



## ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی سه نوع ماست پروبیوتیک کم چرب فراسودمند

انیس سادات جعفری<sup>۱</sup>، مهسا تبری<sup>۲\*</sup>، مژگان امتیازجو<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

۳- دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵

کلمات کلیدی:

ماست پروبیوتیک کم چرب، اسانس، خاصیت آنتی اکسیدانی، فراسودمند.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.117

\* مسئول مکاتبات:

tabari@liau.ac.ir

ماست یکی از محبوبترین فرآورده های لبنی است که در سراسر دنیا به طور وسیعی مصرف می شود که با توجه به بالا بودن ارزش تغذیه ای و اهمیت اقتصادی مورد توجه فراوانی قرار گرفته است. از این رو در این تحقیق سعی شد با در نظر گرفتن شاخص های کیفی مختلف، در زمینه بهبود خصوصیات تغذیه ای ماست و تولید محصولی با کیفیت مطلوب و یکنواخت، از طریق افزودن اسانس در کنترل اسیدیته، جلوگیری و پوشاندن ترشی در طول زمان همچنین خواص آنتی اکسیدانی دست یابیم. در این مطالعه پس از تهیه و آماده سازی ماست های پروبیوتیک حاوی اسانس زعفران، آویشن و زیره سیاه در چهار سطح (۰، ۰/۵، ۱ و ۲  $\mu\text{l/ml}$ )، ویژگی های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، رنگ، آب اندازی و ویسکوزیته) و خصوصیات حسی در قالب کاملاً تصادفی در سه تکرار در طی ۲۱ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی های حاصل از این پژوهش نشان دهنده تاثیر معنی دار متغیرهای مستقل و همچنین تاثیر سینرژیستی آنها در سطح ۰/۵ درصد بر ویژگی های ماست گردید. شرایط عملیاتی بهینه بر اساس نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد که افزایش غلظت اسانس باعث افزایش خواص آنتی اکسیدانی می شود و طی زمان نگهداری به تدریج خاصیت آنتی اکسیدانی به طرز معناداری کاهش یافت. در بررسی پارامترهای رنگی مشاهده گردید که میزان روشنایی با افزایش غلظت اسانس کاهش یافت به طوری که نمونه شاهد شاخص  $L^*$  بالاتری را دارا بود همچنین شاخص  $a^*$  و  $b^*$  با افزایش غلظت اسانس افزایش یافت. افزایش شاخص  $b^*$  به دلیل حضور رنگدانه های کارتنوئید در اسانس زعفران بیشتر بود. تغییرات pH تیمارهای ماست کاملاً متأثر از رشد میکروبی در تیمارها بود به گونه ای که به شکل معناداری باعث کاهش و در مقابل افزایش اسیدیته در بازه ی زمانی ۲۱ روزه شد ( $p \leq 0/05$ ). غنی سازی ماست پروبیوتیک فرموله شده با اسانس می تواند گزینه مناسب در بهبود خواص عملکردی محصول نهایی و بالا بردن خواص آنتی اکسیدانی آن باشد.

## ۱- مقدمه

امروزه شیر و فرآورده‌های آن یکی از ارکان اصلی رژیم غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهند. از میان فرآورده‌های متعددی که از تخمیر شیر در سطح محلی و منطقه‌ای در نقاط مختلف جهان تولید می‌گردند، ماست تنها فرآورده‌ای است که به سراسر جهان راه یافته است. رواج این محصول ناشی از عوامل متعددی از قبیل عطر و طعم مطبوع ماست معمولی، شهرت آن به داشتن اثرات درمانی و احتمالاً مهمترین آن‌ها قوام زیاد و خامه‌گونه آن است [۱]. بنابراین واضح است که ماست نقش مهمی را در رژیم غذایی این کشورها ایفا می‌کند. ماست نه فقط برای ایجاد نشاط و شادابی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه جزء اصلی در تهیه بسیاری از غذاها مثل سالادها، سوپ‌ها و همچنین غذاهای سستی است. از طرفی غذاهای فراسودمند موضوع روز مورد توجه در جهان و یکی از رو به رشدترین گروه‌های مواد غذایی به شمار می‌آیند. غذاهای فراسودمند افزون بر ارزش تغذیه‌ای پایه، دست کم دارای یک خاصیت مشخص و به اثبات رسیده ارتقا سلامت، پیشگیری کننده و یا کاهش دهنده بیماری هستند و شامل مجموعه متنوعی مانند غذاهای فرمول بندی شده کودکان، مکمل‌های غذایی، غذاهای غنی شده با ویتامین‌ها و مواد معدنی، پروبیوتیک‌ها و غذاهای حاوی مواد موثر نظیر فیبر، آنتی‌اکسیدان‌ها، پروتئین سویا، اسیدهای چرب ضروری می‌باشند. ویتامین‌ها و مواد معدنی ترکیبات مهم غذایی هستند [۲]. ضمن آنکه آنتی‌اکسیدان‌ها، فیبر و فیتواسترول‌ها با مزایای سلامتی مانند پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان‌های خاص مرتبط هستند. با توجه به افزایش موارد مقاومت دارویی در میکروارگانیسم‌ها، راه‌حل مناسب در این موضوع جایگزین کردن موادی با عملکرد مناسب و متفاوت علیه میکروب‌ها می‌باشد. از جمله این مواد دارویی که می‌تواند مورد مصرف انسان قرار گیرد و دارای حداقل اثر جانبی باشند، اسانس‌های گیاهی می‌باشند. به صورت کلی اسانس‌ها ترکیب‌های روغنی معطر هستند که از اندام‌های مختلف گیاهان معطر به دست آمده و به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان طعم‌دهنده غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. متابولیت‌های ثانویه گیاهی مانند اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی از نظر اثر ضد میکروبی مورد بررسی

قرار گرفته‌اند و مشخص شده است که اغلب اسانس‌های گیاهی استخراج شده از گیاهان دارای خواص حشره‌کشی، ضد قارچی، ضد انگل، ضد باکتری، ضد ویروس، آنتی‌اکسیدانی و سیتوتوکسیک می‌باشد [۳، ۴].

گیاه زعفران با نام علمی *Crocus sativus L.* از خانواده *Iridaceae*، گیاهی است علفی، بدون ساقه و پایا که در اسپانیا، فرانسه، یونان و به‌طور وسیعی در نواحی مرکزی و شرق ایران پرورش داده می‌شود مهم‌ترین ترکیبات موجود در کلاله گیاه زعفران شامل کاروتنوئیدها (مانند کروستین، کروستین، آلفاکاروتن، لیکوپن)، آلدئیدهای مونوترپن (مانند پیکروکروسین)، مونوترپنوئیدها (مانند کروکوسانتین‌ها)، ایزوفرون‌ها و فلاونوئیدها. کاروتنوئیدها مانند کروستین و کروستین عمده‌ترین ترکیبات ایجادکننده رنگ در زعفران می‌باشند و آلدئیدهای مونوترپن عامل طعم تلخ و مولد بوی زعفران می‌باشند. علاوه بر کاربرد زعفران به‌عنوان اسانس در صنایع مختلف، زعفران دارای خواص و کاربردهای دارویی و درمانی متعددی می‌باشد [۵].

