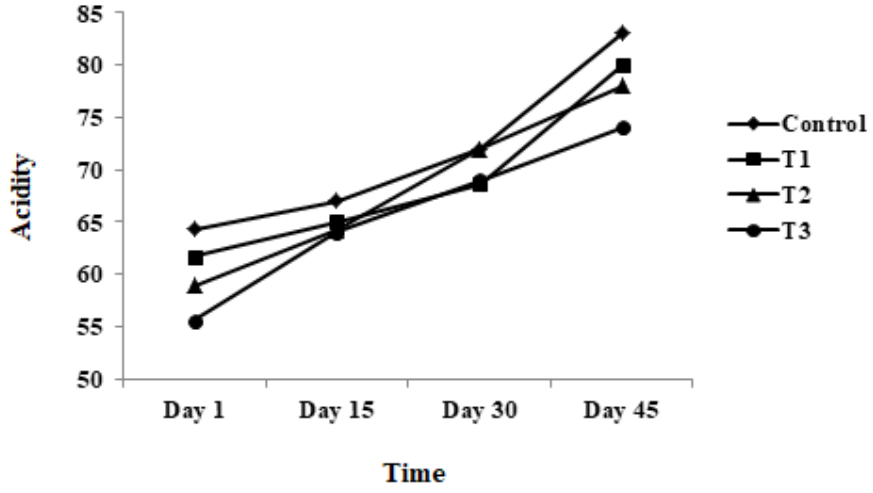
۳-نتایج و بحث

۳-۱- pH و اسیدیته

شکل۱و ۲ مقدارpH و اسیدیته نمونه‌های مختلف دوغ را در طول دوره نگهداری نشان می دهد. کاهش pH با افزایش اسیدیته در طول‌دوره‌نگهداری‌همراه‌بود.کمترین pH درروز چهل و پنجم و در نمونه شاهد و بیشترینpH در روز اول آزمون‌درتیمارسوم‌که حاوی۰/۷۵درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* بود، مشاهده گردید. pH و اسیدیته نمونه‌های دوغ به ترتیب در محدوده ۳/۴۶-۴/۸۶ و ۵۵/۶-۸۳ درجه دورنیک قرار داشتند. همچنین، حاجی غفارلو و همکاران (۲۰۱۹) محدودهpH برابر۳/۷-۳/۸۵ و اسیدیته ۷۰-۸۱ درجه دورنیک را برای دوغ سین‌بیوتیک گزارش کردند(۹). نتایج حاصل مشخص کرد افزودن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* باعث‌افزایش‌معنی‌دارpHوکاهش‌معنی‌دار اسیدیته نمونه‌های دوغ تیمار شده گردید (p<۰/۰۵). این افزایش احتمالا به دلیل حضور ترکیبات قلیایی نظیر پروتئین‌ها، pHپپتیدها و اسیدهای‌آمینه‌با pH قلیایی در جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* بوده که با یافته های مشکنانی و همکاران در سال ۱۳۹۳ در به‌کارگیری‌جلبک*اسپیرولینا*پلاتنسیس‌درتولیددوغ پروبیوتیک مطابقت داشت (۱۱). همچنین نتایج حاصل مشخص کرد pH نمونه های دوغ در طول زمان کاهش و اسیدیته افزایش معنی داری داشت (p<۰/۰۵). وجود پروتئین ها، پپتیدها، اسیدهای‌آمینه و کربوهیدرات‌ها در جلبک محرک رشد باکتری‌های پروبیوتیک در دوغ می‌باشد. این تغییرات در کاهشpH و افزایش اسیدیته در طول دوره نگهداری از تخریب لاکتوز به وسیله باکتری‌های لاکتیکی و تولید اسیدهای آلی ناشی می شود. در آغاز تخمیر باکتری‌های لاکتیکی‌باتجزیه‌لاکتوز و تولید اسید لاکتیک باعث افزایش اسیدیته و کاهش تدریجی pH می‌گردند. اما به دلیل وجود ترکیبات باخاصیت‌بافری در جلبک نظیر پروتئین ها، پپتیدها و اسیدهای آمینه این کاهش pH در نمونه های تیمار شده با جلبک در مقایسه با شاهد کندتر است.



شکل ۱- میزان pH نمونه های دوغ (شاهد(۰درصدجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_1(۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2 (۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) و T_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) در طول زمان نگهداری



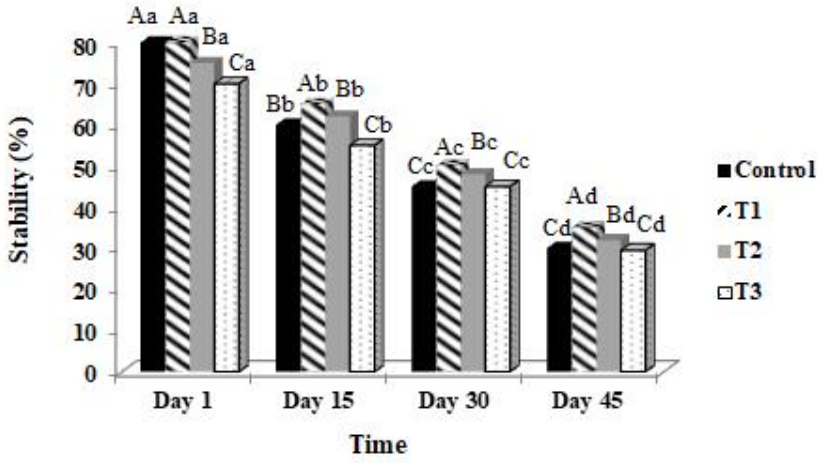
شکل ۲- میزان اسیدیته نمونه‌های دوغ (شاهد(۰ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_1 (۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2 (۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) و T_3(۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)) در طول زمان نگهداری

مشابه با تحقیق فوق، جلالوند و همکاران در سال ۱۴۰۰ در بررسی تاثیر جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر خواص دوغ پروبیوتیک کاهش pH و افزایش اسیدیته نمونه های دوغ را در طول دوره نگهداری گزارش کردند (۱۲). بر خلاف تحقیق اخیر، محمدی الستی و همکاران نیز در سال ۱۳۹۵ در بررسی تاثیر جلبک *اسپیرولین اپلاتنسیس* بر خواص ماست اسفناج پروبیوتیک افزایش معنی‌دار اسیدیته در نمونه‌های تیمار را گزارش کردند (۶).

