



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تأثیر انیسون ستاره‌ای بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رنگ و بافت ماست هم‌زده شیر گاومیش

رضا قاسمی اصل^۱، حسین جوینده^{۲*}، بهروز علیزاده بهبهانی^۳، محمد حجتی^۲

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۲- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

ماست ساده فاقد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی سلامت‌محور به‌ویژه مواد فنلی، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها می‌باشد. امروزه جهت بهبود و افزایش ویژگی‌های سلامت‌محور ماست می‌توان از ترکیبات مختلفی مانند پلی‌فنول‌ها، مواد معدنی، فیبرهای غذایی و نیز ترکیبات مختلف زیست فعال استفاده کرد. بدین منظور، استفاده از گیاهان دارویی معطر و انواع میوه و سبزی در تولید ماست‌های عمل‌گرا موردتوجه قرار گرفته است در سطح جهانی، انیسون ستاره‌ای یک چاشنی بسیار ارزشمند است که به دلیل عطر منحصر به فرد و خواص دارویی‌اش مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، اثر افزودن پودر انیسون ستاره‌ای (SAP) در چهار سطح (۰، ۱/۰، ۲/۰ و ۳/۰ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رنگ، سفتی و پذیرش کلی ماست هم‌زده گاومیش طی دو دوره نگهداری (روز ۱ و ۱۴) بررسی شد. داده‌ها با طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل و نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه‌تحلیل گردید. نتایج نشان داد با افزایش درصد SAP، مقادیر اسیدیته، قرمزی (a^*)، زردی (b^*)، سفتی و پذیرش کلی محصول به‌طور معنی‌داری افزایش و pH، آب‌اندازی و روشنایی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.01$). همچنین زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر بسیاری از ویژگی‌های مورد بررسی داشت و پس از گذشت ۱۴ روز، مقادیر اسیدیته، قرمزی و سفتی افزایش و pH، آب‌اندازی، روشنایی و پذیرش کلی ماست کاهش قابل توجهی یافت. در هر حال، ویژگی زردی با گذشت زمان نگهداری تغییر چشمگیری ($p > 0.05$) نشان نداد. نتایج کلی نشان داد با افزودن ۰/۳ درصد SAP می‌توان ماست هم‌زده گاومیش با خصوصیات کیفی مطلوب تولید نمود.

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۰

تاریخ داوری: ۱۴۰۵/۰۳/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

کلمات کلیدی:

بادیان ختایی،

ماست هم‌زده،

روشنایی،

سینرزیس،

خواص حسی.

DOI:10.48311/fsct.2026.120199.83125

* مسئول مکاتبات:

hosjooy@asnrukh.ac.ir

۱-مقدمه

ماست پرمصرف‌ترین فرآورده تخمیری لبنی است. بنابراین تلاش برای بهبود فرآیند تولید و بالا بردن کیفیت این محصول بسیار ضروری است. ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی انواع مختلف ماست سبب شده است که این محصولات توجه بسیار زیادی از مصرف‌کنندگان را به خود جلب کنند. در میان ویژگی‌های کیفی مختلف، خواص فیزیکوشیمیایی، رنگ و بافت ماست از اهمیت بالایی برخوردارند و می‌توانند به طور مستقیم کیفیت ماست را حتی برای مصرف‌کنندگان عادی تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین، بهبود ویژگی‌های کیفی ماست، مانند pH، رنگ، بافت، ساختار و سایر موارد، در سال‌های اخیر مورد توجه دانشمندان علوم غذایی قرار گرفته است [۱].

گاو میش (*Bubalus bubalis*) گونه‌ای دامی بسیار سازگار است که این ویژگی این حیوان را به دامی مهم در سراسر جهان تبدیل کرده است. علاوه بر نقش گاو میش در بارکشی، این حیوان منبع مهم فرآورده‌های لبنی و گوشتی است و برای مثال شیر گاو میش تقریباً ۱۵ درصد از تولید شیر جهانی را تشکیل می‌دهد [۲]. در مقایسه با شیر گاو، شیر گاو میش حاوی سطوح بالاتری از پروتئین‌های کازئین، مانند α_1 -کازئین، α_2 -کازئین، β -کازئین و κ -کازئین است. نکته قابل توجه این است که سطوح α_2 -کازئین و κ -کازئین تقریباً دو برابر شیر گاو است [۳]. علاوه بر این، شیر گاو میش غلظت بالاتری از لیپیدها، لاکتوز و مواد معدنی دارد و میزان چربی آن تقریباً دو برابر شیر گاو است [۴]. همچنین شیر گاو میش دارای خواص قابل توجهی برای سلامتی است [۵] که عمدتاً به دلیل محتوای غنی آن از ترکیبات زیست فعال مانند δ -

والروباتین و استیل-ال-کارنیتین است. این ترکیبات فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی از خود نشان می‌دهند و به مهار تکثیر سلول‌های سرطانی کمک می‌کنند [۶]. فرآوری محصولات مشتق شده از شیر گاو میش معمولاً متناسب با ویژگی‌های خاص محصولات نهایی انجام می‌شود و نیاز به روش‌های تولید متمایزی دارد. این مداخلات فرآوری به طور سیستماتیک مشخصات ترکیبی و خواص فیزیکوشیمیایی شیر گاو میش را تغییر می‌دهند و در نتیجه بر پتانسیل زیست‌فعالی و ویژگی‌های عملکردی آن تأثیر می‌گذارند [۷].

ماست یکی از محصولات لبنی است که می‌تواند به شکل فراسودمند و حاوی ترکیبات زیست فعال برای بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی محصول تولید شود. استفاده از فرآورده‌های گیاهی به‌ویژه انواع گیاهان دارویی در تولید ماست می‌تواند سبب کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن مانند انواع سرطان، پوکی استخوان، فشارخون، دیابت و بیماری‌های قلبی شود. این گیاهان حاوی ترکیباتی مانند گلوکوزاینولات، آنتی‌اکسیدان‌ها، آنتوسیانین‌ها، لیکوپن، کارتنوئید و ترکیبات فنولیک مثل فلاونوئیدها هستند [۸].

انیسون ستاره‌ای، که با نام علمی *Illicium verum* Hook. F. شناخته می‌شود، متعلق به خانواده Magnoliaceae است. نام آن، که از کلمه لاتین "Illicere" به معنای "اغوا کردن" گرفته شده است، نشان دهنده عطر جذابی است که از شاخه‌ها و برگ‌های آن ساطع می‌شود [۹]. این گونه همیشه سبز دارای میوه‌های هشت ضلعی شبیه ستاره است (شکل ۱). این گیاه نه تنها طعم سایر غذاها را بهبود می‌بخشد، بلکه عطر دلپذیری نیز به آن می‌بخشد [۱۰].



Figure 1. Star anise and its powder

در هر حال، تا کنون گزارشی در مورد استفاده از گیاه بادیان ختایی یا ستاره‌ای در فرمولاسیون مواد غذایی گزارش نشده است. پژوهش جوینده و علیزاده بهبهانی [۱۴] نشان داد که افزودن عصاره فلفل دلمه‌ای به خصوص نوع قرمز آن سبب تغییرات قابل توجهی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رنگ نمونه‌های ماست گردید. نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای از pH، سینرزیس و روشنایی کمتری نسبت به ماست شاهد برخوردار بودند، درحالی‌که میزان ماده خشک و شاخص‌های رنگی a^* و b^* آن‌ها بالاتر بود. این محققین بیان کردند که علت بیشتر بودن شاخص‌های رنگی a^* و b^* احتمالاً به دلیل ترکیبات کاروتنوئیدی بیشتر نمونه‌های غنی شده است. با توجه به اهمیت میزان سینرزیس ماست در قابلیت پذیرش مصرف‌کننده و تأثیر افزودن آن در کاهش سینرزیس، این محققین استفاده از انواع عصاره‌های فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های گوناگون را در فرمولاسیون این محصول توصیه نمودند. ساعتلو و همکاران [۱۵] نشان دادند که استفاده از گیاه پنیرک در فرمولاسیون ماست میوه‌ای تأثیر معنی‌داری بر اسیدیته و همچنین pH نداشت، اما ماده خشک نمونه‌ها با افزایش پنیرک به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$). با افزایش غلظت پنیرک تا مقدار ۱ درصد، آب اندازی نمونه‌ها کاهش و ویسکوزیته افزایش پیدا کرد اما افزایش ۱/۵ درصد پنیرک موجب افزایش آب اندازی و کاهش ویسکوزیته شد. نتایج ارزیابی شاخص‌های رنگ نشان داد که استفاده از پنیرک در تهیه ماست موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های L^* و a^* نمونه‌های ماست شد. نتایج ارزیابی خواص حسی نمونه‌های ماست نشان داد که نمونه کنترل و نمونه حاوی ۰/۵ درصد پنیرک بیش‌ترین امتیاز خواص حسی (رنگ و طعم) را کسب کرد. کمترین امتیاز نیز مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد پنیرک بود. بر اساس نتایج این بررسی، بهترین ویژگی‌های کیفی نظیر ویسکوزیته، سینرزیس و ماده خشک ماست (باوجود پایین‌تر بودن خواص حسی) هنگام استفاده از ۱ درصد پنیرک به دست

توزیع و تقاضای جهانی برای انیسون ستاره‌ای بسیار گسترده است. انیسون ستاره‌ای، آب و هوای نیمه‌گرمسیری با زمستان‌های گرم و تابستان‌های خنک را ترجیح می‌دهد که عمدتاً در شرق آسیا، جنوب شرقی آسیا و جنوب آمریکای شمالی توزیع شده است. بخش عمده انیسون ستاره‌ای در شرق آسیا (جنوب چین) تولید می‌شود و پس از آن مناطق و کشورهای مانند ویتنام، کامبوج، میانمار، سوماترا در اندونزی و کالیمانتان در فیلیپین قرار دارند. در آمریکای شمالی، انیسون ستاره‌ای عمدتاً در مکزیک، هائیتی و ایالت فلوریدا یافت می‌شود [۱۱].