آویشن، متعلق به تیره نعناعیان (*Labiatae* یا *Lamiaceae*) است. این جنس که دارای حدود ۲۱۵ گونه است، منشأ اکثر گونه‌های نواحی مدیترانه به شمار می‌آید و در ترکیه دارای ۳۷ گونه، شوروی سابق ۳۶ گونه، محدوده فلور ایرانیکا ۱۷ گونه و در ایران ۱۴ گونه است. در ایران، بیشتر گونه‌ها در شمال و غرب پراکنده‌اند [۶]. مقدار اسانس در شرایط اقلیمی مختلف، متفاوت و بین ۱ تا ۲/۵ درصد است. در اندام‌های رویشی آویشن، به‌جز اسانس، ترکیب‌هایی مانند فنول، تانن، فلاونوئید، ساپونین و مواد تلخ نیز وجود دارد. در تجزیه شیمیایی اسانس آویشن ترکیبات مختلف فنولی، هیدروکربن‌های مونوترپنی و الکل‌ها وجود دارد اما اثر ضد میکروبی آن بیشتر به تیمول<sup>۱</sup> و کارواکرول<sup>۲</sup> نسبت داده می‌شود که هر دو ترکیبی فنولی و دارای خواص ضد باکتری و درعین حال محرک و سوزآور هستند [۶].

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum*، یک گیاه معطر چندساله می‌باشد که از آسیای مرکزی تا شمال هندوستان رویش دارد. بر اساس منابع موجود میوه زیره تقریباً حاوی ۹٪ اسانس

1. Thymol  
2. Carvacrol

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد مورد استفاده

شیرخام از شرکت کاله، شهریار، ایران و کشت استارتر منجمد شده‌ی ترموفیل *CHI* (ساخت شرکت کریستین هسن دانمارک) از نوع *DVS* (دازای *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*) و استارتر تجاری تک‌سویه شامل *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (La-5)*، از نوع *DVS* ساخت شرکت کریستین هسن دانمارک) تهیه شد. همچنین نمونه‌های گیاهی زعفران، آویشن و زیره سبز از بازار محلی کرج، خریداری گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

### ۲-۲- تهیه و آماده‌سازی اسانس گیاه زعفران، آویشن و زیره سبز

در ابتدا نمونه‌های گیاهی زعفران، آویشن و زیره سبز به صورت خشک‌شده از فروشگاه‌های محلی خریداری شد و به‌منظور جداسازی اسانس، از هر نمونه گیاهی (کلاله زعفران، برگ آویشن و بذر زیره سبز) ۱۰۰ گرم به‌طور دقیق وزن شده و در یک آسیاب کاملاً خرد می‌شود و بر اساس روش توصیه‌شده توسط *El Asbahani* و همکاران (۲۰۱۵) و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. سپس اسانس‌ها از آب جدا شده (ساترفیوژ *rpm 6000* به مدت ۱۰ دقیقه) و پس از آبگیری و توسط فیلتر استریل صاف و تا زمان استفاده در شیشه‌های تیره و در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس نگهداری شد [۱۰].

### ۲-۳- فعال‌سازی باکتری‌های آغازگر

یک بسته استارتر ترموفیل *CHI* از نوع *DVS* دارای باکتری-های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و استارتر تجاری تک‌سویه شامل *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (La-5)* طبق دستور شرکت سازنده در یک لیتر شیر پاستوریزه بدون چربی که دمای آن به  $32^{\circ}\text{C}$  رسیده بود تلقیح و به مدت ۳۰ دقیقه در انکوباتور  $32^{\circ}\text{C}$  قرار داده شد تا فعال گردد [۱۱].

است و ترکیبات متعددی از قبیل پاراسیمول<sup>۳</sup>، آلفا و بتا-پنین<sup>۴</sup>، کومیک الکل<sup>۵</sup>، کومیک آلدئید<sup>۶</sup>، آلفا و بتا فناندرن<sup>۷</sup>، اوژنول<sup>۸</sup>، پریلا آلدئید<sup>۹</sup>، آلفا-ترپینول<sup>۱۰</sup> در آن به چشم می‌خورد. از بذرهاى این گیاه به‌طور وسیعی به‌عنوان ادویه و چاشنی استفاده می‌شود [۷].

در بستر مواد غذایی لبنی همانند ماست که به‌صورت روزانه در خانواده‌ها مصرف می‌شود می‌توان اثرات سودمند این ترکیبات گیاهی را دریافت کرد. از سویی دیگر ویژگی‌های منحصربه‌فرد میکروارگانسیم‌های پروبیوتیک (لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکترها) در حفظ تعادل میکروفلور روده‌ای انسان و بهبود اختلالات گوارشی، کاهش کلسترول خون، بهبود سیستم ایمنی بدن، افزایش جذب مواد معدنی، جلوگیری از بروز سرطان‌هایی مثل کولون، مثانه و ده‌ها اثر سودمند دیگر، موجب شده است تا تلاش برای جای دادن آن‌ها در رژیم غذایی انسان مستمرتر شود [۸، ۹]. بهره‌گیری از خواص مطلوب تغذیه‌ای، گوارشی و درمانی اسانس گیاهانی همانند زعفران، آویشن و زیره سبز، جهت تولید ماست پروبیوتیک فراسودمند با اثرات فراسودمند درمانی زمینه بهره‌مندی مصرف‌کننده از خواص تغذیه‌ای، درمانی و سلامت بخشی به همراه اثرات سلامت بخش پروبیوتیک‌ها را داراست که علاوه بر وجود ترکیبات مغذی و مفید و نیز وجود انواع آنتی‌اکسیدان‌ها در آن‌ها، احتمال اثر افزودن آن بر بقاء باکتری‌های پروبیوتیک در ماست وجود دارد [۸]. پژوهش درزمینه‌ی کاربرد گیاه زعفران، آویشن و زیره و یا اسانس حاصل از آن در ماتریکس‌های غذایی و نیز اثر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی ناشی از آن و همچنین سودمند بودن فیبرها و فیتوکمیکال‌های موجود در این سه گیاه به‌عنوان پری‌بیوتیک صورت نگرفته است. از سویی دیگر با توجه به مصرف این گیاهان به همراه مواد غذایی در برخی از مناطق ایران که می‌تواند دربرگیرنده‌ی ارزش غذایی فراسودمند در کاربرد سنتی آن در ماست باشد، لزوم انجام این پژوهش را بیش‌ازپیش روشن می‌سازد.

3. Paracimo
4. Alpha Beta Penine
5. Comic alcohol
6. Chromic aldehyde
7. Alpha Beta Fanendern
8. Eugenol
9. Perila Aldehyde
10. Alpha Terpeneol

## ۲-۴- تهیه ماست پروبیوتیک دارای اسانس

مراحل تولید ماست فراسودمند حاوی اسانس مطابق روش پیشنهادی Tamime & Robinson (۲۰۰۷) انجام شد [۱۲]. ابتدا شیر تا دمای ۴۵ درجه سلسیوس به‌طور موقتی حرارت داده شد و سپس عمل تنظیم ماده خشک با افزودن ۲/۵٪ شیر خشک انجام شد (ماده خشک نهایی ۸/۵ درصد). عمل هموژنیزاسیون و یکنواخت کردن شیر با استفاده از همزن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس انجام و سپس شیر تا دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس در دمای ۴۲ درجه سلسیوس در شرایط کاملاً استریل در بشرهای استریل تقسیم گردید و ۲ درصد از استارتر فعال شده (CHI &

La-5. Chr. Hansen A/S) در مرحله قبل افزوده شد و کاملاً مخلوط گردید. حجم مورد نیاز از اسانس سه گیاه زعفران، آویشن و زیره سبز برای ایجاد غلظت‌های مورد نظر طبق روش پیشنهادی Anand و همکاران (۲۰۱۸) به بشر حاوی شیر مایه زده اضافه شد [۱۳]. نمونه‌های حاوی اسانس (۰/۵، ۱ و ۲ میکرولیتر در میلی‌لیتر از هر اسانس به‌صورت جداگانه) (جدول ۱) در ظروف استریل مخصوص نمونه‌گیری که قبلاً کدگذاری شده بود تقسیم گردید و پس از دربندی تا رسیدن به اسیدیته‌ی ۰/۶ درصد (برحسب اسیدلاکتیک) در انکوباتور ۴۲ درجه سلسیوس گرمخانه گذاری گردید و سپس به دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شد.

