



## تاثیر استفاده از پودر گلابی بر خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست قالبی کم چرب

فرناز سادات میرعظیمی<sup>۱</sup>، مصطفی سلطانی<sup>۲،۳\*</sup>، سوده محمدی<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

### چکیده

### اطلاعات مقاله

فرآورده‌های لبنی کم چرب به دلیل محتوای پایین چربی، دارای ویژگی‌های بافتی و حسی مطلوبی نیستند. پودر گلابی به علت کمک به بهبود بافت، دارا بودن ترکیبات تغذیه‌ای مطلوب نظیر پکتین، لیگنان‌ها، ترکیبات فنولیک و غنی بودن از لحاظ فیبر رژیمی می‌تواند به عنوان جایگزین چربی بر پایه‌ی کربوهیدرات به منظور غنی‌سازی و بهبود بافت محصولات لبنی کم‌چرب استفاده گردد. در این راستا، نمونه‌های ماست قالبی از شیر پر چرب (۳٪ چربی)، شیر کم‌چرب (۱/۵٪ چربی) و افزودن پودر گلابی با نسبت‌های ۱، ۲ و ۳ درصد به شیر کم‌چرب تولید شدند. نمونه‌های تولید شده به مدت ۱۵ روز در دمای  $4 \pm 1$  درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفت و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی آنها در طول دوره‌ی نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد با افزایش درصد پودر گلابی pH و آب‌اندازی کاهش و اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و سفتی بافت نمونه‌های ماست افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). از سوی دیگر در طول دوره‌ی انبارداری این افزایش سطح سبب افزایش اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و همچنین کاهش pH و آب‌اندازی گردید ( $p < 0.05$ ). کم‌ترین مقدار سفتی ( $0.09$  N) مربوط به نمونه شاهد کم‌چرب در روز اول و بیشترین مقدار سفتی ( $0.215$  N) مربوط به نمونه ۳٪ پودر گلابی در روز پانزدهم بود. ارزیابی‌های حسی انجام شده توسط ارزیابان نیز مشخص کرد که بیشترین پذیرش کلی نمونه‌های ماست به نمونه‌ی کنترل پرچرب (امتیاز ۱۹/۷۰) و نمونه‌ی دارای ۱٪ پودر گلابی (امتیاز ۱۹/۶۴) تعلق گرفت و میزان پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی سطوح ۲ و ۳ درصد پودر گلابی پایین‌تر از بقیه نمونه‌ها بود. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که پودر گلابی در سطح ۱٪ سبب بهبود خواص حسی و کیفی ماست در مقایسه با نمونه شاهد کم‌چرب گردیده و می‌تواند به عنوان یک فرآورده‌ی غذایی فراسودمند نوین مورد استفاده قرار گیرد.

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۹

### کلمات کلیدی:

ماست کم‌چرب، پودر گلابی، خواص فیزیکوشیمیایی، خواص بافتی، ویژگی‌های حسی.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.377

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.29.2

\*مسئول مکاتبات:

m.soltani@iaups.ac.ir

## ۱- مقدمه

ماست فرآورده‌ای است که از تغلیظ و تخمیر شیر به دست می‌آید و از ارزش تغذیه‌ای بیشتری نسبت به شیر برخوردار است. خواص مفید ماست در ارتقای سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها به ترکیبات آن از قبیل پروتئین‌ها، برخی ویتامین‌ها، مواد معدنی و نیز محصولات متابولیک شامل اسید لاکتیک، پپتیدها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، لاکتوز و باکتری‌های زنده و فعال اسید لاکتیک مرتبط است [۱]. اخیراً با آشکار شدن رابطه‌ی بین مصرف چربی و بیماری‌های قلبی، تقاضای مصرف کنندگان برای غذاهای سالم با محتوای چربی کمتر افزایش یافته است. در صنایع غذایی نیز نیاز قابل توجهی به غذاهای سالم با محتوای چربی کاهش یافته و در عین حال تاکید بر حفظ خواص بافتی و حسی وجود دارد [۲]. با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از اهمیت یک رژیم غذایی سالم، آن‌ها اغلب محصولات حاوی غذاهای فراسودمند را ترجیح می‌دهند [۳]. با استفاده از انواع مختلف ترکیبات فراسودمند به عنوان افزودنی در ماست، طیف جدیدی از محصولات ایجاد می‌شود که خواص آن‌ها با محدود کردن استفاده از افزودنی‌های مضر غذایی اصلاح می‌شود [۴]. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط Özen و Kilic (۲۰۰۹) علت انتخاب مصرف‌کنندگان ماست نه تنها بدلیل اثرات ارتقا دهنده سلامتی و مزایای تغذیه‌ای آن است بلکه بافت، ظاهر و طعم آن نیز از عوامل موثر بر این انتخاب می‌باشد و ماست‌هایی با بافت مناسب‌تر، ویسکوزیته بالاتر و آب‌اندازی کمتر تاثیر مثبتی بر این انتخاب می‌گذارند [۵]. ماست کم‌چرب به علت کاهش در میزان چربی، مشکلاتی از قبیل خواص فیزیکی و حسی نامناسبی را داراست که این امر مانعی بر ترجیح مصرف‌کننده برای انتخاب این دسته از ماست می‌باشد. به همین علت برای تقویت این ویژگی‌ها، ماست را با ترکیبات مختلفی اعم از میوه‌ها، حبوبات، گیاهان و غلات غنی‌سازی می‌کنند [۶]. در طول فرآیند تولید ماست کم‌چرب، حصول در ویژگی‌های کیفی مناسب اعم از اسیدیته، ساختار لخته، درجه آب‌اندازی و طعم از عوامل مهم به شمار می‌رود که می‌توان با استفاده از جایگزین‌های چربی مانند

نشاسته، صمغ گوار، کربوکسی متیل سلولز، کاراگینان و پکتین این ویژگی‌ها را بهبود بخشید [۷]. جایگزین‌های چربی ترکیباتی بر پایه‌ی چربی، پروتئین و یا کربوهیدرات، با کالری کم و یا صفر کالری می‌باشند و این امکان را می‌دهند تا علاوه بر کاهش کالری در محصول نهایی، خواص حسی و رئولوژیکی (عمدتاً ویسکوزیته) را اصلاح و درجه آب‌اندازی را کاهش دهند [۸]. فیبرها یکی از این ترکیبات هستند که طبق تعریف تراول (۱۹۷۴) پریبیوتیک یا فیبر رژیمی شامل بقایای اسکلتی از سلول‌های گیاهی است که مقاوم به هیدرولیز توسط آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان هستند و شامل انواع نامحلول (سلولز، همی سلولز، لیگنین) و محلول (پکتین و پتوزان‌ها) هستند [۹]. فیبرها علاوه بر افزایش خواص تغذیه‌ای، به منظور بهبود بافت با اصلاح ویسکوزیته و افزایش مدت زمان نگهداری محصولات نیز بکار می‌روند که این امر وابسته به ظرفیت نگهداری آب بالای آن‌ها می‌باشد [۱۰]. به علت تمایل مصرف‌کنندگان برای استاندارد زندگی برتر که شامل مواد غذایی مغذی‌تر می‌باشد، تقاضای آن برای حضور این محصولات در بازار رو به افزایش است. به همین جهت تولید انواع ماست ایده نسبتاً جدیدی است که اگر به این چشم انداز نگاه کنیم، مطالعات در این زمینه هر سال با سرعت بیشتری در حال پیشرفت هستند تا ماست را بیش از پیش به محصولی منحصربفرد تبدیل کنند [۱۱]. Patricia و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تاثیر افزودن فروکتان (آگاو) بدست آمده از *Agave angustifolia* و *Agave potatorum* را به عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست مورد بررسی قرار دادند. پس از تهیه‌ی نمونه‌های کم‌چرب و بدون چربی، آگاوین گونه‌های فوق به تیمارها اضافه شدند و تاثیر آن بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه نتایج بدست آمده، تفاوت معناداری در ویسکوزیته، آب‌اندازی و ظرفیت نگهداری آب در بین نمونه‌ها مشاهده شد. تحلیل داده‌ها نشان داد که همه‌ی نمونه‌های ماست ویژگی‌های معمولی ژل ویسکوالاستیک ضعیف ( $G' > G''$ ) و رفتار رقیق شونده با برشی را دارا بودند. بر طبق نتایج، تفاوت‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی در نمونه-

قالبی تولید شده با افزودن مقادیر مختلف فیبر گلابی به شیر کم چرب انجام گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

شیرخام گاو به دو صورت شیر کامل (دارای ۳ درصد چربی) و شیر کم چربی (۱/۵ درصد چربی) از شرکت دامداران و استارتر ماست شامل استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس از شرکت کریستین هانسن تهیه شد.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- روش تهیه پودر گلابی

میوه تازه گلابی (*Pyrus communis* L.) بصورت تازه از بازار میوه و تره بار تهران در فصل تابستان تهیه شد. پودر گلابی مطابق روش Sah و همکاران (۲۰۱۶) تولید شد. بطور خلاصه، گلابی پس از شسته شدن، جدا کردن هسته‌ها و خرد کردن به قطعات کوچکتر به دستگاه خشک‌کن انجمادی (درسانک، مدل DFD-03، ساخت ایران) منتقل گردید و بدنبال آن گلابی‌های خشک شده توسط آسیاب بصورت پودر درآمدند. به منظور یکسان‌سازی اندازه ذرات، پودر گلابی از الک‌هایی با مش کمتر از ۱۸۰ میکرومتر عبور داده شد و تا زمان آزمون در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید [۱۵].