۳-۲-پایداری دوغ

درصدپایداری‌نمونه‌های‌مختلف‌دوغ‌در طول دوره نگهداری در شکل ۳ نشان داده شده است. درصد پایداری نمونه های دوغ کاهش‌معنی‌داری‌درطول‌دوره‌نگهداری‌داشت ($p<۰/۰۵$).

پایدارترین نمونه‌های دوغ، نمونه شاهد و تیمار T_1 حاوی ۰/۲۵درصد جلبک در روز اول و ناپایدارترین نمونه دوغ تیمارT_3 حاوی ۰/۷۵درصد جلبک در روز چهل و پنجم بودند.



شکل ۳- میزان پایداری نمونه‌های دوغ (شاهد (۰ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_1 (۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2(۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) و T_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)) در طول زمان نگهداری

[a]میانگین‌ها و به دنبال آن حروف مختلف (A-B) تفاوت معنی داری ($p<۰/۰۵$) بین تیمارها را در یک زمان نشان می‌دهد.

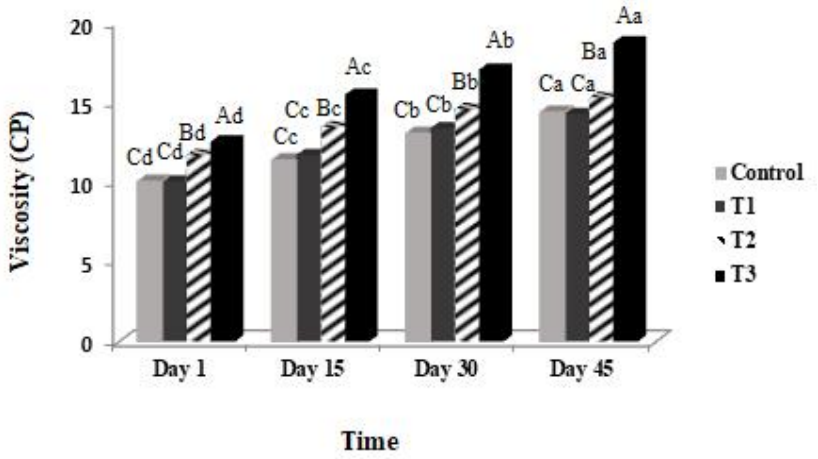
[b]میانگین‌ها و به دنبال آن حروف مختلف (a-b) تفاوت معنی داری را ($p<۰/۰۵$) در تیمار در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد.

درpH طبیعی‌شیر(حدود ۶/۶)، کازئین به فرم ریز میسل های پایدار هستند. هنگامی‌که pH به کمتر از ۵ کاهش می یابد، تجمع برگشت ناپذیر میسل‌های کازئین اتفاق می‌افتد و شبکه‌ای سه بعدی از رشته های تجمع یافته تشکیل می‌دهد. این پدیده منجر به خروج سرم از شبکه کازئینی می‌شود.در طول دوره نگهداری دوغ به دلیل کاهشpH، پروتئین دوغ به نقطه ایزوالکتریک خود رسیده و در نتیجه رسوب می‌کنند و منجر به ناپایداری و دو فاز شدن دوغ می‌شوند. به‌نظرمی‌رسدبرهمکنش‌پروتئین-پروتئین و در نتیجه پایداری نوشیدنی با اسیدیته بالا نظیر دوغ به عواملی مانندpH، غلظت کازئین، قدرت یونی، غلظت پایدار کننده و ... وابسته است (۲۲). مشابه با تحقیق فوق، شریعتی و همکاران در سال ۲۰۱۹ در بررسی تاثیر صمغ بذرشاهی و عصاره گشنیز بر خواص فیزیکوشیمیایی دوغ گزارش‌کردند میزان پایداری نمونه‌های دوغ در طول زمان کاهش می‌یابد (۲۱). اگرچه اضافه کردن ۰/۲۵درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* در تیمارT_1 اثر مثبت بر پایداری دوغ داشت، افزودن مقادیر بالاتر جلبک در افزایش پایداری دوغ موثر نبود. افزایش پایداری نمونه‌های دوغ حاوی ۰/۲۵درصد جلبک می‌تواند ناشی از حضور هیدروکلوئید آگار در این جلبک باشد. به نظرمی‌رسدهیدروکلوئیدآگار با ایجاد شبکه هیدروکلوئیدی در سیستم، سبب به دام افتادن میسل‌های کازئین در شبکه می‌شوند که این امر در دو فاز شدن کمتر و افزایش پایداری بیشتر نمونه دوغ حاوی ۰/۲۵ درصد جلبک موثر بود. در تحقیقات مشابه خانیری و همکاران در سال ۲۰۱۹ گزارش کردند نمونه‌های‌دوغ‌حاوی‌هیدروکلوئیدکربوکی‌متیل سلولز

و صمغ دانه خرنوب در مقایسه با نمونه شاهد پایدارتر هستند (۱۵).