Table 1 Yogurt treatments with essential oils

Code	Treatment
Control	Treatment without essential oils
S(0.5)	Treatment with 0.5 $\mu$ l/ml saffron essential oils
S(1)	Treatment with 1.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils
S(2)	Treatment with 2.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils
T(0.5)	Treatment with 0.5 $\mu$ l/ml saffron essential oils
T(1)	Treatment with 1.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils
T(2)	Treatment with 2.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils
C(0.5)	Treatment with 0.5 $\mu$ l/ml saffron essential oils
C(1)	Treatment with 1.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils
C(2)	Treatment with 2.0 $\mu$ l/ml saffron essential oils

میزان سفیدی یا سیاهی) اندازه‌گیری شد. تصاویر به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Image J ارزیابی شدند [۱۶].

## ۲-۷- آب‌اندازی

برای اندازه‌گیری آب‌اندازی ماست، نمونه‌ها در لوله‌های آزمایشی ۲۰ میلی‌لیتری ریخته شد. لوله‌ها و درپوش‌های مورد استفاده، قبلاً داخل فور در دمای ۲۰۰ °C مدت ۳ ساعت سترون شدند. در مرحله‌ی بعد نمونه‌ی ماست در داخل لوله‌های آزمایش قرار داده شده و در دور ۴۵۰۰ rpm، دمای ۱۰ °C و در مدت‌زمان ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. اندازه‌گیری برحسب حجم سرم جداشده به ازای ۱۰۰ میلی‌لیتر ماست تعیین شد [۱۷].

## ۲-۸- ویسکوزیته‌ی ظاهری

ویسکوزیته نمونه‌های تولیدی با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (R-DVII) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون‌های اولیه اسپیندل شماره ۶ به‌عنوان اسپیندل مناسب

## ۲-۵- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

اندازه‌گیری pH طبق روش Abreu و همکاران (۲۰۱۶) برای ماست و با استفاده از pH متر Metrohm ساخت کشور سوئیس انجام شد [۱۴]. اسیدیته نمونه‌ها مطابق با روش انجام شده توسط Çakmakçi و همکاران (۲۰۱۲) برای ماست، اندازه‌گیری شد [۱۵].

## ۲-۶- رنگ‌سنجی

اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه مشخصات رنگ‌سنج صورت گرفت. نمونه‌های ماست با ضخامت یکسان (۰/۵ میلی‌متر) در داخل پتری دیش ۶ سانتی‌متری ریخته شده و برای سنجش رنگ مورد استفاده قرار گرفت. برای این آزمایش داده‌های مربوط به شاخص‌های  $a^*$  (برای میزان سرخی یا سبزی)،  $b^*$  (برای میزان زردی یا آبی رنگ بودن) و  $L^*$  (برای

میکروبی پروبیوتیک‌ها و دیگر باکتری‌های آغازگر ماست به ۷/۲۹ سیکل لگاریتمی در تیمار T(2) (تیمار دارای ۲ میکرولیتر بر میلی‌لیتر اسانس آویشن) کاهش پیدا کرده است که اختلاف معنی‌داری را نسبت به تیمار روز نخست داشته است ( $p \leq 0/05$ ).

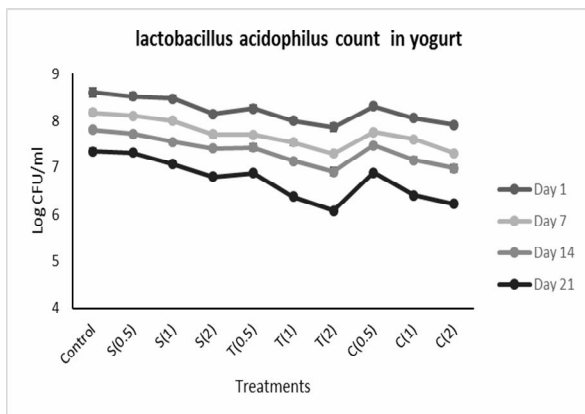


Fig 1 Lactobacillus acidophilus count in yogurt

همین روند در روز چهاردهم و بیست و یکم نیز تکرار شد و روند نزولی کاهش جمعیت میکروبی مشاهده شد. روند نزولی کاهش در جمعیت میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک در تمامی روزها مشاهده شده است، که این امر در ارتباط با افزایش غلظت اسانس در تیمارهای ماست بوده است، از سویی دیگر با افزایش نگهداری تیمارها، هر تیمار نسبت به خود در روز پیشین نمونه برداری تفاوتی معنی‌دار در کاهش جمعیت میکروبی داشته است که در تمامی تیمارهای ماست این امر به قابل رویت است ( $p \leq 0/05$ ).

باکتری‌هایی که به‌عنوان استارتر در تولید ماست استفاده می‌شوند (استریپتوکوکوس اسیدوفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس) خود دارای برخی ویژگی‌های مطلوب همانند بهبود هضم لاکتوز و خاصیت تقویت‌کنندگی سیستم ایمنی هستند که این ویژگی‌ها در باکتری‌های پروبیوتیک نیز به چشم می‌خورد. همچنین افزودن باکتری‌های پروبیوتیک (در این پژوهش لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس) می‌تواند در کنار باکتری‌های مایه ماست، خواص فیزیکی‌شیمیایی و حسی محصول را تغییر دهد (اثر سینرژیستی باکتری‌ها در کنار یکدیگر). بنابراین با توجه به مطلب گفته شده، ایجاد تغییرات مطلوب توسط باکتری‌های یاد شده منوط به رشد آن‌ها در بستر فرآورده‌ی تولید شده و ایجاد شرایط مطلوب جهت رشد آن‌ها است [۲۱].

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته، اسپندلی است که در سرعت موردنظر گشتاوری بالاتر از ۱۰ درصد را نشان دهد). کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه‌ی سلسیوس و با شرایط یکسان انجام شد به طوری که ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپندل قرائت شد [۱۸].

## ۹-۲- ارزیابی حسی

پذیرش کلی نمونه‌ها از طریق روش هدونیک انجام شد و از ۵ نفر ارزیاب استفاده شد. از ارزیابان آموزش داده خواسته شد که نمونه‌های ماست را از نظر طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار دهند. به این ترتیب که بهترین نمونه ماست امتیاز ۵ و به بدترین نمونه ماست امتیاز ۱ تعلق گرفت [۱۹].

## ۱۰-۲- ارزیابی آماری

آنالیز آماری داده‌های مربوط در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ مقایسه شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام می‌شود. کلیه آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد.

## ۳- نتیجه و بحث

### ۱-۳- شمارش میکروبی لاکتوباسیلوس

#### اسیدوفیلوس

شکل ۱ شمارش میکروبی باکتری‌های آغازگر موجود در تیمارهای ماست در بازه‌ی ۲۱ روزه نگهداری در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، با افزایش مدت‌زمان نگهداری تیمارهای ماست، رشد میکروبی به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد ( $p \leq 0/05$ ).