#### ۲-۲-۲- روش تهیه نمونه‌های ماست

در ابتدا شیر گاو تهیه‌شده در ۵ ظرف جداگانه به ترتیب با نسبت‌های مطابق به جدول ۱ مخلوط شدند. سپس مخلوط شیر موجود در هر ظرف تا رسیدن به دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و در این دما مقدار تعیین‌شده شیر خشک بدون چربی (۲ درصد) به آن اضافه گردید و حرارت دهی تا دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه ادامه یافت. سپس نمونه‌ها تا دمای  $44 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد خنک شدند. در این دما، کشت آغازگر (به مقدار ۳ درصد) به نمونه‌های شیر اضافه‌شده و برای همگن‌سازی به آرامی هم زده شدند و در نهایت در ظرف‌های پلاستیکی ۱۰۰ گرمی مورد نظر برای تهیه ماست ریخته شدند و در گرمخانه با دمای  $42 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به pH

هایی با چربی کاهش یافته به مقدار آگاوین مرتبط بود. در واقع آگاو بر ویژگی‌های حسی مانند رنگ، بو و طعم تاثیر معناداری نداشت و سبب بهبود بافت و احساس دهانی شد. طیف‌های FTIR نیز تفاوت‌های معناداری را در در ترکیبات تمام محصولات نهایی نشان داد که این اختلاف در کربوهیدرات‌ها و اسیدهای چرب مشهودتر بود [۱۲]. در مطالعه‌ای دیگر Mudgil (۲۰۲۱) تاثیر صمغ گوار نیمه هیدرولیز شده را به عنوان فیبر محلول بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. جهت بررسی تاثیر افزودن فیبر محلول بر کیفیت ماست، غنی‌سازی در سطوح ۵-۱۰ درصد انجام شد. بر اساس نتایج بدست آمده، فیبر محلول تاثیر معناداری بر خصوصیاتی بافتی ماست اعم از سفتی، کشسانی، چسبندگی و پیوستگی داشت. طبق نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، بالاترین میزان ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و همچنین کمترین میزان آب‌اندازی متعلق به نمونه حاوی ۳ درصد فیبر بود و بدنبال آن با افزایش فیبر در محصول، ویسکوزیته نمونه‌ها روند کاهشی داشتند. گنجاندن فیبر غذایی محلول در سطح ۳ درصد در ماست سبب تولید نمونه ماست با ویژگی‌های مطلوب فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی گردید [۱۳].

گلابی میوه‌ای از جنس پائروس و متعلق به خانواده رزاسه است. در مناطق معتدل کاشت می‌شود و منشأ آن به نواحی آسیایی برمی‌گردد. گلابی منبع تغذیه‌ای خوبی برای فیبر و ویتامین می‌باشد. بطور متوسط یک گلابی حاوی ۲۲ درصد از میزان فیبر توصیه شده روزانه است همچنین فیبر موجود در گلابی غیر قابل حل بوده و برای کاهش کلسترول خون بسیار موثر است. گلابی حاوی پکتین، لیگنان‌ها و ترکیبات فنولی می‌باشد، پکتین یک فرم فیبر غذایی محلول است که دارای خواص پری بیوتیک بوده و به سلامت روده کمک می‌کند [۱۴].

با توجه به تاکید بر کاهش استفاده از چربی شیر در تولید فراورده‌های لبنی و فواید میوه گلابی، این مطالعه در راستای امکان‌سنجی جایگزینی پودر گلابی با چربی شیر در سه سطح مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر در تولید ماست قالبی کم چرب و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست

به‌عنوان روز اول انبارداری در نظر گرفته شد و آزمایش‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی در روزهای اول، هشتم، پانزدهم از دوره‌ی انبارداری بر روی نمونه‌ها انجام گرفت.

نقطه ایزوالکتریک کازئین‌ها (۴/۶) قرار داده شدند. پس از رسیدن به pH موردنظر، نمونه‌ها در سردخانه  $\pm 1$  ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت پانزده روز انبارداری شدند. روز پس از تولید

**Table 1** Different rates of milk fat and pear powder used to manufacture yogurt samples

code	samples
CFY	Yogurt control made with milk containing 3 % of fat
CLY	Yogurt control made with milk containing 1.5 % of fat
YP1	Yogurt made with milk containing 1.5 % of fat + 1 g.L <sup>-1</sup> of pear powder
YP2	Yogurt made with milk containing 1.5 % of fat + 2 g.L <sup>-1</sup> of pear powder
YP3	Yogurt made with milk containing 1.5 % of fat + 3 g.L <sup>-1</sup> of pear powder

ثانیه از زمان چرخش اسپیندل ملاک قرار گرفت و نتایج برحسب سانتی پویز بیان شد [۲۲].

#### ۲-۲-۴- ویژگی‌های بافتی

آزمون بافتی نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (مدل TA.XT2، ساخت کمپانی Stable Microsystems انگلیس) با پروب میله‌ای CT3 به ضخامت ۱۳ میلی‌متر بود. تعیین خصوصیات بافتی با قرار دادن نمونه‌ها در زیر پروب آلومینیومی دستگاه با مقطع دایره‌ای به قطر ۷۰ میلی‌متر و آزمون فشاری دومرحله‌ای بر روی آن صورت پذیرفت. آزمون با سرعت قبل از آزمون پروب ۵ میلی‌متر بر ثانیه، فواصل زمانی ۱۰ ثانیه انجام شد و فاکتورهای مربوط به بافت ماست‌ها (سفتی<sup>۱</sup>، کشسانی<sup>۲</sup>، پیوستگی<sup>۳</sup>، چسبندگی<sup>۴</sup>) مورد بررسی قرار گرفت [۲۳].

#### ۲-۲-۵- ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های ماست توسط یک پانل ۷ نفره از دانشجویان و اساتید گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران متشکل از ۴ خانم و ۳ آقا در محدوده سنی ۲۵ تا ۴۰ سال که در رژیم غذایی خود از ماست استفاده می‌کردند، انجام شد. نمونه‌های ماست در ظرف‌های پلاستیکی دارای کدهای ۳ رقمی به همراه آب در دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در اختیار ارزیابان قرار گرفت. برای ارزیابی ویژگی‌های "ظاهر و رنگ" و "قوام و بافت" از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای و برای ارزیابی ویژگی "عطر و طعم" از روش هدونیک ۱۰ نقطه‌ای

#### ۲-۲-۳- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی

در روزهای انبارداری، pH نمونه‌های ماست در دمای محیط با استفاده از دستگاه pH متر (آز، مدل ۸۶۵۰۲، ساخت ایران) و اسیدیته قابل تیتراژ برحسب درصد لاکتیک اسید توسط تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالین تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ انجام شد [۱۶]. تعیین درصد ماده جامد کل با روش وزن سنجی برحسب رساندن به وزن ثابت توسط آون (شیماز، ساخت ایران) و برحسب درصد انجام شد [۱۷]. درصد چربی به روش ژربر مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ و درصد پروتئین با روش میکروکجدال مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۳۹ در روز اول انبارداری انجام شد [۱۸ و ۱۹]. ظرفیت نگهداری آب مطابق با روش Dai و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد. برای این منظور ۵ گرم نمونه در سانتریفیوژ (DLAB، مدل DM0412، ساخت چین) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و دور ۴۵۰۰ قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ مایع حاصل برداشته شد و مواد جامد باقی‌مانده در انتهای لوله‌ی سانتریفیوژ وزن گردید و بصورت درصدی از وزن ماست بیان شد [۲۰]. آب‌اندازی توسط توزین ۲۵ گرم نمونه ماست بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۳ قرار گرفته بر روی قیف شیشه‌ای در داخل استوانه مدرج و سپس قرار دادن آن در دمای یخچال به مدت ۲ ساعت و توزین آب خارج‌شده از نمونه‌ها با واحد گرم / ۲۵ گرم محاسبه شد [۲۱]. ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر (بروکفیلد، مدل DV-II، ساخت آمریکا) و اسپیندل با چرخش ۱۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. برای ثبت ویسکوزیته گذشت ۳۰

1. Firmness
2. Springiness
3. Cohesiveness
4. Adhesiveness

دریافتند که علت این امر احتمالاً بدلیل پایین بودن pH پودر میوه پشن می‌باشد [۲۶]. همچنین Kulcu و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی اثر پودر پونه (*Mentha pulegium L.*) بر ماست قالبی اعلام کردند که افزایش مقدار پودر باعث کاهش pH و افزایش در اسیدیته شد [۲۷].