۳-۳-ویسکوزیته

شکل۴ ویسکوزیته نمونه های مختلف دوغ را در طول دوره نگهداری‌نشان‌می‌دهد.نتایج‌حاصل‌نشان می‌دهد ویسکوزیته نمونه‌های مختلف دوغ درطول دوره نگهداری به طور معنی‌داری‌افزایش‌یافته‌است($p<۰/۰۵$).این‌افزایش‌درویسکوزیته می‌تواند مربوط به کاهش pH در طول دوره نگهداری و کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های مولدفساد وکاهش تولید آنزیم‌های‌پروتئولیتیک‌آن‌هاباشدکه‌توانایی‌هیدرولیزمیسل‌های کازئین در طول دوره نگهداری را دارند. مشابه تحقیق اخیر، کریم وهمکاران‌درسال۲۰۱۷ افزایش ویسکوزیته نمونه‌های دوغ غنی شده با هیدروکلوئید ها را در طول دوره نگهداری گزارش‌کردند(۱۴). نتایج‌شکل۴ نشان می دهد اضافه کردن جلبک‌به نمونه های دوغ سبب افزایش معنی دار ویسکوزیته نمونه های دوغ در مقایسه با نمونه شاهد می شود($p<۰/۰۵$).



شکل٤- ویسکوزیته نمونه های دوغ (شاهد(۰درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_1 (۰/۲۵درصدجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2(۰/۵درصدجلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*) وT_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) در طول زمان نگهداری

[a]میانگین‌ها و به دنبال آن حروف مختلف (A-B) تفاوت معنی داری($p<۰/۰۵$) بین تیمارها را دریک زمان نشان می‌دهد.

[b]میانگین ها و به دنبال آن حروف مختلف (a-b) تفاوت معنی داری را ($p<۰/۰۵$) در تیمار درطول دوره نگهداری نشان می‌دهد.

این‌افزایش‌درویسکوزیته‌احتمالابه دلیل توانایی هیدروکلوئید آگار موجود درجلبک*گراسیلاریاسالیکورنیا* در جذب آب، به دام انداختن‌میسل‌های کازئین، ایجاد ساختار ژلی می باشد. جلبک اسپیرولینا به دلیل ساختار پروتئینی، ایجاد تعاملات بین سلولی، افزایش جذب آب می‌تواند جریان پذیری را کاهش‌داده‌ومنجربه افزایش ویسکوزیته شود (۱۷). مشکنانی وهمکاران در سال ۱۳۹۳ افزایش این افزایش در ویسکوزیته احتمالا به دلیل توانایی‌هیدروکلوئید آگار موجود در جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*درجذب‌آب، به‌دام انداختن میسل‌های کازئین،ایجادساختارژلی‌می‌باشد.مشابها،مشکنانی‌و همکاران درسال۱۳۹۳ افزایش ویسکوزیته نمونه‌های‌دوغ را در حضور جلبک*اسپیرولینا*پلاتنسیس گزارش کردند و علت این افزایش را به ساختار پروتئینی جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس و ایجاد تعاملات بین سلولی نسبت دادند (۱۱). همچنین جلالوند و همکاران در سال ۲۰۲۲ ویسکوزیته نمونه‌های دوغ را در حضور جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس‌گزارش‌کردند و علت این‌افزایش‌را به ساختار پروتئینی جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس و ایجاد تعاملات بین سلولی نسبت دادند (۱۲).

۳-٤-خاصیت آنتی اکسیدانی

در این تحقیق‌مدل به‌دام‌اندازی رادیکال پایدارDPPH برای سنجش‌توانایی‌نمونه‌های‌مختلف در مهار رادیکال آزاد مورد استفاده قرارگرفت. رادیکالDPPHیک‌رادیکال‌آزاد پایدار با اتم نیتروژن مرکزی است که با احیا شدن و تولید مولکول پایدار DPPH-H از ارغوانی به زرد تغییر رنگ می‌دهد. جدول ۱ درصد فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های مختلف دوغ را در طول‌دوره‌نگهداری نشان می‌دهد. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار T_3 حاوی ۰/۷۵درصد جلبک و در روز اول و کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه شاهد و در روز۴۵آزمون‌مشاهده‌گردید.درصدفعالیت‌آنتی اکسیدانی نمونه‌های دوغ در محدوده ۵-۹۰/۲۳ درصدگزارش گردید. نتایج حاصل نشان می‌دهد که افزودن جلبک *گراسیلاریا اسالیکورنیا*به نمونه های دوغ، میزان مهار رادیکال DPPH و در نتیجه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها را به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌دهد ($p<۰/۰۵$). به نظر می‌رسد وجود ترکیبات فیتوشیمیایی نظیر پلی فنول‌ها در جلبک و متابولیت‌های حاصل از فعالیت باکتری‌ها سبب افزایش‌فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های تیمار شده گردیده است. بخش اعظم‌آنتی‌اکسیدان‌های جلبک *گراسیلاریا*را فلاونوئیدها تشکیل می‌دهند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی‌آن‌ها به اثبات رسیده است. مکانیسم عمل فلاونوئیدها برای بروز فعالیت آنتی اکسیدانی جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد نظیر رادیکال های هیدروکسیل، پراکسید و سوپراکسید می باشد. علاوه بر این توانایی به دام‌انداختن اکسیژن منفرد را نیز دارند (۷، ۱۴). مشابها، رمدانی و همکاران در سال ۲۰۱۷ در بررسی‌فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی‌وترکیبات‌فنلی‌جلبک *گراسیلاریا* حضورمیزان‌بالایی‌ازترکیبات‌فنلی‌وفعالیت‌مناسب‌آنتی‌اکسیدانی را در این جلبک گزارش کردند (۲۰).