در روز نخست تولید نمونه‌های ماست دارای اسانس زعفران، آویشن و زیره‌ی سبز، میزان رشد میکروبی همگی تیمارها بالای ۸ واحد سیکل لگاریتمی بوده است که این مورد بالاتر از سایر روزهای نمونه برداری یعنی روزهای هفتم، چهاردهم و بیست و یکم بوده است، که این امر در ارتباط با فازهای اولیه‌ی رشد میکروارگانیسم‌های آغازگر ماست یعنی فاز نمایی رشد است [۲۰]، اما در روز هفتم نگهداری در دمای ۴ °C میزان جمعیت

تیمارهای ماست کاملاً متأثر از رشد میکروبی در تیمارها می‌باشد. به گونه ای که هرچه میزان رشد میکروبی در تیمارها بالاتر باشد، به دلیل تولید هرچه بیشتر متابولیت های اسیدی توسط باکتری های آغازگر ماست، کاهش بیشتری را در pH شاهد خواهیم بود. نتایج به دست آمده نیز این ادعا را اثبات می‌کند، به گونه ای که در بررسی میکروبی نمونه های ماست دارای اسانس مشاهده کردیم که نمونه ی شاهد دارای بیشترین میزان از بار میکروبی بوده و این امر رابطه ی مستقیم با تولید فرآورده های اسیدی همانند اسید لاکتیک دارد که این امر می‌تواند منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته گردد. کاهش pH در فرآورده های لبنی، در هنگام گرمخانه گذاری این فرآورده ها بوده، که می‌تواند تولید اسید کند. در پژوهش Sah و همکاران (۲۰۱۶) روی ماست پروبیوتیک تولید شده با استفاده از فیبر جداسازی شده از پوست آناناس گزارش شد که کاهش pH ماست و فرآورده های مشابه در مدت ماندگاری به فعالیت استارترها نسبت داده شد و بیان گردیده است که اسید سازی ثانویه ماست در طول نگهداری در دمای یخچال ناشی از تولید اسید لاکتیک توسط لاکتوباسیلوس بولگاریکوس است [۱۸].

سویسترای اصلی مورد مصرف آن‌ها در محیط فرآورده های لبنی در درجه ی اول لاکتوز محسوب شده و با مصرف آن فعالیت تخمیری خود را آغاز کرده و متابولیت های ثانویه ی خود که ناشی از فرآیند تخمیر است (همانند الکل، CO<sub>2</sub>، اسید لاکتیک) را تولید می‌کنند. بدیهی است که با گذشت زمان از میزان سویسترا در فرآورده کاسته شده و علاوه بر کاهش نرخ رشد باکتری ها، از میزان جمعیت آن‌ها در فرآورده کاسته خواهد شد [۱۸]. از سوی دیگر وجود ترکیبات ضد میکروبی در اسانس های گیاهان می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده در رشد باکتری های استارتر ماست محسوب گردد. Bayoumi (۱۹۹۲)، گزارش داد که ترکیبات ضد میکروبی موجود در اسانس ادویه های میخک، دارچین، نعناع و هل جمعیت نهایی باکتری های آغازگر را در نمونه های ماست ۳-۱/۵ سیکل لگاریتمی کاهش می‌دهد. ویژگی میکروب کشی در اسانس های میکروبی نیز می‌تواند به عنوان یکی از فاکتورهای محدود کننده کاهش رشد میکروبی در نمونه های دارای غلظت های بالا از عصاره را توجیه کند [۲۲].

### ۳-۲- pH

تغییرات pH در تیمارهای ماست در بازه ی زمانی ۲۱ روزه در جدول ۲ به نمایش گذاشته شده است. روند تغییرات pH در

Table 2 pH determination in yogurt treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21
Control	4.66 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.52 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.42 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.37 ± 0.01 <sup>d</sup>
S(0.5)	4.65 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.55 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.44 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.40 ± 0.01 <sup>d</sup>
S(1)	4.70 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.52 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.48 ± 0.01 <sup>d</sup>
S(2)	4.73 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.66 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.57 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.50 ± 0.01 <sup>d</sup>
T(0.5)	4.71 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.62 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.54 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.50 ± 0.01 <sup>d</sup>
T(1)	4.74 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.68 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.61 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.56 ± 0.01 <sup>d</sup>
T(2)	4.78 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.70 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.65 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.60 ± 0.01 <sup>d</sup>
C(0.5)	4.70 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.52 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.48 ± 0.01 <sup>d</sup>
C(1)	4.75 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.65 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.57 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.54 ± 0.01 <sup>d</sup>
C(2)	4.78 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.69 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.64 ± 0.01 <sup>c</sup>	4.58 ± 0.01 <sup>d</sup>

Different letters indicate a significant difference in the level ( $p \leq 0.05$ ) per row.

یک پدیده در تغییرات اسیدیته در روز اول است که نشان می‌دهد هیچگونه تفاوت معنی داری میان تیمارها نیست، با این حال pH تیمارها در روز اول نسبت به یکدیگر متفاوت است. این امر می‌تواند در ارتباط با پدیده ی اسیدیته ی غیر قابل تیترا در میان تیمارها باشد. به گونه ای که علی رغم کاهش pH در برخی از

### ۳-۳- اسیدیته

روند تغییرات اسیدیته (جدول ۳) همانند تغییرات pH نیز در ارتباط با رشد میکروبی در تیمارها می‌باشد و رشد میکروبی بالا در تیمار شاهد نمایانگر افزایش اسیدیته در تیمار شاهد و برتری آن در میان تیمارها می‌باشد. با این حال روند نتایج حاکی از وقوع

توجیه کند [۲۴]. با این حال روند کلی حاکی از تغییرات اسیدیته به صورت صعودی است. نتایج پژوهش حاضر مشابه بررسی Ozcan و همکاران (۲۰۱۵)، می باشد که گزارش نمودند اسیدیته ماست در طول زمان ذخیره سازی افزایش پیدا می کند. این محققین روند تغییرات pH و اسیدیته را در ماست تولید شده با شیر حرارت داده شده در دماهای گوناگون را مورد بررسی قرار دادند [۲۵].

تیمارها هیچ گونه تغییری در میزان اسیدیته مشاهده نمی شود [۲۳]. برخی دیگر از محققین نیز علت عدم افزایش اسیدیته در تیمارها را در ارتباط با تداخل رشد باکتری های جنس لاکتوباسیلوس با دیگر باکتری های موجود در استارتر ماست می دانند. گفته شده است که باکتری های پروبیوتیک نسبت به باکتری های مایه ماست، تولید کننده های آهسته اسید هستند که این امر نیز می تواند عدم تغییرات معنی دار در روز اول تولید را