مطابق انتظار، مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تاثیر زمان انبارداری نشانگر کاهش pH و افزایش اسیدیته در تمامی نمونه‌های مورد بررسی با گذشت زمان به علت فعالیت متابولیکی ثانویه استارترهای ماست بود ( $p < 0/05$ ). بر همین اساس در پژوهش صورت گرفته توسط Dai و همکاران (۲۰۱۶)، ماست‌های کم چرب و بدون چربی تهیه شده با کنجاک گلکومانان نیز با گذشت زمان بترتیب روندی کاهشی و افزایشی را در مقادیر pH و اسیدیته نشان دادند [۲۰].

### ۳-۱-۲- ظرفیت نگهداری آب و آب‌اندازی

آب‌اندازی عبارتست از خروج مایع از ماتریس ژل ماست به علت چروکیدگی در ساختار پروتئینی که منجر به کاهش قدرت پروتئین‌های آب پنیر و جداسازی سرم می‌شود. ظرفیت نگهداری آب مقدار آبی است که نمونه هیدراته پس از اعمال نیروی خارجی دارد. هر دو پارامتر آب‌اندازی و ظرفیت نگهداری آب مقادیر فیزیکی مهمی هستند که کیفیت ماست را مشخص می‌کنند زیرا جداسازی آب پنیر و حضور آن بر سطح ماست می‌تواند بر درک مصرف‌کننده تاثیر منفی بگذارد [۲۸]. مطابق با داده‌های بدست آمده در جدول ۲، افزودن پودر گلابی بترتیب سبب افزایش و کاهش معنادار در مقادیر ظرفیت نگهداری آب و آب‌اندازی در قیاس با نمونه کنترل پرچرب و کم چرب گردید. بطوریکه در میان نمونه های حاوی درصد های متفاوت پودر گلابی کمترین ظرفیت نگهداری آب را به ترتیب نمونه های YP1 ( $66/63 \pm 0/005$ ٪) در روز هشتم و بیشترین ظرفیت نگهداری آب را نمونه های YP3 ( $67/32 \pm 0/004$ ٪) در روز پانزدهم به خود اختصاص دادند. فیبرها به دلیل خاصیت اتصال به مولکول-های آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین‌ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین‌ها می‌توانند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب و بدنبال آن کاهش آب‌اندازی گردند. همچنین بخش‌های مختلف میوه و سبزیجات و پودر حاصله از آن‌ها بدلیل ماهیت رطوبتی و ظرفیت

استفاده شد. ارزیابی کلی نمونه‌ها نیز بر مبنای امتیاز کلی ۲۰ انجام شد. ارزیابی‌ها بر اساس ویژگی‌های ظاهر و رنگ (۱ تا ۵ امتیاز)، بافت و فوام (۱ تا ۵ امتیاز)، عطر و طعم (۱ تا ۱۰ امتیاز) و امتیاز کلی (حداکثر ۲۰ امتیاز) به انجام رسید [۲۴].

### ۲-۲-۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش تاثیر افزودن پودر گلابی در فرمولاسیون ماست کم‌چرب در ۴ سطح مختلف (صفر، ۱، ۲ و ۳ درصد) بر اساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به ترتیب با روش ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار IBM SPSS Statistics (نسخه ۲۳) انجام گرفت. برای مقایسه‌ی میانگین از روش حداقل مربعات میانگین در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱-۳- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

#### ۳-۱-۱-۳- pH و اسیدیته

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اضافه کردن پودر گلابی و مدت زمان نگهداری تاثیر معناداری بر روی pH و اسیدیته داشتند. بطوریکه بجز نمونه های CFY و CLY، از میان نمونه‌های حاوی درصد های متفاوت پودر گلابی بیشترین pH ( $4/39 \pm 0/003$ ) و کمترین اسیدیته ( $1/19 \pm 0/004$ ) را نمونه‌ی YP1 در روز اول و کمترین pH ( $4/37 \pm 0/002$ ) و بیشترین اسیدیته ( $1/22 \pm 0/005$ ) را نمونه‌ی YP3 در روز پانزدهم به خود اختصاص داده‌اند. با افزایش درصد وزنی پودر گلابی از ۱ به ۲ درصد، pH بطور معناداری در طول همه روزهای مورد آزمون کاهش یافت، ولی با افزایش بیشتر آن از ۲ به ۳ درصد، کاهش معناداری مشاهده نگردید. پودر گلابی بواسطه دارا بودن مقادیر بالایی از فیبر بعنوان یک منبع قندی قابل دسترس و تجزیه توسط میکروفلور ماست سبب افزایش میزان تولید یون هیدروژن و بدنبال آن کاهش pH و افزایش اسیدیته در نمونه‌های غنی شده می‌گردد [۲۵]. نتایج مشابهی با نتایج بدست آمده در این تحقیق در ارتباط با کاهش pH و افزایش اسیدیته در ماست حاوی پودر میوه پشن توسط Asiimwe و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است. همچنین

## ۳-۱-۳- ویسکوزیته

ویسکوزیته یا مقاومت به جریان یکی از مهمترین ویژگی های ماست بوده که مقدار معینی از آن برای هم زدن مناسب و نگهداری هوا لازم می باشد و تحت تاثیر عواملی چون مقدار ماده ی خشک، دمای گرمخانه گذاری، نوع کشت آغازگر، تیمار حرارتی و اسیدیته شیر قرار دارد [۳۵]. جدول ۲ تغییرات ویسکوزیته نمونه های ماست را با تغییر درصد پودر گلابی و زمان نگهداری نشان می دهد. طبق نتایج بدست آمده تاثیر پودر گلابی بر ویسکوزیته نمونه ها معنادار بوده و سبب افزایش پارامتر فوق در نمونه های غنی شده در قیاس با نمونه کنترل پرچرب و کم چرب شد. مقایسه نمونه های حاوی درصدهای متفاوت پودر گلابی نشان داد که کمترین ویسکوزیته را نمونه ی YP1 (۰/۱۲۱ ± ۸۹۲۰ سانتی پویز) در روز اول و بیشترین ویسکوزیته را نمونه ی YP3 (۰/۱۰۶ ± ۱۱۹۸۰ سانتی پویز) در روز پانزدهم به خود اختصاص داده اند. در روز پانزدهم با افزایش درصد وزنی پودر گلابی از ۱ به ۲ درصد، ویسکوزیته بطور معناداری افزایش یافت، ولی با افزایش بیشتر این درصد از ۲ به ۳ درصد، افزایش معناداری مشاهده نگردید. قسمت عمده ی قند موجود در فیبر گلابی شامل قندهای مونوساکاریدی احیا کننده (گلوکز و فروکتوز) و مقادیر بسیار کمی ساکارز میباشد، به طور کلی اکثر قندها به دلیل ویژگی آب دوستی شدید و حلالیت آنها، محلول های بسیار غلیظ و اسمولال تولید می کنند، قندها توسط گروه هیدروکسیل با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار می نمایند، با توجه به ساختار مولکولی قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز به نظر می رسد با افزایش پودر گلابی در طول دوره ی انبارداری اتصالات هیدروژنی بیشتر شده و با کاهش تحرک آب آزاد باعث افزایش ویسکوزیته ی مخلوط ماست حاوی پودر گلابی می شود [۳۶]. در پژوهش حاضر اندازه گیری ترکیبات فنلی کل از اهداف تحقیق نبوده است اما تصور می گردد طبق مطالعه صورت گرفته توسط Salehi و همکاران (۲۰۲۱) که یکی از علت های افزایش معنادار ویسکوزیته در نمونه های ماست غنی شده با عصاره خرفه (*Portulaca oleracea*) را بر هم کنش بین ترکیبات فنلی و پروتئین های موجود در عصاره خرفه با پروتئین های ماست بیان کردند که منجر به ایجاد یک شبکه سه بعدی قوی تر می گردد، مرتبط دانست [۳۷].