کشورهای مختلف از انیسون ستاره‌ای به روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند که فراتر از نقش سنتی آن به عنوان چاشنی است. در طب چینی، میوه‌های آن از دیرباز به دلیل فواید درمانی‌شان مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند، در حالی که در آمریکای لاتین، چای انیسون ستاره‌ای معمولاً برای درمان قولنج نوزادان تجویز می‌شود. در اروپا، چای انیسون ستاره‌ای برای تسکین استرس مصرف می‌شود. انیسون ستاره‌ای که با خواص گرم‌کننده و طعم تند خود مشخص می‌شود، فواید دارویی متعددی از جمله گرم کردن بدن و رفع سرماخوردگی ارائه می‌دهد. همچنین از این گیاه برای درمان دردهای روماتیسمی، جراحات، ناراحتی‌های شکمی و سایر بیماری‌های مرتبط با سرما استفاده می‌شود. تحقیقات مدرن، ترکیبات زیست فعال زیادی را در ریشه‌ها، برگ‌ها و میوه‌های آن شناسایی کرده است که دارای خواص حشره‌کشی، ضد باکتری، ضد التهابی، ضد درد و سایر خواص مفید هستند [۱۲]. فراتر از کاربردهای دارویی، عصاره‌های میوه‌ها و دانه‌های انیسون ستاره‌ای در عطرها، خمیردندان‌ها، صابون‌ها، لوازم آرایشی و مواد دافع حشرات نیز استفاده می‌شوند [۱۳].

همان‌گونه که اشاره شد، امروزه استفاده از انواع گیاهان دارویی و همچنین سبزیجات معطر در فرمولاسیون مواد غذایی منجمله ماست مورد توجه محققین قرار گرفته است.

شد. پس از فرایند حرارتی شیر گاومیش حاوی ۴/۵ درصد چربی (دمای °C ۹۰ به مدت ۱۵ دقیقه)، شیر به دمای °C ۴۵ سرد شد. با توجه به دستور آماده سازی کشت آغازگر ماست، مقداری پودر لیوفیلیزه آغازگر (۰/۰۵ درصد، وزنی/حجمی) به شیر اضافه گشت. پس از تخمیر و رسیدن اسیدیته به ۹۰ درجه دورنیک، آغازگر ماست در یخچال نگهداری و هنگام استفاده و تهیه ماست به میزان ۳ درصد به شیر اضافه شد. انیسون ستاره‌ای از یک مغازه محلی در اصفهان تهیه شد و پس از تمیز کردن و شستشوی آن، پودر انیسون تهیه شد. برای این منظور انیسون ستاره‌ای در آون (مدل Heraeus، مدل UT ۵۰۴۲، آلمان) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزنی ثابت خشک شدند. سپس انیسون خشک شده با آسیاب برقی خانگی (مولینکس، مدل ۳۲۰، اسپانیا) پودر شد و جهت به‌دست‌آوردن ذرات با اندازه‌ی یکنواخت، از الک با مش ۳۵ و قطر ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شد [۱۸].

۲-۲- روش تهیه نمونه‌های ماست هم‌زده

نمونه‌های ماست هم‌زده گاومیش (۴/۵ درصد چربی) با استناد به روش یدملت و همکاران [۱۷] تولید شدند. در ابتدا شیر خشک بدون چربی به میزان ۲ درصد به ۵ کیلوگرم شیر گاومیش استریل اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه جهت اطمینان از هیدراته‌شدن کامل پروتئین‌ها بخوبی با آن مخلوط شد. همانند روش تهیه آغازگر ماست، شیر گاومیش در دمای °C ۹۰ به مدت ۱۵ دقیقه تحت فرایند حرارتی قرار گرفت و تا دمای تلقیح (°C ۴۵) سرد گشت. سپس شیر تلقیح شده (حاوی ۳ درصد ماست) به گرمخانه منتقل و در دمای °C ۴۳ به مدت حدود ۴ ساعت (تا رسیدن pH به ۴/۵) گرمخانه‌گذاری شد. در ادامه ماست تهیه شده به یخچال (دمای °C ۷) منتقل شد. در روز پس از تولید، پودر انیسون ستاره‌ای با نسبت‌های مختلف و در ۴ سطح ۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد (w/w) به ماست اضافه شد و به‌خوبی مخلوط گردید. نمونه‌های ماست در ظروف پلاستیکی درب‌دار ۱۰۰ سی‌سی بسته‌بندی شدند و تا انجام

آمد؛ درهرحال، امتیاز حسی نمونه‌های حاوی ۱ درصد در محدوده خوب و قابل‌قبول قرار داشت. لذا این محققین استفاده از پودر پنیرک به مقدار ۱ درصد را جهت تولید موفقیت‌آمیز ماست گاومیش میوه‌ای زردآلو پیشنهاد نمودند. در مطالعه‌ای دیگر، حیدری و همکاران [۱۶] در بررسی تأثیر افزودن پودر گیاه تاج‌خروس به ماست چکیده گزارش نمودند که افزودن این گیاه به ماست چکیده باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ماست چکیده می‌شود. همچنین نتایج آزمون‌های رئولوژی نشان داد افزودن پودر تاج‌خروس رفتار رقیق شوندگی با برش را در نمونه‌های غنی‌شده تقویت می‌کند و سبب کاهش سطح مدول الاستیک نمونه‌های غنی‌شده نسبت به نمونه‌های شاهد می‌شود؛ هرچند در بین نمونه‌های غنی‌شده، مدول الاستیک مربوط به نمونه‌ی ۳٪ بیشتر از نمونه‌های ۱ و ۶ درصد تعیین شد. از نظر پذیرش کلی، ماست چکیده حاوی ۱ درصد پودر دانه‌ی تاج‌خروس بیشترین میزان مطلوبیت را نسبت به نمونه‌های دیگر ماست چکیده کسب نمود. همچنین pH نمونه‌ها در طول دوره نگهداری با افزودن پودر گیاه تاج‌خروس به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p < 0/05$).

با توجه به بررسی مطالعات انجام‌شده، تاکنون پژوهشی در زمینه بررسی تأثیر افزودن گیاه بادیان ختایی (ستاره‌ای) روی کیفیت فراورده‌های لبنی منجمله ماست هم‌زده گاومیش انجام نشده است. بنابراین، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر استفاده از پودر انیسون ستاره‌ای بر خواص فیزیکوشیمیایی، رنگ، بافت و پذیرش کلی ماست هم‌زده گاومیش طی مدت ۱۴ روز نگهداری در یخچال می‌باشد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

نمونه‌های ماست گاومیش هم‌زده با استفاده از شیر استریل ۴/۵ درصد چربی (شرکت پگاه خوزستان، شوش) تهیه شدند. آغازگر ماست با روش یدملت و همکاران [۱۷] تولید

دقیقه و در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد سانتی‌فیوژ شدند. بعد از سانتی‌فیوژ کردن، سرم شفاف آزاد شده در بالای لوله آزمایش توزین شد. از تقسیم میزان آب آزاد شده به میزان وزن ماست اولیه، میزان آب اندازی به صورت درصد محاسبه گردید [۲۰].

۲-۴- ویژگی‌های رنگ نمونه‌های ماست

رنگ نمونه‌های ماست در طی رسیدن با استفاده از رنگ‌سنج مینولتا سری CR4۰۰، ساخت ژاپن انجام گرفت که در آن L^* (L value)، b^* (b value) و a^* (a value) به ترتیب نشان‌دهنده سفیدی، زردی و قرمزی می‌باشد [۲۱].

۲-۵- آزمون بافت

جهت بررسی تأثیر افزودن پودر انیسون ستاره‌ای روی بافت ماست، از دستگاه سنجش بافت^۲ TA.XT.PLUS (Micro stable system، ساخت انگلستان) استفاده شد. از پروب استوانه‌ای با قطر ۰/۵ میلی‌متر (شماره P/5) با سرعت پیشانی ۲ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت حرکت آزمون ۱ متر بر ثانیه استفاده گردید و پروب تا عمق ۱۰ میلی‌متر از نمونه پایین رفت. در این تحقیق پارامتر سفتی بافت (بیشترین نیروی فشردگی لازم در فرو رفتن پروب به داخل نمونه) بر حسب میلی‌گرم نیرو اندازه‌گیری شد [۲۲].

۲-۶- ارزیابی پذیرش کلی ماست

امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های ماست هم‌زده گاومیش توسط ۲۰ ارزیاب (اساتید و دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان) به روش هدونیک (ترجیحی) ۹ نقطه‌ای در مدت ۱۴ روز نگهداری در یخچال تعیین شد [۲۳].

۲-۷- آنالیز آماری

آزمون‌ها (فیزیکوشیمیایی، رنگ، بافت، و پذیرش کلی) طی مدت ۱۴ روز (زمان‌های ۱ و ۱۴ روز) در یخچال نگهداری شدند. تمامی نمونه‌های ماست در ۳ تکرار تولید و همچنین آزمون‌های مربوطه در سه تکرار انجام شد. نمونه ماست فاقد پودر انیسون قرمز یا بادیان ختایی نیز به عنوان نمونه شاهد تولید شد.