Table 3 Acidity (°D) determination in yogurt treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21
Control	72.10 ± 0.25 <sup>d</sup>	80.40 ± 0.24 <sup>c</sup>	89.96 ± 0.11 <sup>b</sup>	96.51 ± 0.12 <sup>a</sup>
S(0.5)	72.01 ± 0.21 <sup>d</sup>	79.71 ± 0.09 <sup>c</sup>	89.88 ± 0.09 <sup>b</sup>	95.08 ± 0.05 <sup>a</sup>
S(1)	71.18 ± 0.24 <sup>d</sup>	77.80 ± 0.21 <sup>c</sup>	89.52 ± 0.14 <sup>b</sup>	94.73 ± 0.1 <sup>a</sup>
S(2)	71.08 ± 0.24 <sup>d</sup>	77.26 ± 0.11 <sup>c</sup>	89.23 ± 0.08 <sup>b</sup>	94.35 ± 0.06 <sup>a</sup>
T(0.5)	71.12 ± 0.20 <sup>d</sup>	77.77 ± 0.14 <sup>c</sup>	89.49 ± 0.07 <sup>b</sup>	94.32 ± 0.09 <sup>a</sup>
T(1)	70.95 ± 0.09 <sup>d</sup>	77.18 ± 0.1 <sup>c</sup>	89.10 ± 0.04 <sup>b</sup>	94.01 ± 0.05 <sup>a</sup>
T(2)	70.53 ± 0.17 <sup>d</sup>	76.70 ± 0.13 <sup>c</sup>	88.83 ± 0.1 <sup>b</sup>	93.56 ± 0.11 <sup>a</sup>
C(0.5)	71.02 ± 0.1 <sup>d</sup>	77.81 ± 0.12 <sup>c</sup>	89.65 ± 0.08 <sup>b</sup>	94.70 ± 0.04 <sup>a</sup>
C(1)	70.95 ± 0.12 <sup>d</sup>	77.30 ± 0.03 <sup>c</sup>	89.27 ± 0.06 <sup>b</sup>	94.16 ± 0.04 <sup>a</sup>
C(2)	70.64 ± 0.04 <sup>d</sup>	76.89 ± 0.14 <sup>c</sup>	88.97 ± 0.07 <sup>b</sup>	93.99 ± 0.07 <sup>a</sup>

Different letters indicate a significant difference in the level ( $p \leq 0.05$ ) per row.

نقش اساسی را بازی می کند و بر همین اساس، افزایش اسانس به شکل بارزی اندیس روشنایی را نسبت به نمونه ی شاهد کاهش می دهد. در حالت طبیعی میزان اندیس \*L در تیمارهای ماست به شدت بالاست که این امر در ارتباط با حضور بیشتر میسل های کازئینی و افزایش انعکاس نور است، بنابراین در تیمار شاهد بالاترین مقدار از اندیس روشنایی را شاهد بوده ایم [۲۶].

### ۳-۴- رنگ سنجی

جدول ۴ ارزیابی پارامترهای رنگ در تیمارهای ماست را پس از تولید نشان می دهد. کاهش میزان اندیس روشنایی با افزایش میزان افزودن اسانس امری کاملاً طبیعی تلقی می شود. چراکه رنگ زرد در اسانس زعفران، سبز مایل به زرد در اسانس آویشن و همچنین رنگ سبز روشن زیره ی سبز در کاهش این پارامتر

Table 4 Color parameters determination in yogurt treatments

	Control	S(0.5)	S(1)	S(2)	T(0.5)
L*	89.49 ± 0.24 <sup>a</sup>	89.17 ± 0.13 <sup>a</sup>	88.94 ± 0.13 <sup>a</sup>	88.72 ± 0.08 <sup>b</sup>	88.66 ± 0.14 <sup>b</sup>
a*	-0.27 ± 0.03 <sup>e</sup>	0.11 ± 0.0 <sup>f</sup>	0.27 ± 0.01 <sup>e</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>d</sup>	0.045 ± 0.02 <sup>d</sup>
b*	6.52 ± 0.04 <sup>h</sup>	7.26 ± 0.04 <sup>d</sup>	7.72 ± 0.03 <sup>b</sup>	8.05 ± 0.03 <sup>a</sup>	6.87 ± 0.02 <sup>g</sup>
	T(1)	T(2)	C(0.5)	C(1)	C(2)
L*	88.12 ± 0.07 <sup>d</sup>	87.87 ± 0.03 <sup>e</sup>	88.49 ± 0.05 <sup>c</sup>	87.87 ± 0.11 <sup>e</sup>	87.32 ± 0.04 <sup>f</sup>
a*	0.75 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.93 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.74 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.097 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.13 ± 0.02 <sup>a</sup>
b*	7.17 ± 0.07 <sup>e</sup>	7.57 ± 0.04 <sup>c</sup>	6.95 ± 0.03 <sup>f</sup>	7.28 ± 0.01 <sup>d</sup>	7.70 ± 0.02 <sup>b</sup>

Different letters indicate a significant difference in the level ( $p \leq 0.05$ ) per row.

همچنین افزایش میزان زردی یا \*b در تیمارها به دلیل حضور رنگدانه های گروه کاروتنوئیدها در اسانس است که در اسانس زعفران این حالت بیشتر از سایر اسانس ها است که از جمله ی

افزایش میزان اندیس \*a که در ارتباط با رنگ سبز عصاره است که عمدتاً مرتبط به رنگیزه های جنس کلروفیل در اسانس های زعفران، آویشن و به ویژه در اسانس زیره ی سبز می باشد.

بالا تر مشاهده می شود. درصد بالاتر عصاره موجب کاهش فعالیت استارتر ماست نیز در این تیمارها شده و در نتیجه میزان تخمیر در فرآورده‌ی تولیدی کم خواهد شد. در نتیجه نزول pH در این تیمارها کم تر بوده و این امر در ژل ماست تولید شده اثر می گذارد و از میزان استحکام ژل ماست کم می کند. بر همین اساس بیشترین میزان آب‌اندازی در تمامی بازه های زمانی مربوط به تیمارهای ماست دارای اسانس آویشن و به ویژه در غلظت ۲ میکرولیتر بر میلی لیتر از اسانس بوده است.

نکته‌ی جالب توجه این است که با افزایش مدت زمان ماندگاری تیمارهای ماست، تولید اسید و افت pH در تیمارها بالاتر می رود، با این حال آب‌اندازی نیز در این تیمارها افزایش پیدا کرده است. به گونه ای که تیمارهای ماست در روز ۲۱ دارای آب‌اندازی بالاتری نسبت به روزهای پیشین نمونه برداری بوده اند (جدول ۵). در واقع این امر می‌تواند در ارتباط با افزایش بار الکتریکی روی میسل‌های کازئین باشد. چرا که با نزول هر چه بیشتر pH میزان بار الکتریکی مثبت بر سطح میسل افزایش یافته و این امر مانع از نزدیک شدن بیش از حد ذرات و شکل گیری فضاهای خالی در ساختار ژل می گردد. به گونه ای که فاز سرم ماست در داخل این فضاهای خالی به دام افتاده و تیمارها به شدت حساس به آب‌اندازی خواهند بود [۲۹]. نتایج این یافته مشابه پژوهش های صورت گرفته توسط Akin & Ozcan (۲۰۱۷) بر روی آب‌اندازی ویژگی های کارکردی<sup>۱۶</sup> ماست تولید شده از پروتئین های گیاهی است که بیان داشتند میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست قالبی در گذر زمان افزایش می یابد [۳۱]. همچنین Karim و همکاران (۲۰۱۷)، در بررسی خود روی استفاده از اینولین طویل زنجیر و نشاسته‌ی اصلاح شده در تولید دوغ سنتی ایرانی نتایج مشابهی را در مورد آب‌اندازی تیمارهای دوغ در گذر زمان گزارش داده اند [۳۲].

آن‌ها می‌توان به سافرونال<sup>۱۱</sup>، پیکروکروتین<sup>۱۲</sup>، پیکروکروسین<sup>۱۳</sup>، کروسین<sup>۱۴</sup>، کروتین<sup>۱۵</sup> و مشتقات آن اشاره داشت که همگی پایه-ی کاروتنوئیدی در ساختار خود دارند [۲۷]. اساساً در فرآیند جداسازی عصاره‌ها و اسانس گیری از کلله‌ی زعفران، زیره و آویشن، مایع نهایی به دست آمده دارای رنگ زرد در زعفران، سبز روشن در آویشن و سبز تیره در زیره‌ی سبز بوده که این امر به دلیل تخریب بافت برگ‌های این گیاه در فرآیند استخراج آبی با استفاده از سیستم کلونجر و نهایتاً ورود رنگ‌دانه‌های سبز رنگ و زرد رنگ که به ترتیب بر پایه‌ی کلروفیل و کاروتنوئیدها هستند به عصاره‌ی جداسازی شده است. بر همین اساس پایین بودن پارامتر  $a^*$  قابل پیش‌بینی بوده است. نتایج این یافته‌ها مشابه پژوهش Tarakci (۲۰۱۰) در زمینه‌ی افزودن قطعات مارمالاد کیوی به ماست میوه ای بوده است که این پژوهشگران افزایش در اندیس  $a^*$  (افزایش سبزی) به میزان دو واحد نسبت به تیمار شاهد را گزارش دادند [۲۸].