نگهداری بالای آب می تواند نرخ کمتر آب اندازی را توجیه کنند [۲۹]. Kieserling و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه ای بر روی تأثیر افزودن فیبر پرتقال بر ویژگی های رئولوژی، تریبولوژی و حسی ماست نشان دادند که افزودن فیبر پرتقال موجب کاهش آب اندازی ماست شد [۳۰]. Perez-Chabela و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی خود اعلام کردند که افزودن پودر پوست انبه و پودر پوست سیب زمینی بطور جداگانه به ماست، باعث کاهش آب اندازی نسبت به نمونه شاهد شد [۳۱]. Rojas-Torres و همکاران (۲۰۲۱) هیدروکلونید طبیعی بدست آمده از دانه کدو حلوائی (*Cucurbita moschata*) را با هدف بهبود خواص فیزیکیوشیمیایی، رئولوژی و حسی به ماست افزودند. نتایج نشان داد که زانتان، هیدروکلونید بدست آمده از دانه کدو حلوائی و مخلوط دو ترکیب فوق با کاهش معنادار در آب اندازی نمونه های غنی شده سبب محافظت از ماندگاری ماست گردید [۳۲]. نتایج پژوهش حاضر با گزارش سایر محققان تایید شد [۳۳].

بررسی روند تغییرات در روزهای اول تا پانزدهم آزمون، نتایج نشان می دهد که افزایش مدت زمان انبارداری، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش آب اندازی می شود ( $p < 0.05$ ) و در تمامی نمونه ها بیشترین ظرفیت نگهداری آب و کمترین مقدار آب اندازی در روز پانزدهم مشاهده شد. نمونه CLY با  $(0.13g/25g \pm 0.02)$  بیشترین آب اندازی در روز اول و نمونه YP3 با  $(0.11g/25g \pm 0.06)$  کمترین آب اندازی را در روز پانزدهم دارا بود. مقایسه داده های حاصل از آب اندازی حاکی از آن بود که با افزایش مدت زمان انبارداری از روز اول تا روز پانزدهم، آب اندازی در نمونه های CFY و YPI کاهش و در نمونه YP3 تغییر معناداری مشاهده نشد. علت این امر تشکیل سطوح متصل به ماتریکس کازئینی است که سبب تغییر ساختار میکروسکوپی آن شده و باگرانول ها و زنجیره های پروتئین شیر پیوند برقرار می کند، در نتیجه تشکیل ساختار شبکه ای دوتایی تقریباً هموزن بدون انتها تشکیل می دهد، این شبکه بهم پیوسته بطور موثری می تواند فاز آبی را در خود نگه داشته و در نتیجه سبب کاهش آب اندازی در طول دوره ی انبارداری شود [۳۴].

در روز پانزدهم بترتیب کمترین و بیشترین ویسکوزیته را در طول دوره‌ی نگهداری دارا بودند. Cichonska و همکاران (۲۰۲۱) افزایش ویسکوزیته ماست طی دوران نگهداری را مرتبط با عواملی همچون کیفیت ماده اولیه، نوع ساختار افزودنی، نوع میکروارگانیسم‌ها و شرایط تخمیر بیان کردند [۳۹].

نتایج حاصل از تاثیر مدت زمان نگهداری بر ویسکوزیته حاکی از آن است که با گذشت زمان، به علت افزایش اتصالات هیدروژنی و بازیابی ساختار، فاکتور ویسکوزیته بطور معناداری در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت [۳۸]. نمونه CLY ( $4480 \pm 0/172$ ) سانتی پویز) در روز اول و نمونه YP3 ( $11980 \pm 0/106$  سانتی پویز)

**Table 2** The effect of adding different amounts of powder on the physicochemical properties of set type yogurt

The experiment	Treatment Day	CFY	CLY	YP1	YP2	YP3
pH	Day1	4.49 ± 0.003 <sup>aA</sup>	4.43 ± 0.001 <sup>bA</sup>	4.39 ± 0.003 <sup>bcA</sup>	4.38 ± 0.003 <sup>cA</sup>	4.37 ± 0.002 <sup>cA</sup>
	Day8	4.41 ± 0.003 <sup>aB</sup>	4.35 ± 0.001 <sup>bB</sup>	4.32 ± 0.002 <sup>bb</sup>	4.29 ± 0.002 <sup>cB</sup>	4.28 ± 0.002 <sup>cB</sup>
	Day15	4.33 ± 0.004 <sup>aC</sup>	4.29 ± 0.002 <sup>bC</sup>	4.25 ± 0.001 <sup>bc</sup>	4.22 ± 0.001 <sup>cC</sup>	4.19 ± 0.003 <sup>cC</sup>
Acidity (%L.A)	Day1	1.09 ± 0.004 <sup>cC</sup>	1.13 ± 0.001 <sup>bC</sup>	1.19 ± 0.004 <sup>aC</sup>	1.20 ± 0.006 <sup>aC</sup>	1.22 ± 0.005 <sup>aC</sup>
	Day8	1.17 ± 0.004 <sup>dB</sup>	1.21 ± 0.005 <sup>cB</sup>	1.275 ± 0.000 <sup>bb</sup>	1.28 ± 0.004 <sup>abB</sup>	1.30 ± 0.004 <sup>aB</sup>
	Day15	1.33 ± 0.004 <sup>cA</sup>	1.35 ± 0.001 <sup>cA</sup>	1.42 ± 0.001 <sup>bA</sup>	1.43 ± 0.004 <sup>bA</sup>	1.47 ± 0.003 <sup>aA</sup>
Water holding Capacity (%)	Day1	61.96 ± 0.005 <sup>cC</sup>	60.53 ± 0.008 <sup>dC</sup>	65.06 ± 0.007 <sup>bc</sup>	65.34 ± 0.014 <sup>aC</sup>	65.60 ± 0.011 <sup>aC</sup>
	Day8	63.80 ± 0.002 <sup>dB</sup>	62.00 ± 0.004 <sup>eB</sup>	64.63 ± 0.005 <sup>cB</sup>	66.14 ± 0.007 <sup>bB</sup>	66.34 ± 0.004 <sup>aB</sup>
	Day15	65.54 ± 0.006 <sup>dA</sup>	63.36 ± 0.005 <sup>eA</sup>	66.06 ± 0.005 <sup>cA</sup>	66.77 ± 0.008 <sup>bA</sup>	67.32 ± 0.004 <sup>aA</sup>
Syneresis (g/25g)	Day1	8.48 ± 0.003 <sup>bA</sup>	10.02 ± 0.013 <sup>aA</sup>	7.34 ± 0.005 <sup>cA</sup>	7.21 ± 0.012 <sup>cA</sup>	6.60 ± 0.010 <sup>dA</sup>
	Day8	8.35 ± 0.003 <sup>bb</sup>	9.91 ± 0.010 <sup>aAB</sup>	7.25 ± 0.004 <sup>cB</sup>	7.10 ± 0.012 <sup>cAB</sup>	6.55 ± 0.014 <sup>dA</sup>
	Day15	8.20 ± 0.001 <sup>bc</sup>	9.76 ± 0.008 <sup>ab</sup>	7.13 ± 0.003 <sup>cC</sup>	6.99 ± 0.009 <sup>dB</sup>	6.45 ± 0.011 <sup>eA</sup>
Viscosity (Centipoise)	Day1	5650 ± 0.270 <sup>dC</sup>	4480 ± 0.172 <sup>eC</sup>	8920 ± 0.121 <sup>cC</sup>	9260 ± 0.120 <sup>bc</sup>	11250 ± 0.135 <sup>aC</sup>
	Day8	6155 ± 0.201 <sup>dB</sup>	5050 ± 0.123 <sup>eB</sup>	9255 ± 0.165 <sup>cB</sup>	10895 ± 0.069 <sup>bB</sup>	11365 ± 0.096 <sup>aB</sup>
	Day15	7650 ± 0.033 <sup>cA</sup>	5855 ± 0.094 <sup>dA</sup>	9720 ± 0.175 <sup>bA</sup>	11945 ± 0.172 <sup>aA</sup>	11980 ± 0.106 <sup>aA</sup>

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case show the significant difference ( $P < 0.05$ ) between samples and storage, respectively

۳-۱-۴- ماده خشک، چربی و پروتئین

در مقایسه با نمونه کنترل کم‌چرب ( $1/65 \pm 0/009$ ٪) وجود ندارد ( $p > 0/05$ ). به عبارتی دیگر، با افزایش درصد پودر گلابی از ۱ به ۳ درصد، تغییر معناداری در میزان چربی نمونه‌های ماست مشاهده نشد. در همین راستا Dai و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که کنجاک گلوکومانان به عنوان یک جایگزین چربی در ماست کم‌چرب و بدون چربی

نتایج حاصل از ماده خشک، چربی و پروتئین در جدول ۳ نمایش داده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که مطابق انتظار محتوای چربی CFY ( $3/15 \pm 0/007$ ٪) نسبت به سایر نمونه‌ها بیشتر بود ( $p < 0/05$ ) و تفاوت معناداری بین محتوای چربی YP1 ( $1/60 \pm 0/000$ ٪)، YP2 ( $1/65 \pm 0/010$ ٪) و YP3

پودر سنجد را با هدف تولید ماست بدون چربی در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر به شیر بدون چربی اضافه کردند و نشان دادند که با افزودن پودر سنجد، محتوای پروتئینی در ماست‌های غنی شده در قیاس با ماست پرچرب افزایش و در قیاس با ماست بدون چربی کاهش معناداری داشت [۳۴]. Lee و همکاران (۲۰۲۱) افزایش محتوای پروتئینی را در ماست‌های حاوی عصاره ریشه جینسینگ هیدروپونیک بیان کردند [۴۲]. مقدار ماده خشک اندازه‌گیری شده در محدوده ۱۳/۶۲ - ۱۲/۰۷ درصد بود. نمونه‌های CFY و YP3 بالاترین میزان ماده خشک را دارا بودند و تفاوت معناداری بین نمونه‌های YP1 و YP2 مشاهده نشد. مقایسه میان نمونه‌های غنی شده نشان داد با افزایش درصد پودر گلابی، مقدار ماده خشک افزایش می‌یابد. Azimi و همکاران (۲۰۱۳) نیز به افزایش درصد ماده خشک با افزودن فیبر پرتقال به علت قدرت بالای فیبر در جذب آب و بدنال افزایش ماده خشک در تیمارها اشاره کردند [۴۳].