جدول۱- نتایج درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های دوغ درطول زمان نگهداری (mg/g)

		روز اول	روز پانزدهم	روز سی ام	روز چهل و پنجم
	شاهد	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۳ ^{Ca}	۸/٦٦ ± ۰/۰۲ ^{Cab}	٦/۵۰ ± ۰/۰۲ ^{Cbc}	۵/۰۰ ± ۰/۰۵ ^{Ccd}
نمونه ها	T_1	۸۰/۳۳± ۰/۰۱ ^{BCa}	۷٤/۵۰± ۰.۰3 ^{BCab}	۷۰/۲۰± ۰.۰5 ^{BCbc}	٦۵/۳۳ ± ۰/۰۳ ^{BCcd}
	T_2	۸۵/۰۰ ± ۰/۰۲ ^{ABa}	۸۰/۹۰± ۰.۰2 ^{ABab}	۷٦/۰۰± ۰/۰۲ ^{ABbc}	٦۹/۰۰ ± ۰/۰۲ ^{ABcd}
	T_3	۹۰.۲۳ ± ۰/۰۳ ^{Aba}	۸٤/۰۰± ۰.۰۵ ^{Aab}	۸۰/۷۲± ۰/۰٦ ^{Abc}	٤/٦٦ ± ۰/۰٤ ^{Ac}

* نمونه‌ها شامل (شاهد (۰ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_1 (۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2 (۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) و T_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) درطول زمان نگهداری

[a]میانگین ها و به دنبال آن حروف مختلف (A-B) تفاوت معنی داری ($p<۰/۰۵$) بین تیمارها رادر یک زمان نشان می‌دهد.

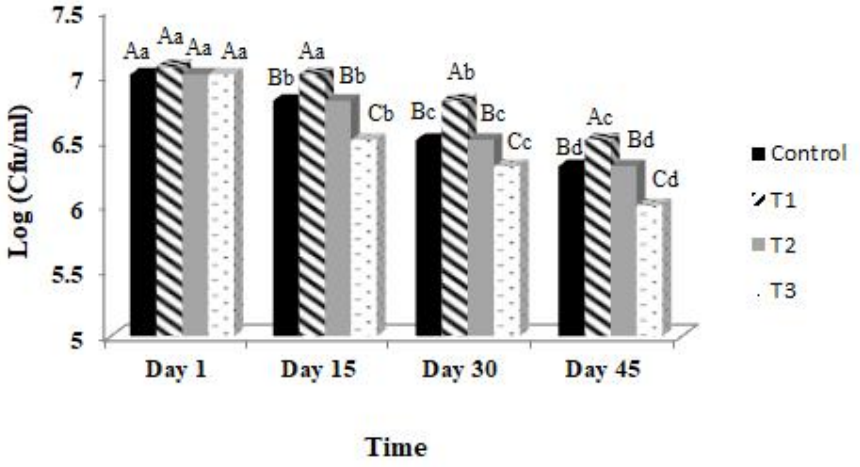
[b]میانگین ها وبه دنبال آن حروف مختلف (a-b) تفاوت معنی داری را ($p<۰/۰۵$) درتیماردرطول دوره نگهداری نشان می‌دهد.

نتایج حاصل نشان می‌دهد درصد فعالیت آنتی اکسیدانی در طول زمان نگهداری‌نمونه‌های دوغ‌کاهش معنی‌داری داشته است($p<۰/۰۵$).احتمالاافزایش‌تخریب‌ترکیبات‌فنلی‌نمونه‌های دوغ ویا افزایش برهمکنش‌بین پروتئین‌های شیروپلی‌فنول‌ها علت‌کاهش‌درصدفعالیت‌آنتی‌اکسیدانی‌درطول‌دوره نگهداری در یخچال می‌باشد. مشابها، وحید مقدم و همکاران در سال ۱۳۹۶دربررسی‌فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی مرزنگوش در ماست پروبیوتیک کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی را در نمونه‌های‌ماست‌درطول زمان نگهداری گزارش‌کردند (۲۴).

۳-۵- زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی*

شکل ۵ تغییرات زنده مانی باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* در نمونه‌های دوغ را در طول نگهداری نشان می‌دهد. تعداد

باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* در طول ۴۵ روز نگهداری به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$). بیشترین تعداد *لاکتوباسیلوس کازئی*در نمونه T_1 حاوی ۰/۲۵درصد جلبک وکمترین تعداد در نمونه T_3 حاوی ۰/۷۵درصد جلبک مشاهده گردید. درمحصولات لبنی فاکتورهای ضد میکروبی نظیرpH پایین، اسیدهای‌آلی، پتانسیل اکسیداسیون-احیا بالا، پراکسید هیدروژن، اکسیژن مولکولی، رقابت باکتریایی و تغییرات دمایی در طول ذخیره سازی سبب‌کاهش زنده مانی باکتری‌های لاکتیکی‌در طول‌دوره ذخیره‌سازی می شود(۵، ۲۲).



شکل۵- زنده مانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی در نمونه های دوغ (شاهد(۰درصدجلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*)، T_1(۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2 (۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) و T_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) در طول زمان نگهداری

[a]میانگین ها و به دنبال آن حروف مختلف (A-B) تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهاردریک زمان نشان می‌دهد.

[b]میانگین ها وبه دنبال آن حروف مختلف (a-b) تفاوت معنی‌داری را ($p<۰/۰۵$) در تیمار درطول دوره نگهداری نشان می‌دهد.