۲-۳- ارزیابی فیزیکوشیمیایی نمونه‌های ماست

۲-۳-۱- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مطابق روش AOAC [۱۹] اندازه‌گیری شد. برای این کار ابتدا pH متر توسط بافر ۷ و ۴ کالیبره شد. سپس پروب دستگاه کاملاً درون نمونه قرار داده شد و پس از ثابت شدن عدد دستگاه، مقدار pH خوانده و یادداشت گردید.

به منظور اندازه‌گیری اسیدیته از روش تیتراسیون استفاده شد [۱۹]. در این روش نسبت ۱:۱ از نمونه و آب مقطر درون یک بشر شیشه‌ای توزین شد و سپس ۲ تا ۳ قطره معرف فنل فتالین به عنوان شناساگر به آن اضافه شد. مخلوط نهایی به وسیله محلول سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ تیتراژ شد. حجم سود مصرفی یادداشت شد. به منظور محاسبه درصد اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک از معادله (۱) استفاده شد.

$$\text{معادله (۱)} = \frac{N \times 0.09 \times 100}{M} = \text{درصد اسیدیته}$$

N: میلی لیتر سود مصرفی

M: وزن نمونه اولیه

۲-۳-۲- آب‌اندازی یا سینرزیس ماست

جهت اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی یا سینرزیس، ۳۰ تا ۴۰ گرم از نمونه ماست در لوله‌های سانتی‌فیوژ وزن شد و سپس لوله‌ها در سانتی‌فیوژ با شتاب ۲۲۲ g به مدت ۱۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تأثیر متغیرهای مورد بررسی بر مقادیر pH و اسیدیته ماست

جدول ۱ ضرایب رگرسیون پاسخ‌های pH، اسیدیته، آب-اندازی، ویژگی‌های رنگ (روشنایی، قرمزی و زردی) و سفتی نمونه‌های ماست تولیدی را نشان می‌دهد.

در این پژوهش تعداد ۴ تیمار ماست (حاوی مقادیر مختلف پودر انیسون ستاره‌ای: ۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) تولید شد و ویژگی‌های نمونه‌های ماست طی مدت نگهداری (۱ و ۱۴ روز) در یخچال بررسی شد. نتایج تحقیق با استفاده طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل توسط نرم افزار SPSS تجزیه تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. تمامی نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید.

Table 1. Results of analysis of variance (ANOVA) of the effect of star anise powder (SAP) on the physicochemical properties, color, and firmness of buffalo milk stirred yogurt during 14 days of storage at 4°C.

Treatments	df	pH	Acidity	Syneresis	Color values			Hardness
					L*	a*	b*	
SAP	3	0.089***	84.308***	5.118***	730.715***	85.162***	39.952***	1647.67***
Storage	1	0.311***	405.164***	2.761*	112.883***	0.952*	0.406 ^{NS}	116.909**
SAP×Storage	3	0.001 ^{NS}	6.893 ^{NS}	0.064 ^{NS}	0.286 ^{NS}	0.052 ^{NS}	0.087 ^{NS}	1.668 ^{NS}
Error	16	0.003	1.718	0.388	0.543	0.135	0.307	10.038

NS, *, ** and *** indicate non-significance and significance at the $p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$ levels, respectively.

مقادیر زیر بازدارندگی، ترکیبات بازدارنده میکروبی می‌توانند به عنوان عوامل استرس‌زای خفیف عمل کنند و متابولیسم باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) را تحریک کنند. هر چند پودر SAP حاوی ترکیبات ضد میکروبی مختلفی به‌ویژه مواد فنلی است، اما یک دوز غیرکشنده از این ترکیبات ممکن است به عنوان یک محرک عمل کند و "حافظه سلولی"^۳ ایجاد کند، در حالی که غلظت بالا ممکن است با ایجاد تداخل در فرایند جذب مواد مغذی، تأثیر بر یکپارچگی غشا یا عدم تعادل pH بر رشد و زنده ماندن باکتری‌ها اثر منفی بگذارد [۲۴]. در تأیید این نتایج، زایکا و کسینجر [۲۵]. گزارش کردند که مرزنجوش برحسب مورد می‌تواند موجب تحریک، تأخیر، و یا جلوگیری از رشد

شکل ۲ تأثیر مقادیر مختلف SAP بر تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های ماست هم‌زده گاو میش را نشان می‌دهند. همانطور که مشاهده می‌شود، تغییرات اسیدیته نمونه‌ها نشان داد که با افزایش درصد SAP، اسیدیته به‌طور معنی‌داری از ۹۸/۱۵ درجه دورنیک (نمونه شاهد) به ۱۰۷/۰۱ درجه دورنیک افزایش یافت. همچنین با افزایش درصد SAP، pH نمونه‌های ماست نسبت به نمونه شاهد کاهش معنی‌داری یافت ($p < ۰/۰۰۱$). کاهش pH و افزایش اسیدیته ماست در نتیجه افزودن پودر انیسون ستاره‌ای احتمالاً به دلیل اثر تحریک‌کنندگی این پودر بر باکتری‌های آغازگر ماست است چرا که مشخص شده است که در

به‌علاوه نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان pH کاهش و اسیدیته افزایش معنی‌داری یافت ($p < 0.001$). با توجه به گذشت زمان نگهداری و روند طبیعی اسیدی شدن ماست بر اثر فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک و تولید اسید لاکتیک، این تغییرات دور از انتظار نیست [۲۸]. کاهش pH و افزایش اسیدیته ماست طی مدت زمان نگهداری در یخچال توسط سایر محققین گزارش شده است [۲۳ و ۲۹].

باکتری‌های لاکتیک شود. به علاوه علت افزایش اسیدیته در حضور SAP ممکن است به‌دلیل سرکوب رقباتی باکتری‌های LAB باشد که در نتیجه سبب افزایش جمعیت باکتری‌های آغازگر شده و در نهایت مقدار اسید لاکتیک را افزایش می‌دهد [۲۶]. هیدرولیز پیوندهای گلیکوزیدی توسط باکتری‌های آغازگر ماست نیز ممکن است گروه‌های آسیل را به داخل ماتریکس آزاد کند و pH را کاهش دهد [۲۷].

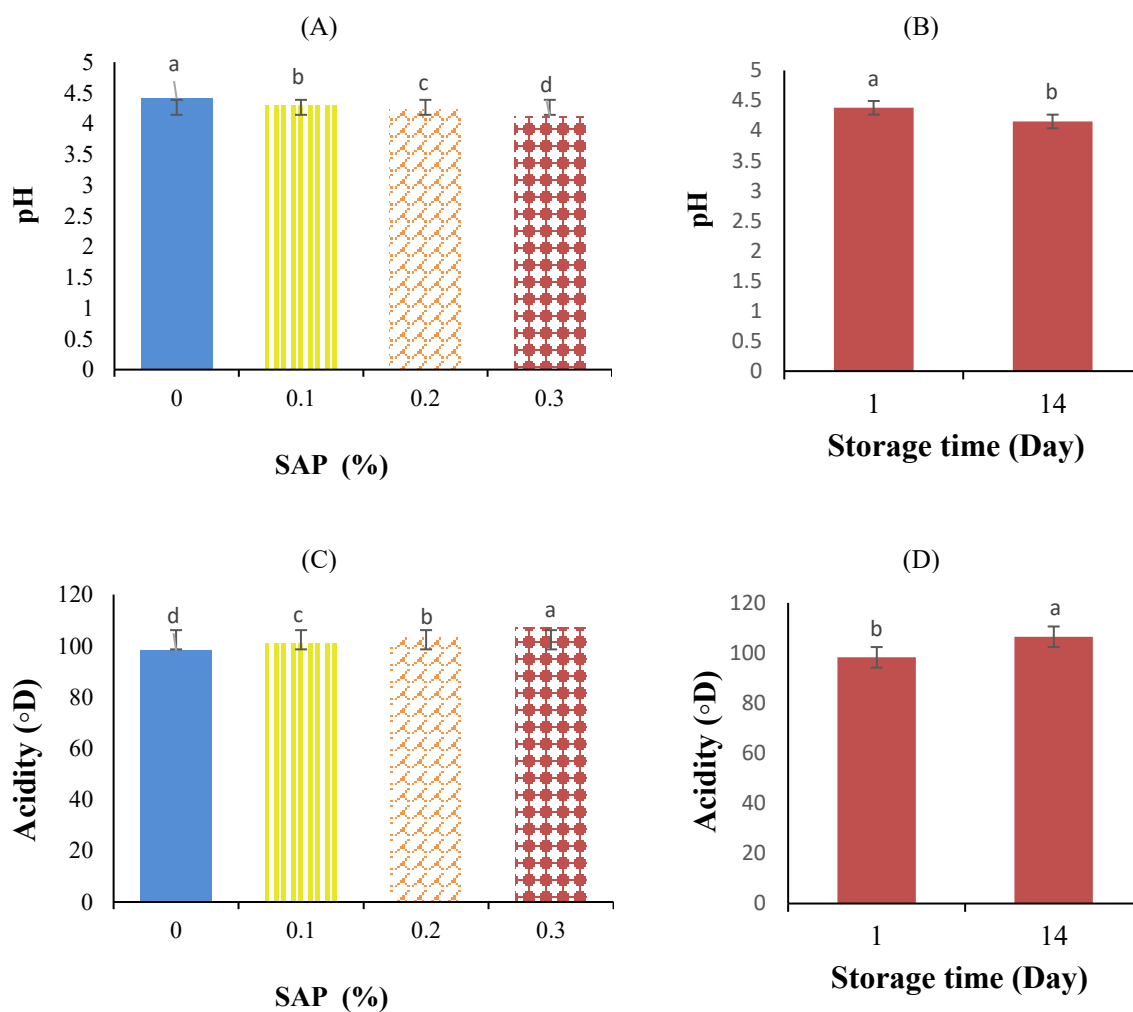


Figure 2. Effect of adding different amounts of star anise powder (SAP) on pH and acidity of buffalo yogurt samples during 14 days of refrigerated storage

گاویش را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش درصد SAP، آب‌اندازی نمونه‌های ماست کاهش معنی‌داری یافت ($p < 0.001$)؛ به‌طوری که نمونه شاهد با ۱۰/۲ درصد دارای بیشترین آب‌اندازی و نمونه دارای ۰/۳ درصد SAP با ۸/۱۰ درصد دارای کمترین مقدار آب‌اندازی بود.