سبب تغییر معنادار در چربی نمونه‌ها نگردید [۲۰]. Rebeiro و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که غنی‌سازی ماست با پودر پالپ زیتون و همچنین غنی‌سازی با عصاره آبی خشک شده زیتون تغییرات معناداری را از لحاظ محتوای چربی در نمونه‌های غنی شده ایجاد نمی‌کند [۴۰]. همچنین Kim و همکاران (۲۰۲۰) با اضافه کردن صمغ دانه ریحان و تولید ماست با چربی کاهش یافته و ماست بدون چربی، عنوان کردند که محتوای چربی تیمارها تفاوت معناداری با تیمار شاهد آن‌ها نداشت [۴۱]. محتوای پروتئین نمونه‌های ماست حاوی پودر گلابی در محدوده‌ی ۳/۵۸ - ۳/۴۴ درصد گزارش شد که بیشتر از ماست پرچرب کنترل و کمتر از ماست کم‌چرب کنترل بود. مقایسه‌ی نمونه‌های حاوی درصد‌های متفاوت پودر گلابی نشان داد که مقدار پروتئین نمونه‌های ماست با افزایش درصد پودر گلابی از ۱ به ۲ درصد کاهش ( $p < 0.05$ ) و با افزایش پودر گلابی از ۲ به ۳ درصد تغییر معناداری نداشت. نوایان قاسمی و همکاران (۱۳۹۹)

**Table 3** The effect of adding different amounts of powder on fat, protein and dry matter of set type yogurt

The experiment Treatment	CFY	CLY	YP1	YP2	YP3
Fat (%)	3.15 ± 0.007 <sup>a</sup>	1.55 ± 0.010 <sup>b</sup>	1.60 ± 0.000 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.010 <sup>b</sup>	1.65 ± 0.009 <sup>b</sup>
Protein (%)	3.28 ± 0.004 <sup>d</sup>	3.63 ± 0.004 <sup>a</sup>	3.58 ± 0.002 <sup>b</sup>	3.46 ± 0.005 <sup>c</sup>	3.44 ± 0.004 <sup>c</sup>
Dry matter (%)	13.47 ± 0.006 <sup>a</sup>	12.07 ± 0.004 <sup>d</sup>	12.72 ± 0.003 <sup>c</sup>	13.02 ± 0.004 <sup>b</sup>	13.62 ± 0.013 <sup>a</sup>

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case shows the significant difference ( $P < 0.05$ ) between samples

افزایش سفتی نمونه با افزایش درصد پودر گلابی از ۲ به ۳ درصد مشاهده نشد. میان نمونه‌های حاوی درصد‌های متفاوت پودر گلابی بترتیب کمترین و بیشترین سفتی بافت را نمونه‌ی YP1 ( $0.145 \pm 0.006N$ ) در روز اول و نمونه‌ی YP3 ( $0.215 \pm 0.004N$ ) در روز پانزدهم به خود اختصاص دادند. با مقایسه‌ی نمونه‌ها کنترل به وضوح مشاهده شد که سفتی بافت با مقدار چربی افزایش می‌یابد. بواسطه فرآیند حرارتی اعمال شده روی شیر (۹۰ درجه سانتی‌گراد، ۵ دقیقه) یک ساختار ژل با ریزساختار متقاطع توسط پروتئین‌های آب پنیر دنا توره شده مرتبط با میسل‌های کازئین تشکیل می‌شود که استحکام ژل و بافت ماست را کنترل می‌کند. بنابراین، محتوای پروتئینی عامل حاکم برای یک شبکه ژل قوی‌تر است که محصول را سخت‌تر می‌کند [۴۲ و ۴۴]. با توجه به توضیحات فوق، هنگامیکه گلبول‌های چربی (در مورد نمونه پرچرب) در سیستم بیشتر باشد، خود چربی نیز در سفتی محصول نقش دارد. گلبول‌های

### ۳-۲- ویژگی‌های بافتی

یکی از مناسب‌ترین روش‌های دستگاهی جهت سنجش کیفیت ماست قالبی و تعیین پارامترهای سفتی، چسبندگی، کشسانی و پیوستگی، آنالیز پروفیل بافت می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی آزمون بافتی در روزهای ۱، ۸ و ۱۵ از دوره‌ی نگهداری در جدول ۴ نشان داده شده است.

### ۳-۲-۱- سفتی<sup>۵</sup> بافت

سفتی، رایج‌ترین پارامتر جهت ارزیابی بافت می‌باشد که به عنوان نیروی لازم جهت دستیابی به یک تغییر شکل معین تعریف می‌شود. مطابق جدول ۴، مقایسه نمونه‌های دارای پودر گلابی با نمونه کنترل پرچرب نشان داد که به جز نمونه YP1 که فاکتور سفتی بافت آن تفاوت معناداری با کنترل پرچرب نداشت، افزودن پودر گلابی سبب سفتی بافت نمونه‌ها گردید ولی روند خطی بین

5. Firmness



داد نمونه‌های حاوی پودر گلابی استحکام بالاتری دارا بودند [۴۸]. مطابق با نتایج این تحقیق، ماست‌های تهیه شده با صمغ نیمه هیدرولیز شده گوار در مقایسه با نمونه کنترل، با افزایش سطح غنی‌سازی با فیبر، پیوستگی بالاتری به علت تاثیر فیبر بر استحکام پیوندهای داخلی دارا بودند [۱۳]. همچنین در پژوهش صورت گرفته توسط Mousavi و همکاران (۲۰۱۹) نیز نتایج قابل انتظاری در ارتباط با افزایش پیوستگی در اثر افزودن پودر دانه کتان بدست آمد [۴۷]. افزایش پیوستگی در طول دوره نگهداری در مطالعه دیگر گزارش شد که یافته‌های پژوهش حاضر را تایید می‌کند [۴۹].

### ۳-۲-۳- چسبندگی<sup>۷</sup> بافت

چسبندگی یا چسبناکی، کار مورد نیاز جهت اعمال نیروی جاذبه بین سطح مواد غذایی و مواد مختلف در تماس با آنها است. در واقع چسبندگی نیروی لازم برای جداسازی موادی است که در هنگام غذا خوردن به دندان می‌چسبند [۴۷]. مطابق با جدول ۴، بترتیب بیشترین و کمترین میزان چسبندگی متعلق به نمونه کنترل کم چرب (۰/۵۵ - ۰/۵۰) و نمونه کنترل پرچرب (۰/۱۵ - ۰/۱۰) بود و مقایسه سایر نمونه‌ها حاکی از این است که افزودن پودر گلابی در سطح ۱ درصد تغییر معناداری در چسبندگی با نمونه کنترل کم چرب ایجاد نکرده اما با افزایش میزان پودر به ۲ درصد، چسبندگی در قیاس با نمونه کنترل کم چرب کاهش یافت (p < ۰/۰۵) و این روند کاهشی با افزایش درصد پودر گلابی به ۳ درصد مشاهده نشد (p > ۰/۰۵).

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که تاثیر مدت زمان نگهداری بر چسبندگی در نمونه‌های CFY، CLY و YP1 معنادار نبوده و فقط در نمونه‌های YP2 (۰/۴۰ - ۰/۳۰) و YP3 (۰/۳۵ - ۰/۲۵) با گذشت زمان افزایش یافت (p < ۰/۰۵). طی مطالعه‌ای در رابطه با افزودن ژل برگ آلوئه ورا به ماست، چسبندگی در نمونه‌های تولید بطور معناداری کاهش یافت [۵۰]. Akgun و همکاران (۲۰۱۶) نیز به عدم تاثیر معنادار زمان انبارداری بر چسبندگی ماست تهیه شده از شیر بوفالو اشاره کردند [۵۱].