جلالوندوهمکاران‌درسال ۱۴۰۰نیز کاهش‌معنی‌داربا‌کتری‌های پروبیوتیکی را در نمونه‌های دوغ در طول دوره نگهداری گزارش کردند(۱۲). نتایج‌حاصل‌نشان می‌دهد حضور جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*درغلظت ۰/۲۵درصد سبب افزایش بقا باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* شده اما غلظت‌های بالاتر تاثیر مثبتی‌بررشدو بقا باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* نداشته است. به نظر می رسد جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* به دلیل داشتن موادمغذی نظیر کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی تاثیر مثبتی بر قابلیت زیستی باکتری‌های پروبیوتیک دارد (۱۲). مشابها مزینانی و همکاران در سال ۱۳۹۳ در بررسی قابلیت زیستی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در پنیر فراپالایش سین بیوتیک تاثیر مثبت جلبک *اسپرولینا* را بر افزایش بقا باکتری های پروبیوتیک گزارش کردند (۱۶).

۳-۶- ارزیابی رنگ

شاخص‌های رنگی روشنایی (L^*)، قرمزی-سبزی(a^*) و زردی-آبی(b^*) نمونه های دوغ در جدول ۲ نشان داده شده است. اضافه‌کردن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*به نمونه های دوغ سبب‌کاهش شاخص L^* نمونه های دوغ می‌شود. نتایج حاصل‌نشان‌می‌دهداضافه‌کردن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* تا ۰/۲۵درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص L^* نمونه های دوغ ندارد اما غلظت های بالاترجلبک باعث کاهش معنی دار شاخص L^* نمونه‌های دوغ می‌شود($p<۰/۰۵$). علت این کاهش روشنایی و شفافیت در غلظت‌های بالاتر حضور ترکیبات رنگی در جلبک است که سبب کاهش روشنایی و شفافیت‌نمونه‌های‌دوغ‌می‌شود. به‌علاوه‌شاخص L^* نمونه های دوغ در طول ۴۵ روز نگهداری کاهش معنی‌داری داشت

(p<۰/۰۵)که‌نشان‌دهنده‌کاهش‌روشنایی‌وشفافیت نمونه های دوغ در طول دوره نگهداری است. به نظر می رسد علت این تغییرات درساختار پروتئین‌ها در نمونه‌های دوغ ناشی از کاهش pH و افزایش اسیدیته و تغییرات در ترکیبات رنگی جلبک در طول زمان است (۲). این نتایج با گزارش هانگ و همکاران در سال ۲۰۲۰ مطابقت دارد که نشان دادند شاخص L^* در نمونه‌های ماست در حضور عصاره پاپریکا کاهش‌می‌یابدکه‌ناشی از مهاجرت ترکیبات رنگی از پاپریکا به ماست است (۱۰). همچنین اردلانیان و همکاران در سال ۲۰۱۸ کاهش شاخص L^* نمونه های دوغ غنی شده با عصاره جینسینگ را در طول زمان نگهداری گزارش کردند(۲). اضافه‌کردن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*سبب افزایش معنی دار شاخص a^* که شاخصی منفی است می شود (p<۰/۰۵). به نظر می‌رسد افزایش در رنگ قرمز ناشی از ترکیبات رنگی قرمز در جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* اضافه شده به نمونه دوغ است. در طول دوره ذخیره سازی، شاخص a^* روند کاهشی داشت که می‌تواند به دلیل تجزیه ترکیبات رنگی قرمز و اکسیداسیون رنگدانه ها در نمونه‌های دوغ ناشی از کاهش‌فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی‌باشد.درکلیه روزهای نگهداری، نمونه‌های غنی شده با ۰/۷۵درصد

جدول ۲- نتایج تغییرات شاخص‌های رنگی نمونه‌های مختلف دوغ در طول زمان نگهداری

	تیمارها	روز اول	روز پانزدهم	روزسی ام	روز چهل و پنجم
	شاهد	۸۵/۶۸± ۰/۰۳ ^{Aa}	۸۵/۰۳ ± ۰/۰۵ ^{Aa}	۸۲/۰۰± ۰/۰۲ ^{Ab}	۸۰/۰۰± ۰/۰۸ ^{Ac}
L*	**T_1**	۸۵/۵۳± ۰/۰۱ ^{Aa}	۸۵/۳۰ ± ۰/۰۲ ^{Aa}	۸۳/۷۰± ۰/۰۵ ^{Aab}	۸۲/۰۰± ۰/۱ ^{Ab}
	T_2	۸۳/۰۰ ± ۰/۰٤ ^{Ba}	۸۱/۰۰ ± ۰/۰۱ ^{Bab}	۷۹/۰۰± ۰/۰٦ ^{Bab}	۷۷/۰۰± ۰/۲ ^{Bb}
	T_3	۸۱/۰۰ ± ۰/۰٤ ^{Ba}	۷۹/۰۰ ± ۰/۰۱ ^{Bab}	۷۸/۰۰± ۰/۰٦ ^{Bab}	۷۵/۰۰± ۰/۰۲ ^{Bb}
	شاهد	−۱/۹۸ ± ۰/۱ ^{Da}	−۲/۰۰± ۰/۰۲ ^{Dab}	−۲/۱۰ ± ۰/۰۲ ^{Dbc}	−۲/۲۰ ± ۰/۰٤ ^{Dc}
a*	**T_1**	۲/٤۵ ± ۰/۱ ^{Ca}	۲/۳۳± ۰/۰۲ ^{Cb}	۲/۱۲± ۰/۰۲ ^{Cc}	۲/۰۰± ۰/۰٤ ^{Cd}
	T_2	۲/۷۸ ± ۰/۲ ^{Ba}	۲/٦۵± ۰/۰۵ ^{Bb}	۲/٤۵ ± ۰/۰٤ ^{Bc}	۲/۳۳ ± ۰/۰۳ ^{Bd}
	T_3	۲/۹۸ ± ۰/۰۷ ^{Aa}	۲/۷٦± ۰/۰۵ ^{Ab}	۲/٦۵ ± ۰/۰۲ ^{Ac}	۲/٤٤ ± ۰/۰٤ ^{Ad}
	شاهد	۲۳/۰۳ ± ۰/۱۲ ^{Ac}	۲٤/۳۳ ± ۰/۰٦ ^{Ab}	۲۵/۵٦ ± ۰/۰۹ ^{Ab}	۲۷/۸۰ ± ۰/۱۳ ^{Aa}
b*	**T_1**	۲۲/۰٦ ± ۰/۰۷ ^{ABc}	۲۳/۲٦ ± ۰/۱۱ ^{ABb}	۲٤/۲٦ ± ۰/۰۵ ^{ABab}	۲۵/۳۳ ± ۰/۱٦ ^{ABa}
	T_2	۲۱/۰۰ ± ۰/۰۸ ^{ABb}	۲۱/٤٦ ± ۰/۰۷ ^{ABb}	۲۲/۰۰ ± ۰/۰٦ ^{Bab}	۲۲/٦۰ ± ۰/۱۱ ^{Ba}
	T_3	۲۰/۰۰ ± ۰/۰۸ ^{Bc}	۲۱/۰۰ ± ۰/۰۷ ^{ABb}	۲۱/٤۳ ± ۰/۰٦ ^{Bab}	۲۲/۰۰ ± ۰/۰۹ ^{Ba}