۳-۲- بررسی آب‌اندازی (سینرزیس)

یکی از ویژگی‌های کیفی مهم ماست، مقدار آب‌اندازی یا سینرزیس ماست است که تأثیر مهمی بر پذیرش مصرف‌کننده دارد. شکل ۳ تأثیر مقادیر مختلف SAP بر تغییرات سینرزیس یا آب‌اندازی نمونه‌های ماست هم‌زده

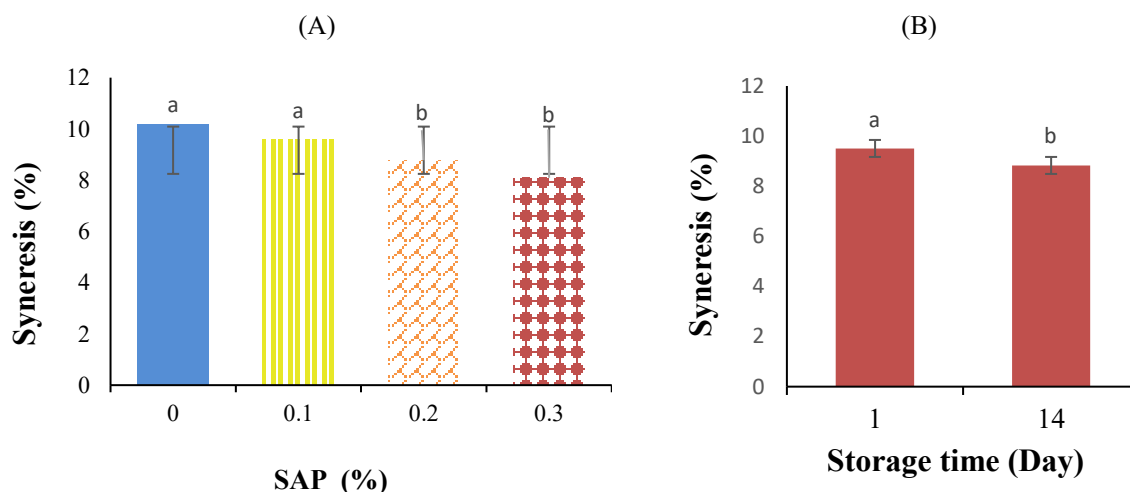


Figure 3. Effect of adding different amounts of star anise powder (SAP) on syneresis of buffalo yogurt samples during 14 days of refrigerated storage

افزایش مقدار SAP، اما مقدار رهایش آب ماست کاهش یافته است. ژانگ و همکاران [۳۲] نشان دادند که با افزودن پودر عصاره آب برگ مورینگا به ماست، مقادیر سینرزیس کاهش و ظرفیت نگهداری آب افزایش یافت که این نتایج می‌تواند به دلیل برخی تعاملات بین پروتئین‌های ماست و اجزای عصاره مورینگا باشد، جایی که به نظر می‌رسد ماتریس ژل ماست با افزودن عصاره مورینگا افزایش یافته و در نتیجه می‌تواند سرم ماست بیشتری را در خود نگه دارد [۳۲]. به‌علاوه، حتی غلظت‌های پایین پلی‌ساکاریدها یا پروتئین‌های گیاهی می‌تواند از طریق رابط‌های الکترواستاتیک یا پیوند هیدروژنی با میسل‌های کازئین تعامل داشته

کاهش سینرزیس با وجود pH پایین‌تر ماست هنگام افزودن پودر انیسون ستاره‌ای (SAP) می‌تواند به دلیل ذرات مواد جامد SAP (فیبرها، پلی‌ساکاریدها، و پروتئین‌ها) و ترکیبات هیدروکلوئید مانند باشد که ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده و شبکه ژل ماست را تقویت می‌کنند [۳۰]. در این زمینه واکنش پلی‌فنول‌های SAP و پروتئین ماست می‌تواند ساختار پروتئین را تغییر داده و میل ترکیبی پروتئین را بهبود بخشد و در نتیجه انسجام پروتئین را افزایش دهد [۳۱]. این اثرات فیزیکی/کلوئیدی می‌تواند بر اثر تضعیف اسیدی شدن بر ژل کازئین غلبه کنند. بنابراین در این تحقیق با وجود افزایش میزان اسیدیته نمونه‌های ماست همگام با

باشند و بر روند تشکیل ژل تأثیرگذار باشند و از طرفی تعادل بین نیروهای مویرگی و انسجام شبکه را تغییر دهند [۳۳]. کاهش آب-اندازی ماست در نتیجه افزودن پودرهای گیاهی همانند چای سبز و قهوه سبز [۳۴]، پودر عصاره برنج برنجک یا رایس بری^۵ [۳۵] و پودر گوجه فرنگی تهیه شده به روش کولد بریک^۶ [۳۶] قبلاً گزارش شده است. در هر حال، برخلاف نتایج این تحقیق، ویدانا گامیج و همکاران [۲۷] افزایش سینرزیس در ماست را در نتیجه افزودن پودر عصاره آنتوسیانین گل نخود آبی^۷ گزارش کرده‌اند.

همچنین تغییرات آب‌اندازی نمونه‌ها طی مدت نگهداری نشان داد با افزایش روزهای نگهداری، مقدار آن به‌طور معنی‌داری از ۹/۵۱ درصد در نمونه تازه ماست به ۸/۸۳ درصد در پایان ۱۴ روز نگهداری کاهش یافت. در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر، کاهش میزان سینرزیس طی دوره نگهداری در ماست‌های غنی شده با انواع مختلف صمغ گیاهی [۳۷ و ۳۸] و گیاه پنیرک [۳۹] گزارش شده است. کاهش سینرزیس در طول زمان به افزایش تعداد و قدرت پیوندهای بین اجزای تشکیل‌دهنده ساختار ژل در دماهای پایین نسبت داده شده است [۳۸].

۳-۳- بررسی ویژگی‌های رنگ

با توجه به تأثیر مهم رنگ بر کیفیت فرآورده‌های لبنی و تأثیر آن بر پذیرش مصرف‌کننده، شاخص‌های رنگ نمونه‌های ماست اندازه‌گیری شد. شکل ۴ تأثیر مقادیر مختلف SAP بر تغییرات ویژگی‌های رنگ نمونه‌های ماست هم‌زده گاویش را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار SAP، رنگ نمونه‌های ماست تغییرات معنی‌داری یافت ($p < 0/001$). نتایج نشان داد که با افزایش میزان SAP، مقدار روشنایی کاهش و در مقابل مقادیر قرمزی و زردی افزایش یافت. در میان تیمارهای مختلف، نمونه شاهد با ۸۱/۲۷ دارای بیشترین میزان روشنایی و

نمونه دارای ۰/۳ درصد SAP با ۵۵/۷۷ دارای کمترین مقدار روشنایی بود (شکل ۴-۱). همچنین با افزایش درصد SAP، میزان قرمزی از ۴/۶۳- در نمونه شاهد به ۴/۰۵ افزایش یافت (شکل ۴-۲)، در حالی که این مقادیر برای شاخص زردی از ۱۹/۴۲ به ۶۳/۵۱ افزایش یافت (شکل ۴-۳). مطابق با نتایج این پژوهش، جوینده و علیزاده بهبهانی [۱۴] نشان دادند که افزودن عصاره فلفل دلمه‌ای به‌خصوص نوع قرمز آن سبب تغییرات قابل‌توجهی در ویژگی‌های رنگ نمونه‌های ماست گردید. نمونه‌های حاوی عصاره فلفل دلمه‌ای از روشنایی کمتری نسبت به ماست شاهد برخوردار بودند، درحالی‌که شاخص‌های رنگی a^* و b^* آن‌ها بالاتر بود. این محققین بیان کردند که علت بیشتر بودن شاخص‌های رنگی a^* و b^* به دلیل وجود ترکیبات کاروتنوئیدی در عصاره فلفل دلمه‌ای و در نتیجه مقادیر بالاتر آن در نمونه‌های غنی شده ماست است. با توجه به اهمیت میزان سینرزیس ماست در قابلیت پذیرش مصرف‌کننده و تأثیر افزودن عصاره فلفل دلمه‌ای در کاهش سینرزیس، این محققین استفاده از انواع عصاره‌های فلفل دلمه‌ای با رنگ‌های گوناگون را در فرمولاسیون این محصول توصیه نمودند. ساعتلو و همکاران [۱۵] نیز در بررسی استفاده از گیاه پنیرک در فرمولاسیون ماست میوه‌ای نشان دادند که استفاده از پنیرک در فرمولاسیون ماست موجب کاهش معنی‌دار شاخص L^* گردید، اما برخلاف نتایج تحقیق حاضر شاخص a^* نمونه‌های ماست نیز به دلیل مقادیر بالای کلروفیل موجود در گیاه پنیرک کاهش یافت. جوینده و همکاران [۴۰] در تحقیقی در مورد بهینه‌یابی فرمولاسیون ماست پروبیوتیک حاوی پوره بادمجان براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی نشان دادند که افزودن پالپ بادمجان تأثیر معنی‌داری ($p < 0/05$) بر میزان کاهش شاخص روشنایی نمونه‌ها داشت. این محققین این علت را به دلیل تیره شدن رنگ محصول در نتیجه افزودن بادمجان و تأثیر فیبر بر میزان ترکیبات سرمی موجود در ماست نسبت دادند.