### ۳-۲-۴- کشسانی<sup>۸</sup> بافت

چربی با یکدیگر و با پروتئین‌های آب پنیر دناتور شده مرتبط با میسل‌های کازئین در سرم در طی اسیدی‌سازی تعامل دارند، که نتیجه آن افزایش تراکم اتصال متقابل ژل‌های اسیدی می‌باشد. علاوه بر این، پروتئین‌های آب پنیر می‌توانند بر روی سطح کروی چربی جذب شوند و تعامل بین خود را افزایش دهند [۴۴]. در نتیجه، تعداد بیشتر گلبول‌های چربی در ماتریکس می‌تواند منجر به ایجاد برهمکنش‌های متعدد بین گلبول‌های چربی، پروتئین‌های آب پنیر و میسل‌های کازئین شود که سبب تقویت شبکه ژل سه بعدی می‌گردد [۴۵]. بنابر اظهارات Nguyen و همکاران (۲۰۱۷) بطور کلی و با افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف، سفتی ماست بدون چربی افزایش می‌یابد [۴۴].

تاثیر مدت زمان نگهداری بر سفتی بافت نمونه‌های CFY، YP2، و YP3 معنادار نبوده و فقط در نمونه‌های CLY (در محدوده ۰/۱۳N - ۰/۰۹) و YP1 (در محدوده ۰/۱۸N - ۰/۱۴۵) با افزایش مدت زمان نگهداری، سفتی بافت افزایش یافت (p < ۰/۰۵). Supavitpatana و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که ژلاتین در سطوح مختلف سبب بهبود ویژگی‌های ماست سویا می‌شود ولی در سطوح بالا به دلیل افزایش سختی، بافت نامطلوب می‌باشد [۴۶].

### ۳-۲-۳- پیوستگی<sup>۶</sup> بافت

پیوستگی جزء پارامترهای بافتی مهم در ماست از حیث آشکار کردن مقبولیت آن از دید مصرف کننده می‌باشد. پیوستگی به عنوان نیروی پیوندهای پیوند درونی تعریف می‌شود که محصول را بطور کامل حفظ می‌کند و همچنین به عنوان نیرویی بیان می‌شود که می‌تواند سبب تغییر شکل ماده قبل از شسکتن شود [۴۷]. طبق نتایج بدست آمده در جدول ۴، افزودن پودر گلابی سبب افزایش معنادار در مقادیر پیوستگی بافت در مقایسه با نمونه کنترل پرچرب و نمونه کنترل کم چرب شد و با گذشت زمان در تمامی نمونه‌ها پیوستگی افزایش یافت بطوریکه نمونه CFY (۰/۳۷±۰/۰۰۸) کمترین میزان پیوستگی را در روز اول و نمونه YP3 (۱/۹۱±۰/۰۱۳) بیشترین پیوستگی را در روز پانزدهم داشت (p < ۰/۰۵). از آنجایی که پیوستگی نشان دهنده استحکام پیوندهای درونی ساختار ماست است لذا مقادیر پیوستگی نشان

7. Adhesiveness

8. Springiness

6. Cohesiveness

خاصیت کشسانی میزان تغییر شکل یک ماده در اثر اعمال نیرو و بازگشت به شکل قبلی پس از حذف نیرو می‌باشد و به عوامل مختلفی مانند فرآیند حرارتی، برهم‌کنش پروتئین‌ها و الاستیسیته بستگی دارد [۴۷]. جدول ۴ میزان کشسانی نمونه‌های ماست را نشان می‌دهد. افزودن پودر گلابی سبب افزایش معنادار خاصیت کشسانی در مقایسه با نمونه کنترل پرچرب و کم‌چرب در همه‌ی سطوح گردید اما با افزایش مقدار پودر گلابی از ۱ به ۳ درصد خاصیت کشسانی در نمونه‌های غنی‌شده کاهش یافت اما همچنان از نمونه‌های کنترل بیشتر بود. بالاترین خاصیت کشسانی در نمونه دارای ۱ درصد پودر گلابی (۳/۰۳۵±۰/۰۱۸) در روز اول و کمترین خاصیت کشسانی متعلق به نمونه کنترل پرچرب

نتایج حاصل از تاثیر مدت زمان نگهداری بر کشسانی نمونه‌ها نشانگر کاهش خاصیت کشسانی در همه‌ی نمونه‌ها بود. با افزایش مدت زمان نگهداری از روز اول تا هشتم جز در نمونه CFY، کشسانی در سایر نمونه‌ها کاهش یافت. در روز پانزدهم کمترین و بیشترین خاصیت کشسانی بترتیب متعلق به نمونه CFY (۰/۶۵۵±۰/۰۱۵) و نمونه YPI (۲/۲۱۵±۰/۰۰۷) بود. همکاران (۲۰۱۷) نیز نتایج مشابهی را در اثر افزودن صمغ نیمه هیدرولیز شده گوار بر افزایش خاصیت کشسانی گزارش کردند همچنین نشان دادند که خاصیت کشسانی نمونه‌ها با گذشت زمان کاهش یافت [۵۲].

**Table 4** The effect of adding different amounts of powder on the textural properties of set type yogurt

The experiment	Treatment Day	CFY	CLY	YPI	YP2	YP3
Firmness(N)	Day1	0.14 ± 0.005 <sup>ba</sup>	0.09 ± 0.001 <sup>cb</sup>	0.145 ± 0.006 <sup>bb</sup>	0.195 ± 0.005 <sup>aa</sup>	0.20 ± 0.003 <sup>aa</sup>
	Day8	0.15 ± 0.004 <sup>ca</sup>	0.095 ± 0.002 <sup>db</sup>	0.175 ± 0.000 <sup>ba</sup>	0.20 ± 0.001 <sup>aa</sup>	0.21 ± 0.004 <sup>aa</sup>
	Day15	0.155 ± 0.001 <sup>ba</sup>	0.13 ± 0.004 <sup>ca</sup>	0.18 ± 0.002 <sup>ba</sup>	0.205 ± 0.005 <sup>aa</sup>	0.215 ± 0.004 <sup>aa</sup>
Cohesiveness	Day1	0.37 ± 0.008 <sup>cc</sup>	0.56 ± 0.007 <sup>ac</sup>	0.57 ± 0.004 <sup>dc</sup>	0.61 ± 0.002 <sup>cc</sup>	0.66 ± 0.002 <sup>bc</sup>
	Day8	0.63 ± 0.015 <sup>bb</sup>	0.87 ± 0.019 <sup>ab</sup>	0.91 ± 0.006 <sup>ba</sup>	0.92 ± 0.009 <sup>bb</sup>	0.94 ± 0.012 <sup>bb</sup>
	Day15	0.99 ± 0.016 <sup>ba</sup>	1.38 ± 0.006 <sup>aa</sup>	1.44 ± 0.012 <sup>db</sup>	1.87 ± 0.006 <sup>ca</sup>	1.91 ± 0.013 <sup>bcA</sup>
Adhesiveness	Day1	0.10 ± 0.002 <sup>ca</sup>	0.50 ± 0.029 <sup>aa</sup>	0.50 ± 0.029 <sup>aa</sup>	0.30 ± 0.001 <sup>bb</sup>	0.25 ± 0.016 <sup>bb</sup>
	Day8	0.15 ± 0.019 <sup>ca</sup>	0.55 ± 0.015 <sup>aa</sup>	0.50 ± 0.029 <sup>aa</sup>	0.35 ± 0.016 <sup>baB</sup>	0.30 ± 0.001 <sup>baB</sup>
	Day15	0.15 ± 0.019 <sup>ca</sup>	0.55 ± 0.015 <sup>aa</sup>	0.55 ± 0.014 <sup>aa</sup>	0.40 ± 0.000 <sup>ba</sup>	0.35 ± 0.016 <sup>ba</sup>
Springiness	Day1	0.94 ± 0.029 <sup>da</sup>	1.76 ± 0.015 <sup>ca</sup>	3.035 ± 0.018 <sup>aa</sup>	2.81 ± 0.014 <sup>ba</sup>	2.755 ± 0.008 <sup>ba</sup>
	Day8	0.815 ± 0.015 <sup>da</sup>	1.465 ± 0.010 <sup>cb</sup>	2.29 ± 0.005 <sup>ab</sup>	2.19 ± 0.009 <sup>ab</sup>	2.035 ± 0.011 <sup>bb</sup>
	Day15	0.655 ± 0.015 <sup>db</sup>	1.545 ± 0.017 <sup>cb</sup>	2.215 ± 0.007 <sup>ab</sup>	1.94 ± 0.013 <sup>bc</sup>	1.67 ± 0.023 <sup>cc</sup>

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case show the significant difference (P<0.05) between samples and storage, respectively