### ۳-۵- آب‌اندازی

میزان آب‌اندازی در تیمارها با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای ۴ درجه ی سلسیوس به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد (جدول ۵) ( $p \leq 0/05$ ). بررسی ها نشان می‌دهد که افزایش میزان آب‌اندازی در نمونه‌های ماست در ارتباط با ژل ماست و ساختار و شبکه‌ی کازئین تشکیل شده در آن است. به عبارت دیگر آب‌اندازی در ماست به دلیل تغییر ساختار شبکه پروتئینی رخ می‌دهد که باعث کاهش قدرت اتصال پروتئین‌ها با آب می‌شود [۲۹]. همچنین با افزایش زمان نگهداری در ماست، آب‌اندازی افزایش می‌یابد. در تیمارهای ماست نیز وقوع پدیده ی آب‌اندازی کاملاً در ارتباط با رشد میکروبی و تغییرات اسیدیته در تیمارهای ماست است. به گونه ای که در یک بازه ی زمانی بیشترین میزان از آب‌اندازی در تیمارهای دارای درصد عصاره‌ی

11. Safronal
12. Picoretine
13. Picrocrocine
14. Crocine
15. Crocetin

16. Functional properties



**Table 5** Whey separation (%) in yogurt treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21
Control	12.37 ± 0.03 <sup>d</sup>	14.68 ± 0.06 <sup>c</sup>	16.18 ± 0.07 <sup>b</sup>	17.75 ± 0.04 <sup>a</sup>
S(0.5)	12.37 ± 0.14 <sup>d</sup>	15.18 ± 0.03 <sup>c</sup>	16.77 ± 0.07 <sup>b</sup>	18.06 ± 0.06 <sup>a</sup>
S(1)	12.31 ± 0.03 <sup>d</sup>	15.75 ± 0.1 <sup>c</sup>	16.94 ± 0.04 <sup>b</sup>	18.42 ± 0.08 <sup>a</sup>
S(2)	12.62 ± 0.05 <sup>d</sup>	16.07 ± 0.07 <sup>c</sup>	17.3 ± 0.04 <sup>b</sup>	18.80 ± 0.04 <sup>a</sup>
T(0.5)	12.98 ± 0.08 <sup>d</sup>	15.77 ± 0.03 <sup>c</sup>	17.05 ± 0.04 <sup>b</sup>	18.73 ± 0.07 <sup>a</sup>
T(1)	13.46 ± 0.07 <sup>d</sup>	16.13 ± 0.08 <sup>c</sup>	17.87 ± 0.04 <sup>b</sup>	19.00 ± 0.03 <sup>a</sup>
T(2)	14.20 ± 0.06 <sup>d</sup>	16.83 ± 0.03 <sup>c</sup>	18.40 ± 0.07 <sup>b</sup>	20.00 ± 0.07 <sup>a</sup>
C(0.5)	12.93 ± 0.05 <sup>d</sup>	15.76 ± 0.02 <sup>c</sup>	16.91 ± 0.03 <sup>b</sup>	18.77 ± 0.04 <sup>a</sup>
C(1)	13.39 ± 0.08 <sup>d</sup>	15.92 ± 0.03 <sup>c</sup>	17.54 ± 0.07 <sup>b</sup>	18.93 ± 0.03 <sup>a</sup>
C(2)	14.17 ± 0.08 <sup>d</sup>	16.26 ± 0.08 <sup>c</sup>	18.08 ± 0.04 <sup>b</sup>	19.30 ± 0.04 <sup>a</sup>

Different letters indicate a significant difference in the level ( $p \leq 0.05$ ) per row.

ماست با محبوس کردن آب آزاد باعث افزایش گرانیروی می‌شوند [۳۳]. در طی مدت‌زمان نگهداری نیز ویسکوزیته در تمامی تیمارها افزایش پیدا کرد (جدول ۶).

### ۳-۶- ویسکوزیته‌ی ظاهری

به‌طورکلی ویسکوزیته در محلول‌های پروتئینی به غلظت پروتئین‌ها، باندهای کووالانسی و هیدروژنی در محلول‌ها بستگی دارد. پروتئین‌های آب پنیر و میسل‌های کازئین موجود در ژل

**Table 6** Apparent viscosity (centipoise) in yogurt treatments

Treatment	Day 1	Day 7	Day 14	Day 21
Control	102.07 ± 0.25 <sup>d</sup>	138.79 ± 0.23 <sup>c</sup>	171.71 ± 0.04 <sup>b</sup>	205.23 ± 0.41 <sup>a</sup>
S(0.5)	101.18 ± 0.41 <sup>d</sup>	135.58 ± 0.35 <sup>c</sup>	168.51 ± 0.13 <sup>b</sup>	200.75 ± 0.67 <sup>a</sup>
S(1)	99.76 ± 0.12 <sup>d</sup>	133.41 ± 0.40 <sup>c</sup>	166.45 ± 0.46 <sup>b</sup>	197.09 ± 0.21 <sup>a</sup>
S(2)	98.90 ± 0.14 <sup>d</sup>	131.32 ± 0.32 <sup>c</sup>	163.27 ± 0.39 <sup>b</sup>	195.73 ± 0.07 <sup>a</sup>
T(0.5)	98.29 ± 0.18 <sup>d</sup>	132.73 ± 0.17 <sup>c</sup>	164.69 ± 0.30 <sup>b</sup>	195.48 ± 0.34 <sup>a</sup>
T(1)	96.55 ± 0.31 <sup>d</sup>	130.09 ± 0.31 <sup>c</sup>	160.74 ± 0.18 <sup>b</sup>	191.47 ± 0.27 <sup>a</sup>
T(2)	95.53 ± 0.33 <sup>d</sup>	126.44 ± 0.27 <sup>c</sup>	157.87 ± 0.29 <sup>b</sup>	185.87 ± 0.17 <sup>a</sup>
C(0.5)	98.04 ± 0.20 <sup>d</sup>	133.00 ± 0.2 <sup>c</sup>	166.14 ± 0.29 <sup>b</sup>	196.83 ± 0.21 <sup>a</sup>
C(1)	97.18 ± 0.34 <sup>d</sup>	130.58 ± 0.29 <sup>c</sup>	163.04 ± 0.1 <sup>b</sup>	192.98 ± 0.27 <sup>a</sup>
C(2)	95.89 ± 0.12 <sup>d</sup>	128.24 ± 0.24 <sup>c</sup>	158.73 ± 0.19 <sup>b</sup>	189.08 ± 0.35 <sup>a</sup>

Different letters indicate a significant difference in the level ( $p \leq 0.05$ ) per row.