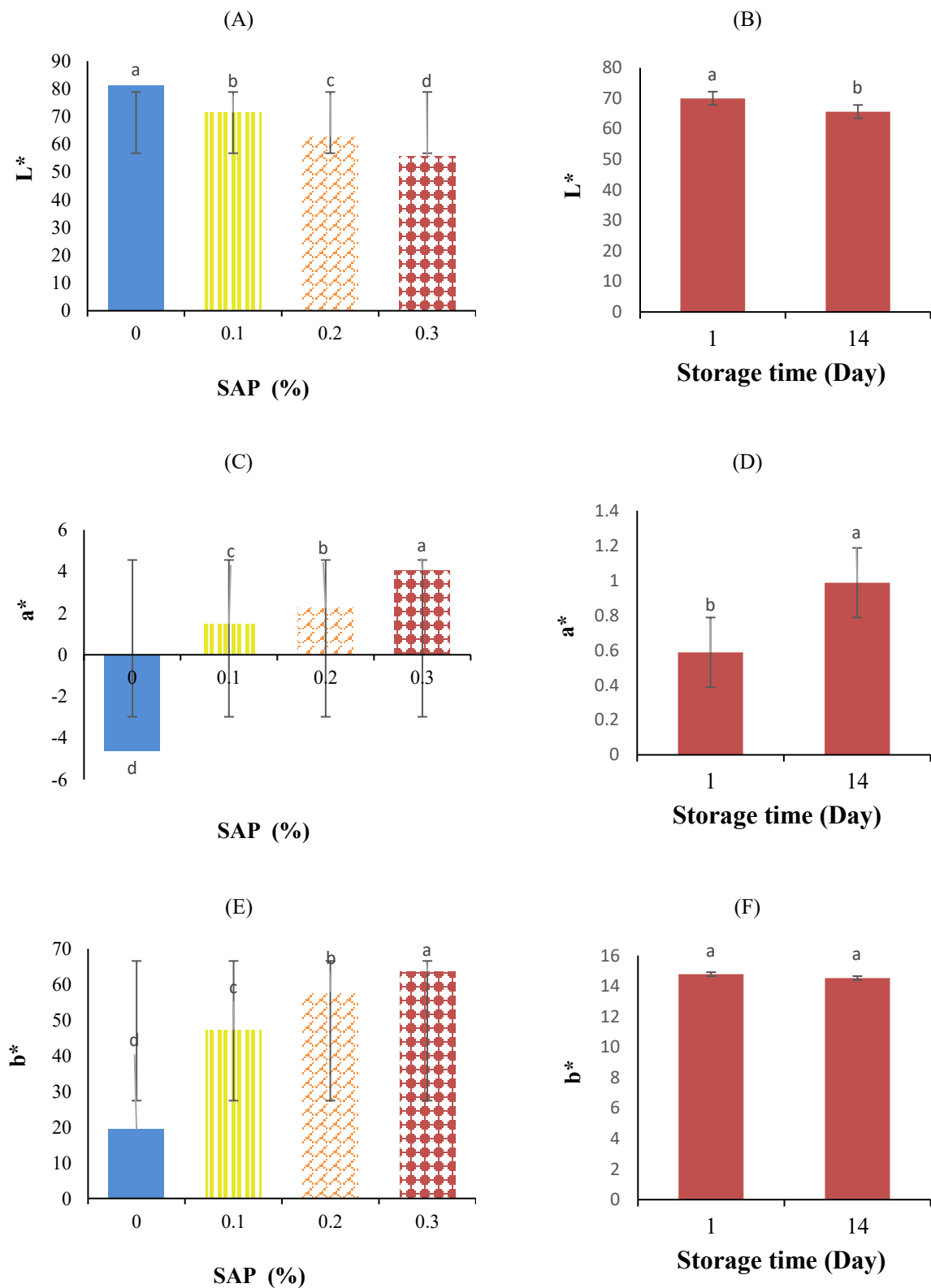


Figure 4. Effect of adding different amounts of star anise powder (SAP) on color characteristics of buffalo yogurt samples during 14 days of refrigerated storage

این تغییرات معنی‌دار نشد (شکل ۴-F). جوینده و علیزاده بهبهانی [۱۴] نیز در مطالعه‌ای مشابه گزارش کردند که شاخص زردی نمونه‌های ماست حاوی ۵٪ عصاره فلفل دلمه‌ای در طی ۲۱ روز نگهداری تفاوت قابل‌توجهی نکرد و مقدار b^* به‌طور جزئی از ۱۶/۵۳ به ۱۶/۳۷ کاهش یافت. کاهش زردی ماست طی مدت نگهداری ممکن است ناشی از تجزیه رنگدانه‌های موجود در محصول باشد [۴۶]. نتایج این پژوهش با گزارش خلیفا و گوما [۴۷] هم‌راستا است؛ آن‌ها کاهش مقدار b^* نوشیدنی‌های ماست حاوی رنگدانه‌های استخراج‌شده از ترکیباتی مانند کاسه گل چای-ترش، پوست پیاز زرد و بادام‌زمینی را در طول نگهداری گزارش کردند. برخلاف نتایج این تحقیق، گارسیا و همکاران [۴۲] افزایش شاخص زردی نمونه‌های ماست را طی نگهداری سرد گزارش کردند و دلیل آن را به بی‌ثباتی ناشی از اسیدی شدن میسل‌های کازئین و در نتیجه تجمع پروتئین و بازآرایی ساختاری آن نسبت داده‌اند. علاوه بر این، افزایش زردی یا مقدار b^* بالاتر ماست در طول نگهداری سرد می‌تواند به دلیل تخریب و اکسیداسیون آنزیمی یا غیر آنزیمی رنگدانه‌های طبیعی مانند کاروتنوئیدها در ترکیبات میوه و سبزیجات یا رنگ‌های اضافه شده به محصول باشد. همچنین واکنش‌های میلارد یا فعل و انفعالات بین پروتئین‌ها و قندهای کاهنده باقی‌مانده - حتی در دمای سرد در طولانی مدت - می‌تواند رنگ زرد تا قهوه‌ای تولید کنند [۴۸].

۴-۳- بررسی سفتی ماست

سفتی ماست را می‌توان بیشینه نیروی اندازه‌گیری شده هنگام ورود پروب دستگاه بافت‌سنج به داخل نمونه تعریف نمود [۴۹]. تأثیر مقدار درصد افزودن SAP و زمان نگهداری بر سفتی نمونه‌های ماست در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس این نمودارها، با افزایش میزان SAP و همچنین زمان نگهداری، میزان سفتی نمونه‌ها افزایش یافت و نمونه حاوی ۰/۳ درصد SAP در پایان ۱۴ روز نگهداری بالاترین سفتی از خود نشان داد. همانطور که در شکل ۵-A

علاوه بر افزودن SAP، متغیر زمان نگهداری نیز سبب تغییرات معنی‌داری بر ویژگی‌های روشنایی ($p < ۰/۰۰۱$) و قرمزی ($p < ۰/۰۵$) نمونه‌های ماست شد؛ اما ویژگی زردی نمونه‌ها طی مدت نگهداری دستخوش تغییرات قابل‌توجهی نشد ($p = ۰/۲۶۷$). با گذشت زمان نگهداری، میزان روشنایی نمونه‌ها از ۷۰/۰۰ به ۶۵/۶۴ کاهش یافت (شکل ۴-B). علت این پدیده می‌تواند کاهش پخش نور ناشی از افزایش هیدراتاسیون پروتئین‌ها در طول نگهداری و در نتیجه کاهش فضاهاى آب‌پنیری در محصول باشد [۴۱]. گارسیا و همکاران [۴۲] نیز گزارش کردند که کاهش روشنایی ماست طی نگهداری، همبستگی مستقیم با کاهش pH دارد. مشابه نتایج این پژوهش، مهدیزاده و همکاران [۴۳] نیز کاهش معنی‌دار روشنایی در ماست‌های میوه‌ای را در مدت نگهداری گزارش کرده‌اند. برخلاف نتایج این تحقیق، جوینده و همکاران [۴۰] افزایش روشنایی ماست حاوی بادمجان را طی مدت ۱۴ روز نگهداری در یخچال گزارش نمودند. این محققین علت افزایش شاخص L^* نمونه‌های ماست پروبیوتیک حاوی بادمجان طی نگهداری را تجزیه ترکیبات رنگی به‌ویژه ترکیبات آنتوسیانین و کاروتنوئیدی موجود در بادمجان عنوان نمودند.