ارزیابی کلی) نمونه‌ها در روز اول، هشتم و پانزدهم از انبارداری صورت پذیرفت. همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود در تمام ویژگی‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری در بین نمونه‌ها وجود دارد. مقایسه این ویژگی‌ها نشان داد که افزودن پودر گلابی به جز نمونه حاوی ۳ درصد پودر که دارای اختلاف معنادار با

### ۳-۳- ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی به تعریف ویژگی‌های محصول که در مورد مقبولیت محصول برای مشتری برجسته است کمک می‌کند [۵۳]. بررسی ویژگی‌های حسی (مزه و بو، ظاهر و رنگ، قوام و بافت،

نمونه‌های کنترل نداشت در مقابل با افزایش درصد پودر گلابی کاهش معنادار امتیاز فوق در نمونه‌های غنی‌شده مشاهده شد. تاثیر گذشت زمان بر امتیاز بو و مزه، به جز در نمونه دارای ۳ درصد پودر گلابی که کاهش معنادار در امتیاز بو و مزه را نشان داد در سایر نمونه‌ها تاثیر معناداری نداشت. در نمونه های CFY و YP3 با افزایش روز انبارداری از روز اول به هشتم امتیاز ارزیابی کلی افزایش یافت، ولی از روز هشتم تا پانزدهم تفاوت معناداری مشاهده نگردید. در سایر نمونه‌ها نیز با افزایش روز انبارداری تفاوت معناداری مشاهده نگردید. بجز نمونه‌های کنترلی CFY و CLY، از میان نمونه‌های حاوی درصدهای متفاوت پودر گلابی بیشترین ارزیابی کلی را به ترتیب نمونه‌ی YP1 در روز پانزدهم، هشتم، اول و کمترین ارزیابی کلی را نمونه‌ی YP3 در روز پانزدهم به خود اختصاص داده اند.

نمونه کنترل پرچرب در روز اول بود، در سایر نمونه‌ها و سایر روزها تفاوت معناداری در اثر افزودن پودر گلابی به ماست در امتیاز ظاهر و رنگ مشاهده نشد. همچنین گذشت زمان سبب کاهش امتیاز ظاهر و رنگ در نمونه‌های CFY، YP2 و YP3 شد ( $p < 0.05$ ). مقایسه قوام و بافت نشانگر افزایش امتیاز قوام و بافت بدنال افزودن پودر گلابی در مقایسه با نمونه‌های کنترل بود ( $p < 0.05$ ) اما با افزایش میزان پودر گلابی مقبولیت در خصوص این شاخص تغییر معناداری نداشت. نتایج بدست آمده از ارزیابان حسی در مورد ویژگی بافت، با نتایج آنالیزهای انجام گرفته (ظرفیت نگهداری آب، آب‌اندازی و ویسکوزیته) مطابقت دارد. بطوریکه امتیاز بالای ارزیابان به بافت ماست‌های دارای پودر گلابی در مقایسه با نمونه کنترل کم‌چرب با بالا بودن ویسکوزیته و پایین بودن آب‌اندازی آن‌ها قابل استدلال است. ماست تهیه شده با ۱ درصد پودر گلابی تفاوت معناداری از لحاظ بو و مزه با

**Table 5-** The effect of adding different amounts of powder on the sensory properties of set type yogurt

The experiment	Treatment	CFY	CLY	YP1	YP2	YP3
	Day					
Appearance and color	Day1	4.94 ± 0.007 <sup>aA</sup>	4.82 ± 0.007 <sup>abA</sup>	4.88 ± 0.000 <sup>abA</sup>	4.82 ± 0.007 <sup>abA</sup>	4.77 ± 0.014 <sup>bA</sup>
	Day8	4.82 ± 0.007 <sup>aA</sup>	4.77 ± 0.014 <sup>aA</sup>	4.825 ± 0.006 <sup>aA</sup>	4.715 ± 0.007 <sup>aB</sup>	4.77 ± 0.001 <sup>aA</sup>
	Day15	4.71 ± 0.007 <sup>abB</sup>	4.71 ± 0.007 <sup>abA</sup>	4.77 ± 0.014 <sup>abA</sup>	4.66 ± 0.001 <sup>abB</sup>	4.60 ± 0.006 <sup>bB</sup>
Texture and consistency	Day1	4.82 ± 0.007 <sup>bB</sup>	4.71 ± 0.008 <sup>cB</sup>	4.88 ± 0.000 <sup>abB</sup>	4.94 ± 0.007 <sup>aA</sup>	4.94 ± 0.007 <sup>aB</sup>
	Day8	4.94 ± 0.007 <sup>aA</sup>	4.77 ± 0.001 <sup>bAB</sup>	4.94 ± 0.007 <sup>aB</sup>	4.94 ± 0.007 <sup>aA</sup>	5 ± 0.002 <sup>aA</sup>
	Day15	5 ± 0.002 <sup>aA</sup>	4.82 ± 0.006 <sup>bA</sup>	4.94 ± 0.002 <sup>aA</sup>	5 ± 0.002 <sup>aA</sup>	5 ± 0.002 <sup>aA</sup>
Odor and taste	Day1	9.88 ± 0.012 <sup>aA</sup>	9.82 ± 0.004 <sup>abA</sup>	9.88 ± 0.001 <sup>aA</sup>	9.66 ± 0.010 <sup>bA</sup>	9.38 ± 0.004 <sup>cA</sup>
	Day8	9.38 ± 0.006 <sup>aA</sup>	9.94 ± 0.009 <sup>aA</sup>	9.77 ± 0.006 <sup>aA</sup>	6.49 ± 0.011 <sup>bA</sup>	9.22 ± 0.010 <sup>cB</sup>
	Day15	9.88 ± 0.001 <sup>aA</sup>	9.71 ± 0.004 <sup>aA</sup>	9.71 ± 0.015 <sup>aA</sup>	9.49 ± 0.006 <sup>bA</sup>	9.05 ± 0.006 <sup>cC</sup>
Overall acceptability	Day1	19.70 ± 0.004 <sup>aA</sup>	19.36 ± 0.012 <sup>bA</sup>	19.64 ± 0.001 <sup>abA</sup>	19.42 ± 0.008 <sup>bA</sup>	19.09 ± 0.015 <sup>cA</sup>
	Day8	19.64 ± 0.000 <sup>aAB</sup>	19.31 ± 0.013 <sup>bcA</sup>	19.59 ± 0.012 <sup>abA</sup>	19.20 ± 0.016 <sup>cdA</sup>	18.99 ± 0.008 <sup>dAB</sup>
	Day15	19.59 ± 0.003 <sup>aB</sup>	19.25 ± 0.010 <sup>bA</sup>	19.59 ± 0.012 <sup>aA</sup>	19.15 ± 0.003 <sup>bA</sup>	18.66 ± 0.009 <sup>cB</sup>

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case show the significant difference ( $P < 0.05$ ) between samples and storage, respectively

از ۲ به ۳ درصد، روند کاهشی معناداری مشاهده گردید. در روز هشتم با افزایش درصد وزنی پودر گلابی از ۱ به ۲ درصد، امتیاز

در روز اول با افزایش درصد وزنی پودر گلابی از ۱ به ۲ درصد، ارزیابی کلی تغییر معناداری نکرد، ولی با افزایش بیشتر این درصد

بود. به طور کلی و با توجه به نتایج آزمون‌های مختلف، می‌توان گفت که با استفاده از ۱ درصد پودر گلابی در فرمولاسیون تولید ماست کم چرب، می‌توان محصول نهایی دارای قابل قبول‌ترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی را تولید کرد.

## ۵- منابع

- [1] Lucey, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels *Journal of Dairy Science* 85:281-294.
- [2] Modzelewska-Kapituła, M., Kłębukowska, L., and Kornacki, K. (2008). Effect of inulins TEX and HPX on apparent viscosity and pH value of set-type yogurts. *Acta Agrophysica* 11, 693–701.
- [3] Gineikiene, J., Kiudyte, J., and Degutis, M. (2017). Functional, organic or conventional Food choices of health conscious and skeptical consumers. *Baltic Journal of Management* 12, 139–152.
- [4] Kwon, H. C., Bae, H, Seo, H.G., and Han, S.G. (2019). Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt. *Journal of Dairy Science* 102, 4870–4876.
- [5] Ozen, A.E., and Kilic, M. (2009). Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. *Journal of Texture Studies* 40, 288-299.
- [6] Sameen, A., Mushtaq, B. S., Hussain, M. B., Javed, A., Plygun, S., Korneeva, O., and Shariati, M. A. (2021). Development and evaluation of yogurt supplemented with lentil flour. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences* 1005-1009.
- [7] Sanyal, M.K., Pal, S.C., Gangopadhyay, S.K., Dutta, S.K., Ganguli, D., Das, S., and Maiti, P. (2011) Influence of stabilizers on quality of sandesh from buffalo milk. *Journal of Food Science and Technology* 48, 740–744.
- [8] Sekhavatizade, S., and Sadeghzadefar, Sh. (2012). The effect of guar gum as a fat replacer on some chemical and sensory properties of low-fat yogurt. *Journal of innovation of food science and technology* 5(2), 29-38.
- [9] Duxbury, D. (2004). Dietary fiber: still no accepted definition. *Food Technology* 58, 70–71.