به دام انداختن آب آزاد باشد [۳۳]. Vital و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ی تاثیر افزایش ماده‌ی جامد بر پارامترهای مدل توان به این نتیجه رسیدند که افزایش ماده‌ی جامد کل ماست، اثر مشخصی بر افزایش ویسکوزیته‌ی محصول دارد، به‌طوری‌که برای نمونه با ماده‌ی جامد بالاتر، ضریب قوام بالاتر و اندیس پایین‌تر است [۲۶]. Sah و همکاران (۲۰۱۶)، در بررسی ویژگی‌های بافتی و فیزیکوشیمیایی ماست پروبیوتیک غنی شده با فیبر جدا شده از آناناس نیز از وجود رفتار رقیق‌شونده با برش در تیمارها اشاره دارد که این امر وابسته به غلظت فیبر به کار رفته در ساختار آن‌ها بوده است [۱۸].

این تغییر می‌تواند به علت ایجاد اتصالات بیشتر کووالانسی و هیدروژنی، افزایش هیدراتاسیون ترکیبات، جذب آب بیشتر و ایجاد یک بافت مستحکم در طول مدت‌زمان نگهداری در ساختار سه بعدی ماست باشد. به عبارت دیگر، عامل اصلی افزایش ویسکوزیته، بازآرایی<sup>۱۷</sup> پروتئین‌ها و ایجاد اتصالات بیشتر بین پروتئین-پروتئین است. از سویی دیگر با افزایش میزان عصاره در تیمارها میزان ویسکوزیته به شکل معنی‌داری کاهش پیدا کرده است که این مطلب می‌تواند در ارتباط با عدم فعالیت مناسب استارتر ماست جهت تولید اسیدلاکتیک و کاهش pH و افزایش

17. Rearrangement

فرآورده ها خواهد شد. چرا که در تیمارهای دارای ۲ میکرولیتر بر میلی‌لیتر از اسانس زعفران، آویشن و زیره سبز، پایین ترین میزان از ویسکوزیته را شاهد بودیم و این امر موجب تغییر در احساس دهانی این تیمار و در نهایت کاهش پذیرش کلی این فرآورده شده است [۳۴].

### ۳-۷- ارزیابی حسی

کاهش تدریجی در میزان امتیاز کلی تیمارها با افزودن اسانس و همچنین مدت‌زمان نگهداری در دمای یخچال، در ارتباط با تغییر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی ماست است (شکل ۲). به‌گونه‌ای که تغییر در ویسکوزیته موجب تغییر در احساس دهانی

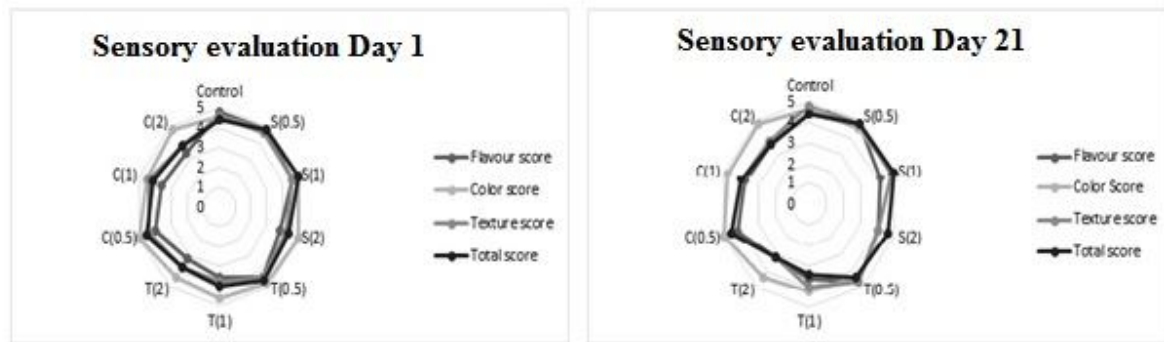


Fig 2 Sensory evaluation of yogurt

### ۴- نتیجه‌گیری

بررسی آزمون‌های انجام‌شده در نمونه‌های ماست، نشان می‌دهد که افزودن اسانس‌های زعفران، آویشن و زیره سبز، ویژگی‌های عملکردی نمونه‌های ماست همانند میزان رشد میکروبی، pH، اسیدیته، رنگ، آب‌اندازی، ویسکوزیته را دستخوش تغییر می‌کند با این حال روند غنی‌سازی با این ترکیبات نشان می‌دهد که در غلظت ۰/۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر به ندرت شاهد تغییرات معنی‌دار بودیم، به‌گونه‌ای که نتایج ارزیابی حسی حاکی از عدم وجود تغییرات معنی‌دار تنها در تیمارهای دارای ۰/۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر اسانس می‌باشد. با توجه به این موضوع که ارزیابان عمدتاً تمایل بیشتری به نمونه‌های غنی‌شده با اسانس زعفران نسبت به سایر تیمارها داشتند و همچنین تیمار S(0.5) یا تیمار با ۰/۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر اسانس زعفران، دارای بالاترین پذیرش کلی نیز بوده است، می‌توان این تیمار را به‌عنوان تیمار بهینه برای غنی‌سازی نمونه‌های ماست با اسانس در نظر گرفت.

به‌طور کلی با افزایش میزان افزودن عصاره به ماست، میزان فعالیت باکتری‌ها آغازگر ماست و همچنین باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل ترکیبات ضد میکروبی موجود در آن کاهش می‌یابد که این امر موجب کاهش تولید اسیدلاکتیک، نرخ کاهش pH پایین‌تر و همچنین کاهش ویسکوزیته در تیمارها خواهد شد. بنابراین در این حالت علاوه بر تغییر طعم که ناشی از میزان تولید ترکیبات حاصل از تخمیر است (اسیدلاکتیک، دی‌استیل و آلدهید) و موجب کاهش امتیاز طعم خواهد شد، به علاوه کاهش ویسکوزیته موجب تغییر در ویژگی رئولوژیکی و در نهایت تغییر در احساس دهانی خواهد شد که، نتایج مشابه Çakmakçi و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مطالعه روی ماست پروبیوتیک موز، بدست آوردند [۱۵]. بنابراین امتیاز کلی فرآورده در تیمارهای با اسانس بالا کاهش می‌یابد، با این حال شدت تخمیر در تیمار S(2) (تیمار دارای ۰/۵ میکرولیتر بر میلی‌لیتر اسانس زعفران) تفاوت چندانی با تیمار شاهد نداشته و این امر موجب امتیاز مشابه در این دو تیمار شده و در مورد پذیرش کلی نیز، تیمار S(2) از سایر تیمارها برتر بود.