همان‌طور که در شکل ۴-D می‌توان مشاهده نمود، پس از گذشت ۱۴ روز نگهداری، شاخص a^* یا شدت سبزمی در نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت؛ به‌طوری‌که کمترین مقدار آن (۰/۵۹) در ابتدای دوره نگهداری و بیشترین میزان قرمزی a^* (۰/۹۹) در روز ۱۴ مشاهده شد. از آنجا که سینرسیس در ماست، موجب رها شدن سرم حاوی ربیوفلاوین که رنگ سبز را به ماست القا می‌کند، می‌گردد، می‌توان یکی از دلایل احتمالی افزایش a^* (کاهش سبزمی) در اثر افزودن SAP و گذشت زمان نگهداری را به کاهش سینرسیس در این زمینه نسبت داد [۴۴ و ۴۵].

در ارتباط با شاخص b^* ، نتایج بررسی نشان داد که شاخص زردی طی تیمارهای ماست دوره نگهداری از ۱۴/۷۸ به ۱۴/۵۲ کاهش یافت اما همان‌طور که اشاره گردید

و همکاران [۵۱] مطابقت دارد، که در آن توسعه یک شبکه ژل قوی‌تر با ویسکوزیته‌ای بالاتر را هنگام استفاده از گودو در تولید ماست شبه‌لبنی گزارش کردند. در هر حال، بر خلاف نتایج تحقیق حاضر یانگ و همکاران [۵۲] در بررسی افزودن عصاره زنجبیل به ماست کاهش سفتی را با افزایش میزان عصاره زنجبیل گزارش کردند و دلیل آن را افزایش رقت محصول و همچنین به هم ریختگی شبکه کازئینی و عدم تشکیل ژل مناسب به علت کاهش اسیدیته ماست عنوان کردند. علت افزایش سفتی ماست در نتیجه افزودن پودر انیسون ستاره‌ای همان‌گونه که در بخش نتایج pH و اسیدیته عنوان شد می‌تواند به دلیل اثر تحریک کنندگی این پودر بر باکتری‌های آغازگر ماست و افزایش اسیدیته و تراکم بیشتر میسل‌های کازئین باشد [۲۸].

نشان داده شده است، نمونه شاهد با ۱۰۵/۰۴ میلی گرم نیرو و نمونه حاوی ۰/۳ درصد SAP با ۱۴۲/۹۵ میلی گرم نیرو به ترتیب دارای کمترین و بیشترین سفتی بودند.

در نتایج مشابه، کالکان و همکاران [۵۰] در بررسی خواص فیزیکی، بافتی، میکروبیولوژیکی و زیست فعال ماست پروبیوتیک غنی شده با نسبت های مختلف شیر فندق (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد) در طول ۲۱ روز نگهداری در یخچال نشان دادند که با افزایش نسبت شیر فندق اضافه شده به ماست پروبیوتیک، میزان سفتی افزایش معنی داری می‌یابد. همانطور که قبلاً ذکر شد، مقادیر کمتر آب اندازی ماست (جداسازی سرم) در نمونه‌های غنی شده با SAP به دلیل بهبود ظرفیت نگهداری آب می‌تواند منجر به افزایش انسجام و سفتی محصول شود. این نتایج با یافته‌های جیانو

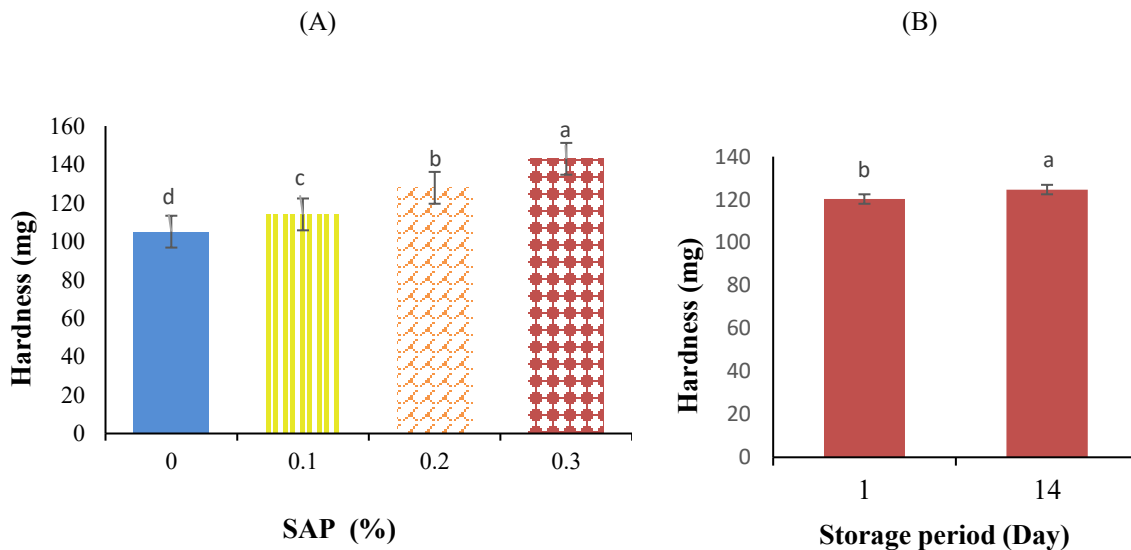


Figure 5. Effect of adding different amounts of star anise powder (SAP) on hardness of buffalo yogurt samples during 14 days of refrigerated storage

در طول مدت نگهداری به تغییر آرایش شبکه کازئینی و بهبود اتصال پروتئین‌ها در شبکه نسبت داده می‌شود [۱۷]. به علاوه این امر ممکن است ناشی از تعادل یونی ماتریس ژل به دلیل کاهش pH و تشکیل ژل پایدارتر در طول نگهداری باشد [۵۳]. مطابق با پژوهش حاضر، نیکبخت کشکولی و

همان‌گونه که در شکل B-۵ می‌توان مشاهده نمود، زمان نگهداری به شکل معنی داری سبب افزایش سفتی گردید. مقدار سفتی ماست در ابتدای دوره نگهداری در یخچال ۱۲۰/۲۶ میلی گرم نیرو تعیین شد که پس از ۱۴ روز نگهداری به ۱۲۴/۶۷ میلی گرم نیرو افزایش یافت. افزایش سفتی ماست

و زمان نگهداری به شکل معنی‌داری این ویژگی را تحت تأثیر قرار دادند (شکل ۶). همان‌طور که در شکل A-۶ می‌توان مشاهده نمود، با افزایش مقدار SAP، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های ماست ارتقاء یافت. مقدار امتیاز پذیرش کلی نمونه‌شاهد و نمونه‌های ماست حاوی ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد پودر SAP به ترتیب ۷/۶۷، ۷/۸۵ و ۸/۰۷ و ۸/۱۹ تعیین شد. بهبود امتیاز پذیرش کلی ماست از طریق افزودن ترکیبات گیاهی مختلف توسط محققین گزارش شده است [۱۴، ۲۳ و ۳۰].

همکاران [۵۴] افزایش میزان سفتی نمونه‌های ماست (داهی) را طی مدت ۱۹ روز نگهداری سرد گزارش کردند.

۳-۵- بررسی پذیرش کلی ماست

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تیمارهای مورد بررسی همانند ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تأثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی نمونه‌های ماست قالبی کم‌چرب داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار پودر انیسون ستاره‌ای (SAP)

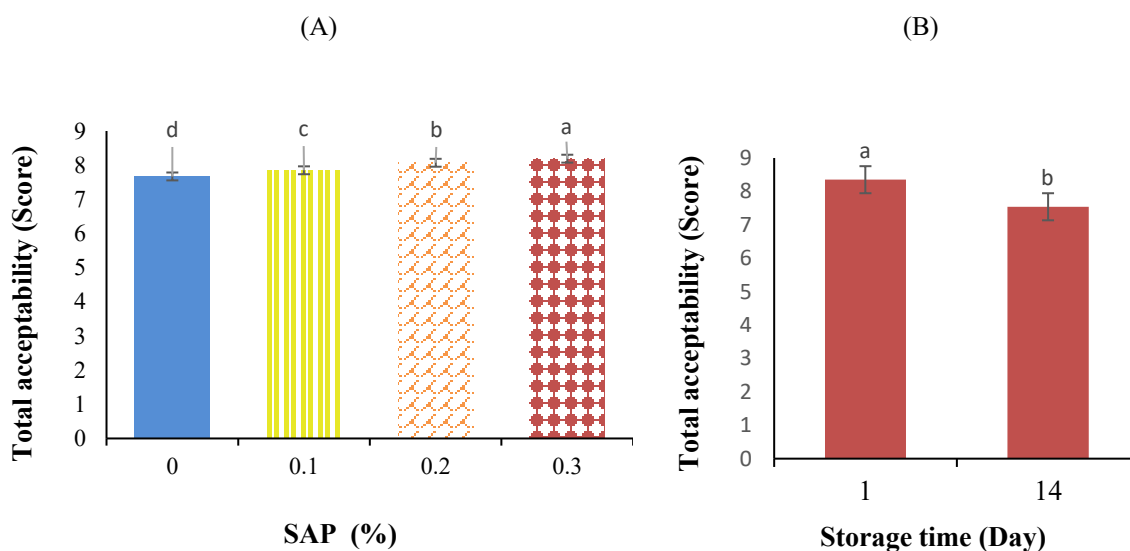


Figure 6. Effect of adding different amounts of star anise powder (SAP) on total acceptance of buffalo yogurt samples during 14 days of refrigerated storage

۴- نتیجه‌گیری

استفاده از گیاهان دارویی به دلیل طیف وسیعی از خواص مفید آنها، توجه صنعت غذا را به خود جلب کرده است. در این مطالعه، ماست گاومیش فراسودمند جدیدی با استفاده از پودر انیسون ستاره‌ای (SAP) تولید شد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن پودر SAP، به‌طور معنی‌داری ویژگی‌های کیفی و صفات مورد بررسی محصول را ارتقا داد

برخلاف نتایج به‌دست آمده در مورد تأثیر SAP بر بهبود امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های ماست، زمان نگهداری سبب کاهش قابل توجه ($p < 0.001$) این امتیاز گردید و میانگین امتیازها از ۸/۳۵ در ابتدای زمان نگهداری به ۷/۵۴ پس از ۱۴ روز نگهداری کاهش یافت (شکل B-۶). کاهش امتیازهای حسی طی نگهداری در ماست و سایر محصولات لبنی منجمده دوغ [۵۵]، ماست چکیده [۵۶] و کفیر [۵۷] گزارش شده است.