* نمونه ها شامل شاهد (۰ درصدجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)،T_1 (۰/۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)،T_2 (۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) وT_3 (۰/۷۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) در طول زمان نگهداری

[a] میانگین ها و به دنبال آن حروف مختلف (A-B) تفاوت معنی داری (p<۰/۰۵) بین تیمارها را در یک زمان نشان می‌دهد.

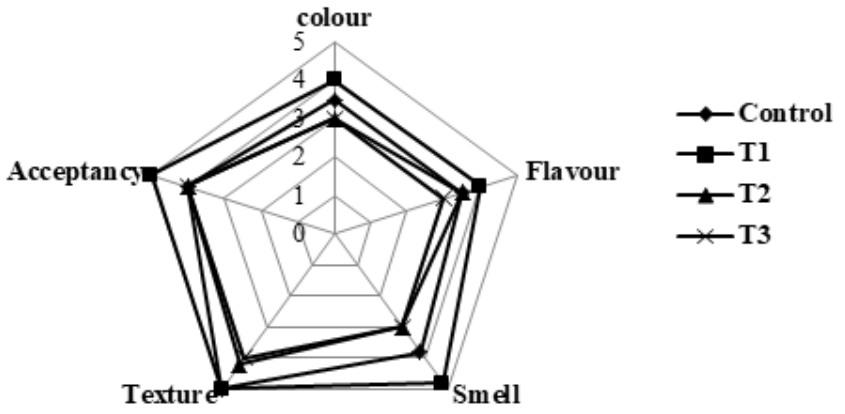
[b] میانگین ها و به دنبال آن حروف مختلف (a-b) تفاوت معنی داری را (p<۰/۰۵) درتیمار درطول دوره نگهداری نشان می‌دهد.

جلبک(T_3) بیشترین‌شاخص a^* و نمونه‌های شاهد کمترین شاخص a^* را داشتند. نتایج حاصل نشان می‌دهد اضافه کردن جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* سبب کاهش معنی‌دار شاخص b^* که معرف رنگ زرد است می‌شود (p<۰/۰۵). به نظر می‌رسد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*حاوی ترکیباتی است که درکاهش‌رنگ زرد وافزایش‌رنگ‌آبی موثر هستند. همچنین ذخیره سازی نمونه های دوغ در سرما سبب افزایش معنی‌دار شاخص b^* در نمونه های دوغ می‌شود که ناشی از تخریب‌ترکیبات‌رنگی مولد رنگ آبی در طول ذخیره سازی در نمونه‌های دوغ است. نتایج این تحقیق با گزارش دیمترلو

و همکاران در سال ۲۰۲۰ در غنی سازی ماست با آب انگور و بری که کاهش شاخص b^* را در نمونه‌های ماست غنی شده گزارش کردند مطابقت داشت (۴).

۳-۷- ارزیابی حسی

ازکلیدی‌ترین عوامل پذیرش و استقبال مصرف کنندگان از شیرو فرآورده‌های شیری خصوصیات حسی این محصولات می‌باشد(۲۲).نمودار۷تغییرات‌درخصوصیات‌حسی‌نمونه‌های دوغ غنی‌شده با جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*را در روز ۴۵ دوره‌نگهداری‌نشان‌می‌دهد. نتایج‌داده های حاصل از ارزیابی پنلیست ها نشان داد از نقطه نظر فاکتورهای رنگ، طعم، بو، بافت، و پذیرش کلی‌با استفاده ازآزمون‌خی‌دو،بین‌تیمارهای مورد آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). طبق نمودار۶تیمارT_1که‌تنهاحاوی۰/۲۵درصدجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* بود از مقبولیت بالاتری از نظر طعم در بین سایر تیمارها برخوردار بود. به نظر می رسد اسیدیته کمتر و pH بیشتردرنمونه‌های‌تیماردرحضورجلبک*گراسیلاریا سالیکورنیا* دلیل‌افزایش‌امتیازطعم‌درنمونه‌های تیمار باشد. از نظر پارامتر رنگ‌تیمارT_1و در ادامه نمونه شاهد امتیاز بالاتری درمقایسه باتیمارT_2وT_3برخوردار‌بودند.درارزیابی‌پارامتر بو نیز تیمار T_1که‌تنهاحاوی۰/۲۵درصدجلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا* بود که ازمقبولیت بالاتری برخوردار بود. در حالیکه نمونه شاهد و تیمارT_1 بالاترین امتیاز بافت را به خود اختصاص دادند تیمار T_3 کمترین امتیاز بافت را دارا بود. نتایج حاصل نشان می‌دهد با افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های تیمارشده با جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* مقبولیت نمونه ها از نظر بافت از نظر ارزیاب‌ها کاهش یافته است. ارزیابی پذیرش کلی مشخص کرد از نظرارزیاب‌ها تیمارT_1در بین تیمارهای مورد آزمون بیشترین مقبولیت را دارا بود. به نظر می‌رسد کاهش رسوب در تیمار اول و ویسکوزیته پایین‌تر آن در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش امتیاز پذیرش‌کلی تیمار اول از نظر ارزیاب‌ها تاثیر گذار بوده است. مشکانی و همکاران در سال ۱۳۹۳ در بررسی تاثیر افزودن جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر خصوصیات‌حسی دوغ کربوکسی گزارش‌کردند درصد پایین‌تر جلبک پذیرش حسی بهتری دارد که با نتایج حاصل ازاین‌پژوهش‌مطابقت‌دارد(۱۱). مشابها، سانگ و همکارانش درسال ۲۰۰۵ باارزیابی‌حسی‌ماست‌حاوی‌درصدهای متفاوت کلرلابیان کردند درصد پایین‌ترجلبک در افزایش مقبولیت نمونه‌ها در ارزیابی حسی تاثیرگذار است (۲۳).