## ۵- منابع

- [9] Holzapfel, W. H., Haberer, P., Geisen, R., Björkroth, J., & Schillinger, U. (2001). Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition-. *The American journal of clinical nutrition*, 73(2), 365s-373s.
- [10] El Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. A., Casabianca, H., & Elaissari, A. (2015). Essential oils: from extraction to encapsulation. *International journal of pharmaceutics*, 483(1-2), 220-243.
- [11] Motawee, M. M., & Neveen, S. M. (2016). Effect of Starter Culture as a Source of Microbial Contamination on the Quality and Safety of Yogurt in Giza, Egypt. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 6(5), 103-111.
- [12] Tabari, M. (2018). Optimization of film gelatin film permeability properties by adding carboxymethyl cellulose. *Quarterly new technologies in aquaculture development (journal of fisheries)*, 11(4): 50-66.
- [13] Anand, S., Gaare, M., Saini, P., Beniwal, A., & Grover, C. R. (2018). Synbiotic Yogurt Supplemented with Ocimum sanctum Essential Oil. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(3), 1250-1262.
- [14] Abreu, E. D., Zeni, J., Steffens, C., & Steffens, J. (2016). Frozen yogurt from sheep milk. *Revista Ceres*, 63(5), 605-613.
- [15] Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M., & Erdoğan, A. (2012). Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(3), 231-237.
- [16] Hassani. B. & SHarifi. A. (2012). Application of Anthocyanin extracted from barberry in food processing. *International Journal of Agri Science* Vol. 2(6): 522-528.
- [17] Sahan N, Yasar K and Hayaloglu AA, (2008). Physical, chemical & flavour quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage, *Food Hydrocolloids* 22: 1291-1297.
- [18] Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 978-986.
- [1] Gonzalez, N. J., Adhikari, K., & Sancho-Madriz, M. F. (2011). Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 158-163.
- [2] Comfort, F., Chibuike, C., Udenigwe, R., E. A. 2011. Antioxidant properties of chlorophyll-enriched and chlorophyll-depleted polyphenolic fractions from leaves of *Vernonia amygdalina* and *Gongronema latifolium*. *Food Research International*, 44: 2435-2441.
- [3] Prasad, W., Khamrui, K., Badola, R., Sandhya, S., & Gupta, H. R. (2018). Effect of incorporation of herbal essential oil on antioxidative, instrumental color and sensorial attributes of burfi. *Indian Journal of Dairy Science*, 71(2), 156-161.
- [4] Shafiee Nasab, M., Tabari, M. (2018). Antimicrobial properties and permeability of Poly lactic Acid nanocomposite films containing Zinc Oxide. *Nanomedicine Research Journal*, 3 (3), 125-132.
- [5] Samarghandian, S., Asadi-Samani, M., Farkhondeh, T., & Bahmani, M. (2016). Assessment the effect of saffron ethanolic extract (*Crocus sativus* L.) on oxidative damages in aged male rat liver. *Der Pharmacia Lettre*, 8(3), 283-290.
- [6] Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35(1), 177-183.
- [7] Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., & Dubey, N. K. (2014). Antifungal and antiaflatoxic properties of *Cuminum cyminum* (L.) seed essential oil and its efficacy as a preservative in stored commodities. *International journal of food microbiology*, 168, 1-7.
- [8] Tabari, M. (2018). Characterization of a new biodegradable edible film based on Sago Starch loaded with Carboxymethyl Cellulose nanoparticles. *Nanomedicine Research Journal* 3 (1), 25-30

- extract. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 1028-1035.
- [27] Küpeli, E., Kartal, M., Aslan, S., & Yesilada, E. (2006). Comparative evaluation of the anti-inflammatory and antinociceptive activity of Turkish *Eryngium* species. *Journal of ethnopharmacology*, 107(1), 32-37.
- [28] Tarakci, Z. (2010). Influence of kiwi marmalade on the rheology characteristics, color values and sensorial acceptability of fruit yogurt. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16(2), 173-178.
- [29] Mokoonlall, A., Nöbel, S., & Hinrichs, J. (2016). Post-processing of fermented milk to stirred products: Reviewing the effects on gel structure. *Trends in Food Science & Technology*, 54, 26-36.
- [30] Karimi, G\*, Tabari, M., (2006). The relationship of electrical conductivity with pH, acidity and total microbial count in raw milk. *Iranian journal of food science and technology*, 3 (3): 1-8.
- [31] Akin, Z., & Ozcan, T. (2017). Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 86, 25-30.
- [32] Tabari, M., Tabari, Kh., Salari, Z. (2017). Validation of a method for determining Aflatoxin M1 in yoghurt. *Iranian journal of Food Science and Technology*, 70 (14): 91-98.
- [33] Kayanush J. Aryana, Paula McGrew, (2007). "Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics." Swiss Society of Food Science and Technology. Published by Elsevier Ltd. *LWT* 40 1808–1814.
- [34] Imamoglu, H., Coggins, P. C., & Rowe, D. E. (2017). Influence of storage time and starches on texture attributes of conventional milk yogurt using response surface methodology. *International Food Research Journal*, 24(4).
- [19] Hekmat, S., Morgan, K., Soltani, M., & Gough, R. (2015). Sensory evaluation of locally-grown fruit purees and inulin fibre on probiotic yogurt in mwanza, Tanzania and the microbial analysis of probiotic yogurt fortified with *Moringa oleifera*. *Journal of health, population, and nutrition*, 33(1), 60.
- [20] Tabari, M. (2010). An empirical study of transglutaminase Cross-Linking in probiotic stirred yoghurt. *Journal of Biotechnology*, 3, 335-336.
- [21] Salmerón, I., Thomas, K., & Pandiella, S. S. (2015). Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal of Functional Foods*, 15, 106-115.
- [22] Bayoumi, S. (1992). Bacteriostatic effect of some spices and their utilization in the manufacture of yoghurt. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*, 14(1-2), 21-26.
- [23] Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., & Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), 180-184.
- [24] Lazaridou, A., Serafeimidou, A., Biliaderis, C. G., Moschakis, T., & Tzanetakis, N. (2014). Structure development and acidification kinetics in fermented milk containing oat  $\beta$ -glucan, a yogurt culture and a probiotic strain. *Food Hydrocolloids*, 39, 204-214.
- [25] Ozcan, T., Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2015). Yogurt made from milk heated at different pH values. *Journal of dairy science*, 98(10), 6749-6758.
- [26] Vital, A. C. P., Goto, P. A., Hanai, L. N., Gomes-da-Costa, S. M., de Abreu Filho, B. A., Nakamura, C. V., & Matumoto-Pintro, P. T. (2015). Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous



## Evaluation of physicochemical properties and sensory activity of three types of functional low-fat probiotic yogurt

Jafari, A. <sup>1</sup>, Tabari, M. <sup>2\*</sup>, Emtiazjoo, M. <sup>3</sup>

1. Master science graduated, Department of food science and technology, Islamic Azad university, Science and Research branch, Tehran, Iran
2. Department of food science and technology, Islamic Azad university, Lahijan branch, Lahijan, Iran
3. Department of marine science and technology, Islamic Azad university, Tehran North branch, Tehran, Iran

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2020/11/22  
Accepted 2021/04/25

#### Keywords:

Low-fat probiotic yogurt,  
Essential oil,  
Antioxidant properties,  
Functional.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.117

\*Corresponding Author E-Mail:  
tabari@liau.ac.ir

Yogurt is one of the most popular dairy products that is widely consumed around the world, which has received much attention due to its high nutritional value and economic importance. Therefore, in this study, by considering different indicators, in order to improve the nutritional properties of yogurt and produce products with desirable and uniform quality, by adding essential oils to control acidity, prevent and cover the acidity over time and also achieving antioxidant properties. In this study, after preparing probiotic yogurts containing saffron, thyme and black cumin essential oils at four levels (0, 0/5, 1 and 2), physicochemical properties (PH, acidity, color, hydration and viscosity) and sensory properties were studied in a completely randomized manner in three replications over 21 days. The results of the evaluations of this study showed a significant effect of independent variables and also their synergistic effect at the level of 0.5% on the properties of yogurt. Under optimal operating conditions based on the results of antioxidant activity, it was observed that increasing the concentration of essential oil increases the antioxidant properties and during storage, the antioxidant properties gradually decreased significantly. In the study of color parameters, it was observed that the brightness decreased with increasing the concentration of essential oil so that the control sample had a higher L\* index, also a\* and \*b index increased with increasing essential oil concentration. The increase in b\* index was more due to the presence of carotenoid pigments in saffron essential oil. The pH changes of yogurt treatments were completely affected by microbial growth in the treatments, which significantly reduced and increased the acidity over a period of 21 days ( $P \leq 0.05$ ). Enrichment of probiotic yogurt formulated with essential oil can be a good option in improving the functional properties of the final product and enhancing its antioxidant properties.