دسترسی به داده‌ها: بنا به درخواست در دسترس قرار خواهند گرفت.

تضاد منافع

نویسندگان هیچگونه تضاد منافی ندارند.

بیانیه تأمین مالی

هیچ بودجه جداگانه‌ای برای این تحقیق دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

رضا قاسمی اصل: جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل رسمی، منابع و پیش‌نویس مقاله.

حسین جوینده: مفهوم‌سازی، مدیریت پروژه، تحقیق، مصورسازی، اعتبارسنجی، نگارش - بررسی و ویرایش مقاله.

بهروز علیزاده بهبهانی: مفهوم‌سازی، تحقیق، روش‌شناسی، مصورسازی و اعتبارسنجی.

محمد حجتی: تحلیل رسمی، نرم افزار، روش‌شناسی، منابع.

۶-منابع

- [1] Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., & Mehrnia, M.A. (2024). Study on the amounts of Total Phenol, Vitamin C and Antioxidant Properties of Functional Yogurt Containing Bell Pepper Extract during Storage Period. *Food Processing and Preservation Journal*, 15(4), 1-20. (In Persian)
- [2] Jooyandeh, H. (2024). *Application of Enzymes in Dairy Products*. 2nd Eds., Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University Press, Mollasani, Iran. (In Persian)
- [3] Islam, M., Alam, M., Islam, M., Khan, M., Ekberg, D., Rukke, E., & Vegarud, G. (2014). Principal milk components in buffalo, Holstein

و از این رو از پتانسیل مناسبی به‌عنوان یک افزودنی عملکردی طبیعی برای غنی‌سازی ماست گاومیش و سایر محصولات لبنی برخوردار است. با افزودن SAP، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، رنگ و خواص حسی محصول تغییر معنی‌داری کرد. به‌ویژه، افزودن SAP سرعت تولید اسید را افزایش و pH را کاهش داد که احتمالاً دلیل آن تحریک فعالیت باکتری‌های استراتر می‌باشد. تغییرات رنگ (کاهش روشنایی و افزایش قرمزی و زردی) با توجه به رنگدانه‌ها و ترکیبات فرار موجود در انیسون ستاره‌ای قابل انتظار بود. کاهش همزمان سینریزس و افزایش سفتی نشان‌دهنده بهبود پایداری ساختاری و ظرفیت نگهداری آب در ماست‌های حاوی SAP بود که می‌تواند نقش مؤثری در بهبود کیفیت ماست و جلب رضایت مصرف‌کنندگان داشته باشد. غنی‌سازی ماست با SAP به‌ویژه در بالاترین سطح (۰/۳ درصد) سبب بهبود بافت و ساختار ماست و افزایش مقبولیت حسی آن گردید؛ بنابراین براساس نتایج این تحقیق، استفاده از SAP به منظور تولید ماست عملکردی هم‌زده گاومیش پیشنهاد می‌شود.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از مسئولین دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بابت حمایت از انجام این تحقیق (پایان‌نامه کارشناسی ارشد) اعلام می‌دارند.

cross, indigenous cattle and red Chittagong cattle from Bangladesh. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(6), 886-897.

- [4] Abesinghe, A., Vidanarachchi, J., Islam, N., Prakash, S., Silva, K., Bhandari, B., & Karim, M. (2020). Effects of ultrasonication on the physicochemical properties of milk fat globules of *Bubalus bubalis* (water buffalo) under processing conditions: A comparison with shear-homogenization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, Article 102237.
- [5] Salzano, A., Neglia, G., D'Onofrio, N., Balestrieri, M.L., Limone, A., Cotticelli, A., et al.

- (2021). Green feed increases antioxidant and antineoplastic activity of buffalo milk: A globally significant livestock. *Food Chemistry*, 344, Article 128669.
- [6] D'Onofrio, N., Cacciola, N.A., Martino, E., Borrelli, F., Fiorino, F., Lombardi, A. et al. (2020). ROS-mediated apoptotic cell death of human colon cancer LoVo cells by milk δ -valerobetaine. *Scientific Reports*, 10(1), 8978.
- [7] Liao, J., Yang, J., Suo, H., & Song, J. (2025). Buffalo milk: nutritional composition, bioactive properties, and advances in processing technologies-a comprehensive review. *Food Chemistry: X*, 29, 102647.
- [8] Amirdivani, S., & Baba, A.S. (2011). Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil, *LWT - Food Science and Technology*, 44(6), 1458-1464.
- [9] Abdelaziz, M.A., Alalawy, A.I., Sobhi, M., Alatawi, O.M., Alaysuy, O., Alshehri, M.G. et al. (2024). Elaboration of chitosan nanoparticles loaded with star anise extract as a therapeutic system for lung cancer: Physicochemical and biological evaluation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 279, Part 1, 135099.
- [10] Alias, A.H.D., & Shafie, M.H. (2024). Star anise (*Illicium verum* Hook. F.) polysaccharides: Potential therapeutic management for obesity, hypertension, and diabetes. *Food Chemistry*, 460, Part 1, 140533.
- [11] Zhang, S., Kuang, X., Guo, C., Jiang, Y., Zhang, F., Devahastin, S. et al. (2025). Advanced strategies for the processing and utilization of star Anise (*Illicium verum* hook. F.): blanching, drying and bioactive compounds extraction. *Food Research International*, 217, 116863.
- [12] Kamoun, J., Rahier, R., Sellami, M., Koubaa, I., Mansuelle, P., Lebrun, R., et al. (2019). Identification of a new natural gastric lipase inhibitor from star anise. *Food & Function*, 10, 469-478.
- [13] Patra, J.K., Das, G., Bose, S., Banerjee, S., Vishnuprasad, C.N., Del Pilar Rodriguez-Torres, M., & Shin, H.S. (2020). Star anise (*Illicium verum*): Chemical compounds, antiviral properties, and clinical relevance. *Phytother Research*, 34(6), 1248-1267.
- [14] Jooyandeh, H., & Alizadeh Behbahani, B. (2024). Evaluation of the physicochemical and color characteristics of functional set yogurt containing yellow, red and orange bell pepper extract. *Food Research Journal*, 34(2), 81-100. (In Persian)
- [15] Saatloo, A.H., Khosrow Shahi, A., & Zomorodi, Sh. (2024). Production of Functional Fruit Yogurt from Buffalo Milk by Adding Mallow Powder (*Malva sylvestris*). *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 16(60), 77-89. (In Persian)
- [16] Heidari, M., Jahadi, M., Fazel, M., & Ghasemi-Sepero, N. (2017). The Effect of *Amaranthus cruentus* Grain Powder on Quality Properties of Strained Yoghurt. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14(65), 271-284. (In Persian)
- [17] Yademellat, M., Jooyandeh, H., & Hojjati, M. (2016). The effect of application of Persian and Balangu-Shirazi gums on textural properties of low-fat stirred yogurt. *Food Research Journal (Iran)*, 27(4), 171-181. (In Persian)
- [18] Jooyandeh, H., Rostamabadi, H., & Goudarzi, M. (2017). Effect of Zedo and Almond Gums as Fat Replacers on Flow Behavior and Organoleptic Characteristics of Vanilla Low-Fat Dairy Dessert. *Food Technology & Nutrition*, 16(2), 15-24. (In Persian)
- [19] AOAC (2000). Association of Official Analytical Chemists, *Official methods of analysis* (17th ed.), Gaithersburg, Maryland, USA.
- [20] Ünal, B., Metin, S., & Işıklı, N.D. (2003). Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. *International Dairy Journal*, 13(11), 909-916.
- [21] Jooyandeh, H., Ebrahimi Kaykha, M.H., Alizadeh Behbahani B., & Noshad, M. (2023). Evaluating the quality of mutton meat coated with *Cordia myxa* fruit mucilage containing *Rosmarinus officinalis* essential oil during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 2062-2074.
- [22] Jooyandeh, H., Mortazavi S.A., Farhang P. & Samavati V. (2015). Physicochemical Properties of Set-Style Yoghurt as Effect by Microbial Transglutaminase and Milk Solids Contents. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(11S), 59-67.
- [23] Jooyandeh, H., Momenzadeh, S., Alizadeh Behbahani, B. & Barzegar, H. (2023). Effect of *Malva neglecta* and lactulose on survival of *Lactobacillus fermentum* and textural properties of symbiotic stirred yogurt. *Journal*