شکل٦- ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف دوغ (شاهد (۰ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)،T_1(۰/ ۲۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*)، T_2(۰/۵ درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) وT_3 (۰/۷۵درصد جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*) در طول زمان نگهداری

٤-نتیجه‌گیری

دراین مطالعه، افزودن جلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*در ۰/۲۵ درصد سبب افزایش معنی‌دار زنده مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی*در طول دوره نگهداری شد. نمونه‌های دوغبا۰/۲۵درصدجلبک *گراسیلاریاسالیکورنیا*حاوی بیشترین تعداد باکتری پروبیوتیک، بالاترین‌امتیاز پذیرش‌کلی از نظر ارزیاب‌ها بوده و باکتری‌های پروبیوتیک بالاترین زنده مانی را در این نمونه در طول دوره نگهداری داشتند (۴۵ روز). این‌نشان‌دهنده‌پتانسیل‌مناسب‌این‌جلبک‌برای‌تولید محصولات پروبیوتیک‌است.ویسکوزیته‌نمونه‌های دوغ با افزایش غلظت جلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*افزایش یافت. نمونه‌های دوغ با۰/۲۵درصدجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* بیشترین پایداری را در بین‌نمونه‌های مختلف دوغ نشان دادند و در این غلظت فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز به صورت معنی‌داری افزایش یافته بود. با توجه به افزایش معنی‌دار پایداری در تیمار T_1 و در حضورجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا*، ویسکوزیته و خاصیت آنتی‌اکسیدانی‌بالاتر و بقای بیشتر باکتری پروبیوتیک و امتیاز بالای این نمونه در ارزیابی حسی، تیمار اول به‌عنوان بهترین نمونه‌جهت‌تولیددوغ‌پروبیوتیک‌غنی‌شده‌باجلبک *گراسیلاریا سالیکورنیا* در مقیاس صنعتی معرفی شد.

٥-منابع

1. Alasti F, Fadai Noghani V, Khosravi Darani K. 2016.Investigating the physicochemical, microbial and sensory properties of probiotic buttermilk containing watercress gum and Spirulina platensis algae. *Journal of Innovation in Food Science and Technology. 2016;* 26: 127-143.

2.Ardalanian F, Fadaei V. Production of Probiotic Doogh Enriched with Red Ginseng Extract. *Journal of AgriculturalScience and Technology.2018;* 20: 277-287.

3. Colombo M, Oliveira A. M, Carvalho A. F, Nero L. A. 2014. Development of an alternative culture medium for the selective enumeration of *Lactobacillus casei* in fermented milk. *Food microbiology*. 2014; 39: 89-95.

4. Dimitrellou D, Solomakou N, Kokkinomagoulos E, Kandylis P. Yogurts supplemented with Juices from Grapes and Berries. *Foods*. 2020; 9(9): 1158.

5. Ehsani A, Mahmoodi R, Tokmeh chi A. and Pashoohi M. R. Iranian white cheese as a carrier of probiotic bacteria. *Journal of Food Science and Industry*. 2011; 8(31): 77-83.

6. El-Said M. M, Haggag H. F, El-Din H. M. F, Gad A. S, Farahat A. M. Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts. *Annals of Agricultural Science*. 2014; 59: 207-212.

7. Ghannadi A, Shabani L, Yegdaneh A. Cytotoxic, antioxidant and phytochemical analysis of *Gracilaria* species from Persian Gulf. *Advanced Biomedical Research. 2016;* 5: 139.

8. Guldas M, Irkin R. Influence of*Spirulina plantensisi* powder on the microflora ofyoghurt and acidophilus milk. *Original ScientificPaper*. 2010; 237-243.

9. Haji Ghafarloo M, Jouki M, Tabari M. Production and characterization of synbiotic Doogh, a yogurt based Iranian drink by gum arabic, ginger extract and *B. bifidum.Journal of Food Science and Technology*. 2019; 57: 1158–1166.

10. Hong H, Son Y. J, Kwon S. H, Kim S. K. Biochemical and antioxidant activity of yogurt supplemented with paprika juice of different colors. *Food Science of Animal Resources. 2020;* 40(4): 613-627.

11. Islami Meshkenani A, Fadai Noghani V, Khosravi Darani K, Mazinani S. Investigating the effect of adding microalgae powder on some physicochemical and sensory properties of probiotic buttermilk containing mint powder. *New Food Technologies Quarterly*. 2014; 2(6): 59-70.

12. Jalalvand P, Lavasani A. S, Evazzadeh A. Investigating the physicochemical, microbial and sensory properties of probiotic buttermilk containing watercress gum and Spirulina platensis algae. *Journal of Innovation in Food Science and Technology. 2022;* 14: 133-146.

13. Jokar S, Yazdan panah S. Investigating the profile of free fatty acids and the stability of ultra-beneficial *Doogh* produced using microbial trans-glutaminase and lipase. *Journal of Food Sciences and Industries. 2008;* 97: 63-76.

14. Karim M, Alimi M, Shokoohi S, Fazeli F. 2017. Effect of long-chain inulin and modified starch on the physicochemical and rheological

with *Lactobacillus plantarum* LS5, cress seed gum, and coriander leaves extract. *Food Science and Nutrition*. 2019; 8: 894-902.
22. Soltani Arabshahi S, Sedaghati M, Production of synbiotic Doogh enriched with Plantago psyllium mucilage. *Journal of Food Science and Technology. 2020;*1-8.
23. Sung Y. I, Cho J. R, Soon O. N, Kim C. K, Jin L. M. Preparation and quality characteristics of crud yogurt added with chlorella. *Applied Bioligical Chemistry*. 2004; 48(1): 60-64.
24. Vahidi Moghadam F, Mortazavi S. A, Ghale Musiani Z. Investigating the antioxidant activity of marjoram extract and its effect on the survival of *Lactobacillus plantarum* subspecies plantarum in low-fat probiotic yogurt.*Innovation magazine in food science and technology. 2017;* 10: 85-95.
25. Ziaolhagh S. H, Jalali H. Physicochemical properties and survivability of probiotics in bio-Doogh containing wild thyme essence and xanthan gum. *International Food Research Journal*. 2017; 24:1805– 1810.
properties of *Doogh* (Iranian yoghurt drink). *ActaAliment*. 2017*;* 46: 51-60.
15. Khanniri E, Yousefi M, Khorshidian N, Sohrabvandi S, Mortazavian A. M. Development of an efficient stabiliser mixture for physical stability of nonfat unfizzy Doogh. *International Journal of Dairy Technology*. 2019; 72: 8-14.
16. Mazinani S, Fadaei V, Khosravi-Darani K. Influence of *Spirulina platensis* powder on viability of *Lactococcus* strains in probiotic UF feta cheese containing *Mentha longifolia L. International Journal* of *Biology* and *Biotechnology*. 2013; 10 (3): 475-478.
17. Mehta G. K, Meena R, Prasad K, Ganesan M, Siddhanta A. K. Preparation of galactans from Gracilaria debilis and Gracilaria salicornia (Gracilariales, Rhodophyta) of Indian waters. *Journal of Applied Phycology*. 2010; 22: 623–627.
18. Molnar N, Sipos-Kozma Z. S, Toth A, Asvanyi B, Varga L. Development of a functional dairy food enriched with Spirulina (Arthrospira platensis). *Tejgazdasag*. 2009; 69(2): 15–22.
19. Narayana R, Kale A. Functional probiotic yoghurt with Spirulina. *Asian Journal* of *Dairy* and *Food Research*. 2013; 38(4): 311-314.
20. Ramdani M, Elasri O, Saidi N, Elkhiati N, Taybi F. A, Mostareh M, Zaraali O, Haloui B, Ramdani M. Evaluation of antioxidant activity and total phenol content of Gracilaria bursa-pastoris harvested in Nador lagoon for an enhanced economic valorization. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2017; 4: 28.
21. Shariati Z, Jouki M, Rafiei F. Flavored functional drinking yogurt (Doogh)formulated

(Original Research Paper)

Investigating the Physicochemical, Microbial and Sensory Properties of Probiotic Doogh Containing *Grassillaria salicornia* Algae

Anita Naeimi[1], Marjaneh Sedaghati[2]*, Nargess Mooraki[3]

1-MS.c Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3-Associate Professor, Department of Fisheries Science, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received:03/09/2022 Accepted:22/11/2022

DOI: 10.30495/jfst.2022.1966938.1819

Abstract

With the increasing awareness of consumers about the nutritional effects of algae, the enrichment of dairy products with different types of algae has been increased. In this research, the effect of adding *Gracilaria salicornia* algae (0, 0/25%, 0/5% and 0/75% on the physicochemical, microbial and sensory properties of probiotic Dooghwas investigated. The results showed that the addition of the *Gracilaria salicornia* algae increased the pH and decreased the acidity of Dooghsamples significantly ($p<0/05$). The maximum stability of Dooghsamples was observed in the control sample and T_1 which contained 0.25% algae, while the stability of Dooghsamples decreased with increase in the algae concentration. The results revealedthat in all samples, viscosity increased significantly with increasing algae concentration ($p<0/05$). Although the addition of *Gracilaria salicornia* algae significantly increased the DPPH radical inhibition rate of the treatment samples compared to the control sample, the antioxidant property decreased significantly during storage ($p<0/05$). Also, the presence of *Gracilaria salicornia* algae in concentration of 0/25% increased the survival of *Lactobacillus casei* bacteria, but higher concentrations did not have a positive effect on the growth and survival of probiotic bacteria. In the sensory evaluation, it was found that, the T_1 treatment was the most acceptable one among the tested samples. It seems that the reduction of sediment in the T_1sample and its lower viscosity compared to other treatments have been effective in increasing its acceptability. The results showed that by adding 0/25%*Gracilaria salicornia* algae to probiotic buttermilk, the desired physicochemical, microbial and sensory characteristics can be achieved.

Keywords: Algae, Doogh, *Grassillaria Salicornia*,Lactobacillus, Probiotic.

*Corresponding Author: m.sedaghati@iau-tnb.ac.ir