- of Food Science & Technology*. 60(3), 1136–1143.
- [24] Filannino, P., Gobetti, M., De Angelis, M., & Di Cagno, R. (2014). Hydroxycinnamic Acids Used as External Acceptors of Electrons: an Energetic Advantage for Strictly Heterofermentative Lactic Acid Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(24), 7574–7582.
- [25] Zaika, L.L., & Kissinger, J.C. (1981). Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. *Journal of Food Science*, 46(4), 1205–1210.
- [26] Pathak, M. (2022). Enhancement of antimicrobial potency of plant-derived compounds through fermentation with adapted *L. plantarum* and *L. reuteri*. *PhD dissertation*, Laval University, Québec, Canada.
- [27] Vidana Gamage, G.C., Goh, J.K., & Choo, W.S. (2024). Application of anthocyanins from blue pea flower in yoghurt and fermented milk: An alternate natural blue colour to spirulina. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 37, 100957.
- [28] Tamime, A.Y. & Robinson, R.K. (2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and technology*. 3rd eds, CRC Press, Boca Raton, New York, 425–427.
- [29] Jooyandeh, H., Mahmoodi, R., Samavati, V., & Hojjati, M. (2015). Effect of cold enzymatic treatment of milk by transglutaminase on textural properties of yogurt. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 13(1), 91–99. (In Persian)
- [30] Rashwan, A.K., Osman, A.I., & Chen, W. (2023). Natural nutraceuticals for enhancing yogurt properties: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 1907–1931.
- [31] Kwon, H.C., Bae, H., Seo, H.G., & Han, S.G. (2019). Short communication: Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 4870–4876.
- [32] Zhang, T., Jeong, C.H., Cheng, W.N., Bae, H., Seo, H.G., Petriello, M.C., & Han, S.G. (2019). Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 101, 276–284.
- [33] Albano, K.M., Cavallieri, Â.L.F., & Nicoletti, V.R. (2019). Electrostatic interaction between proteins and polysaccharides: Physicochemical aspects and applications in emulsion stabilization. *Food Reviews International*, 35(1), 54–89.
- [34] Dönmez, Ö., Mogol, B.A., & Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 901–907.
- [35] Anuyahong, T., Chusak, Ch., & Adisakwattana, S. (2020) Incorporation of anthocyanin-rich riceberry rice in yogurts: effect on physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion. *LWT-Food Science & Technology*, 129, 109571.
- [36] Demirci, T., Sert, D., Aktaş, K., Atik, D.S., Negiş, H.İ.Ö., & Akın, N. (2020) Influence of hot and cold break tomato powders on survival of probiotic *L. paracasei* subsp. *paracasei* F19, texture profile and antioxidative activity in set-type yoghurts. *LWT-Food Science & Technology*, 118, 108.
- [37] Hassan, L.K., Haggag, H.F., ElKalyoubi, M.H., Abd EL-Aziz, M., El-Sayed, M.M. & Sayed, A.F. (2015). Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(1), 21–28.
- [38] Ghasempour, Z., Alizadeh, M. & Bari, M.R. (2012). Optimisation of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1), 118–125.
- [39] Momenzadeh, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., & Barzegar, H. (2021). Evaluation of physicochemical and sensory properties of half-fat synbiotic stirred yogurt containing Panirak (*Malva neglecta*) and lactulose. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 18(120), 353–363. (In Persian)
- [40] Jooyandeh, H., Noshad, M., Kakaei, K. & Ghodsi Sheikhan, M. (2020). Optimizations of Probiotic Yogurt Formulation Containing Eggplant Puree Based on Analytic Hierarchy Process. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 9(1), 41–56. (In Persian)
- [41] Rostamabadi, H., Jooyandeh, H., & Hojjati, M. (2017). Optimization of physicochemical, sensorial and color properties of ultrafiltrated low-fat Iranian white cheese containing fat replacers by Response Surface Methodology. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14(63), 91–106. (In Persian)
- [42] Garcia, P.F.J., Lario, Y., Fernandez, L.J., Sayas, E., Perez, A.J.A. & Sendra, E. (2005). Effect of orange fiber addition on yogurt color

- during fermentation and cold storage. *Color Research and Application*, 30, 457- 463.
- [43] Mehdizadeh, T., Razavi, M., & Esmaili Koutameh, M. (2019). The effect of wild leek (*Allium Ampeloprasum*) on growth and survival of *Lactobacillus acidophilus* and sensory properties in Iranian white cheese. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 7(4), 431-444. (In Persian)
- [44] Yademellat, M., Jooyandeh, H., & Hojjati, M. (2018). Comparison of some physiochemical and sensory properties of low-fat stirred yogurt containing Persian and Balangu-Shirazi gums. *Journal of Food Science and Technology* (Iran), 14(72), 313-326. (In Persian)
- [45] Kim, S.H., Lee, S.Y., Palanivel, G., & Kwak, H.S. (2010). Effect of *Discorea opposita* thunb. (yam) supplementation on Physicochemical and sensory characteristics of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 94, 1705-1712.
- [46] Khamirian, R.A., Jooyandeh, H., Hesari, J., & Barzegar, H. (2017). Optimization and investigation on physicochemical, microbial and sensory quality of permeate-based probiotic orange beverage. *Journal of Food Science and Technology* (Iran), 14(65), 185-197. (In Persian)
- [47] Khalifa, S.A., & Gomaa, A.M. (2021). Effect of Anthocyanins Extracted from Peanut Skins, Roselle Calyces and Outer Peels of Onions on Quality and Colour Stability of Yoghurt Beverages during Storage. *Journal of Food & Dairy Science*, 12(3), 49-58.
- [48] Nooshkam, M., Babazadeh A., & Jooyandeh, H. (2018). Lactulose: Properties, techno-functional food applications, and food grade delivery system. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 23-34.
- [49] Jooyandeh, H. (2009). Effect of Addition of Fermented Whey Protein Concentrate on Texture of Iranian White Cheese. *Journal of Texture Studies*, 40, 497-510.
- [50] Kalkan, S., Incekara, K., Otağ, M.R., & Turhan, E.U. (2025). The Influence of Hazelnut Milk Fortification on Quality Attributes of Probiotic Yogurt. *Food Science & Nutrition*, 13(5), e70235.
- [51] Jiao, B., Wu, B., Fu, W., Guo, X., Zhang, Y., & Yang, J. (2023). Effect of Roasting and High-Pressure Homogenization on Texture, Rheology, and Microstructure of Walnut Yogurt. *Food Chemistry: X*, 20, 101017.
- [52] Yang, G.H., Guan, J.J., Wang, J.S., Yin, H.C., Qiao, F.D., & Jia, F. (2012). Physicochemical and sensory characterization of ginger-juice yogurt during fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 21, 1541–1548.
- [53] Akgun, A., Yazici, F., & Gulec, H. A. (2016). Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 521e527.
- [54] Nikbakht Kashkouli, T., Jooyandeh, H., & Tahmoozi Dideban, S. (2018). Optimization and evaluation of textural and microbial properties of synbiotic yogurt using Response Surface Methodology. *Food Processing and Preservation Journal*, 9(2), 33-50. (In Persian)
- [55] Zarali, M., Hojjati, M., Tahmouzi Didehban, S. & Jooyandeh, H. (2015). Investigation effects of *Echinophora cinerea* Boiss and *Stachys lavandulifolia* Vahl extracts on quality and sensory attributes of Doogh. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 46(3), 327-337. (In Persian)
- [56] Jooyandeh, H., Saffari Samani, S., Alizadeh Behbahani B., & Noshad, M. (2022). Effect of transglutaminase and buffalo milk incorporation on textural parameters and starter cultures viability of strained yogurt. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 5(2), 195-202.
- [57] Ghasabnezhad, M., Hojjati, M., & Jooyandeh, H. (2020). Effects of Soluble Soybean Polysaccharides on Properties of Kefir Produced from Cow and Buffalo Milks. *Applied Food Biotechnology*, 7(1), 31-40.



Scientific Research

Studying the effect of star anise on the physicochemical properties, color and texture of stirred buffalo milk yogurt

Reza Ghasemi Asl¹, Hossein Jooyandeh², Behrooz Alizadeh Behbahani³, Mohammad Hojjati²

1-MSc, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2- Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received: 2026/04/30

Review: 2026/06/01

Accepted: 2026/06/20

Keywords:

Star anise,

Stirred yogurt,

Brightness,

Syneresis,

Sensory properties

DOI: 10.48311/fsct.2026.120199.83125

*Corresponding Author E-

hosjooy@asnrukh.ac.ir

Plain yogurt is low in antioxidant compounds such as phenolics, flavonoids, and anthocyanins. Bioactive ingredients—including polyphenols, minerals, and dietary fibers—can be incorporated to enhance yogurt's health-promoting properties. Aromatic herbal plants and fruits/vegetables have been explored for producing such functional yogurts. Star anise (*Illicium verum*) is a valuable seasoning worldwide with distinctive aroma and medicinal properties. This study evaluated the effect of adding star anise powder (SAP) at four levels (0, 0.1, 0.2, and 0.3% w/w) on physicochemical properties, color, firmness, and sensory acceptance of buffalo yogurt at two storage times (day 1 and day 14). Experiments were arranged as a completely randomized factorial design and analyzed with SPSS. Increasing SAP level significantly ($p < 0.01$) raised acidity, redness (a^*), yellowness (b^*), firmness, and overall acceptability, while pH, syneresis (whey separation), and lightness (L^*) decreased. Storage time also significantly affected several parameters: by day 14 acidity, redness, and firmness increased, whereas pH, syneresis, lightness, and overall acceptability decreased ($p < 0.01$). Yellowness (b^*) did not change significantly with storage ($p > 0.05$). Overall, supplementation with 0.3% SAP produced buffalo yogurt with desirable quality characteristics.