ارزیابی کلی کاهش معناداری یافت، ولی با افزایش بیشتر این درصد از ۲ به ۳ درصد، تغییر معناداری مشاهده نگردید و در روز پانزدهم با افزایش درصد پودر گلابی افزایشی معناداری دیده شد. نتایج حاصل از این مطالعه بر شاخصه‌ای حسی ماست‌های تیمار شده با فیبرهای مختلف نشان داد که افزودن فیبر بر خواص حسی ماست مؤثر است. اگرچه باید توجه داشت که نوع و مقدار فیبر به کاررفته در این امر مؤثر است به طوری که ماست‌های حاوی مقادیر اندک فیبرهای آناناس، انار و گندم در مقایسه با مقادیر بالاتر بهتر بودند [۵۳]. نتایج پژوهش دیگری نیز نشان داد که با افزایش مقادیر فیبر گندم و سیب به ماست، کاهش معنی‌داری در رنگ و طعم ماست مشاهده می‌شود [۵۴]. اگرچه در مواردی امتیاز ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست غنی‌شده با پودر گلابی کمتر از نمونه کنترل پرچرب بود، به نظر می‌رسد که مصرف‌کنندگان غذای کاربردی با مزایای بالقوه سلامت را به دلیل افزایش اطلاعات تغذیه‌ای آن‌ها ترجیح می‌دهند. همچنین افزودن یک عامل طعم دهنده به ماست غنی شده با پودر گلابی می‌تواند ویژگی حسی این محصولات را بهبود بخشد.

## ۴- نتیجه گیری کلی

پودر گلابی حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات با ارزش تغذیه‌ای بالا مانند فیبر رژیمی (۲۲ درصد)، پکتین، لیگنان‌ها و ترکیبات فنولی می‌باشد که بدلیل محتوای بالای فیبر، در دسترس بودن و قیمت ارزان می‌توان به عنوان ماده عملگرا در توسعه اجزای غذایی و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات لبنی استفاده کرد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی جایگزینی پودر گلابی به عنوان یک جایگزین چربی بر پایه‌ی کربوهیدرات بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست کم‌چرب بود. نتایج حاصل نشان داد که با جایگزینی پودر گلابی ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و اسیدیته نمونه‌ها افزایش و pH آب‌اندازی، امتیاز عطر و طعم نمونه‌ها کاهش یافت. در بررسی ویژگی‌های بافتی، با افزایش سطح پودر گلابی، سفتی، پیوستگی، چسبندگی و کشسانی در مقابل نمونه کنترل پرچرب افزایش یافت. از نظر ویژگی‌های حسی نمونه ماست حاوی ۱ درصد پودر گلابی نسبت به سایر نمونه‌ها دارای پذیرش کلی بالاتری در بین ارزیابان

- replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal of Dairy Science* 99(9): 7063-7074.
- [21] Al-kadamany, E., Khattar, M. Haddad, T. and Toufeili, I. (2003). Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. *LWT-Food Science and Technology*. 36(4): 407-414.
- [22] Mantzouridou, F. T., Naziri, E., Kyriakidou, A., Paraskevopoulou, A., Tsimidou, M. Z. and Kiosseoglou, V. (2019). Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yogurt-like product formulation. *LWT-Food Science and Technology*. 105, 48-56.
- [23] Brennan, C.S. and Tudorica, C.M. (2008). Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological. Textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan. Guar gum and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 43:824-833.
- [24] Meilgaard, M., Civille, G. and Carr, V.(1999). *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd Edition. CRC Press; USA.
- [25] Tholstrup-Kiani, H., Mousavi, M. E., and Mousavi, Z. E. (2010). Particle stability in dilute fermented dairy drinks: Formation of fluid gel and impact on rheological properties. *Food Science and Technology International*, 16(6),543-51.
- [26] Asiimwe, A., Kigozi, J. B., and Muyonga, J. (2021). Physicochemical Properties, Sensory Acceptance and Storage Stability of Yogurt Flavored with Refractance Window Dried Passion Fruit Powder. *Asian Food Science Journal* 38-49.
- [27] Balpetek Külcü, D., Koşgin, E. B., Çelik, Ö. F., and Turabi Yolacaner, E. (2021). Investigation of physicochemical, microbiological, textural, and sensory properties of set-type yogurt with Mentha pulegium L.(pennyroyal) powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, e15549.
- [28] Qiu, L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., and Chang, L. (2021). Effect of edible rose (*Rosa rugosa* cv. Plena) flower extract addition on the physicochemical, rheological, functional and sensory properties of set-type yogurt. *Food Bioscience* 43, 101249.
- [10] Grigelmo-Miguel, N., and Martina-Bellosa, O. (1999). Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. *Food Research International* 131: 355-361.
- [11] Codina, G.G., Franciuc, S.G., and Mironeasa, S. (2016). Rheological characteristics and microstructure of milk yogurt as influenced by quinoa flour addition. *Journal of Food Quality* 39, 559-566.
- [12] Santiago-García, P. A., Mellado-Mojica, E., León-Martínez, F. M., Dzul-Cauich, J. G., López, M. G., and García-Vieyra, M. I. (2021). Fructans (agavins) from *Agave angustifolia* and *Agave potatorum* as fat replacement in yogurt: Effects on physicochemical, rheological, and sensory properties. *LWT* 140, 110846.
- [13] Mudgil, D. (2021). Influence of partially hydrolyzed guar gum as soluble fiber on physicochemical, textural and sensory characteristics of yoghurt. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 794-797.
- [14] FAO, F. (2011). Available online at: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. *Food and Agriculture Organization*.
- [15] Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and 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.
- [16] ISIRI (2006). Milk and its products - pH and acidity determination. National Standard No: 2852. First edition. Institute of Standards and Industrial Research of Iran
- [17] ISIRI. (2004). Milk, cream and evaporated milk-determination of total solid content. National Standard of Iran-number 11328. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
- [18] ISIRI. 1970. Determination of total azote in milk with Kjeldahl method. National Standard of Iran-number 639. Institute of Standards and Industrial Research of Iran
- [19] ISIRI. (2019). Yogurt-Specifications and test methods. National Standard of Iran-number 695. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.
- [20] Dai, S., Corke, H. and Shah, N. P. (2016). Utilization of konjac glucomannan as a fat

- [38] Lee, W. J., and Lucey, J. A. (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9), 1127-1136.
- [39] Cichońska, P., Pudło, E., Wojtczak, A., and Ziarno, M. (2021). Effect of the addition of whole and milled flaxseed on the quality characteristics of yogurt. *Foods*, 10(9), 2140.
- [40] Ribeiro, T. B., Bonifácio-Lopes, T., Morais, P., Miranda, A., Nunes, J., Vicente, A. A., and Pintado, M. (2021). Incorporation of olive pomace ingredients into yoghurts as a source of fibre and hydroxytyrosol: Antioxidant activity and stability throughout gastrointestinal digestion. *Journal of Food Engineering*, 297, 110476.
- [41] Kim, S. Y., Hyeonbin, O., Lee, P., and Kim, Y. S. (2020). The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. *Journal of dairy science*, 103(2), 1324-1336.
- [42] Lee, H. S., Song, M. W., Kim, K. T., Hong, W. S., and Paik, H. D. (2021). Antioxidant Effect and Sensory Evaluation of Yogurt Supplemented with Hydroponic Ginseng Root Extract. *Foods*, 10(3), 639.
- [43] Azimi, M. A., Zomorodi, S., Mohamadi, S. A., and Ahmadzade, G. R. (2013). Evaluating effects of orange fiber on physicochemical, rheology and sensory properties of strawberry yogurt using response surface methodology (RSM). *Journal of food science and technology*, 1(15), 23-34.
- [44] Nguyen, P. T., Kravchuk, O., Bhandari, B., and Prakash, S. (2017). Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouth feel of low-fat pot-set yoghurt. *Food Hydrocolloids*, 72, 90-104.
- [45] Aguilera, J. M., and Kessler, H.-G. (1989). Properties of Mixed and Filled-type Dairy Gels. 690 *Journal of Food Science*, 54(5), 1213-1217.
- [46] Supavitpatana, P., Wirjantoro, T. I., Apichartsrangkoon, A., and Raviyan, P. (2008). Addition of gelatin enhanced gelation of corn-milk yogurt. *Food chemistry*, 106(1), 211-216.
- [47] Mousavi, M., Heshmati, A., Daraei Garmakhany, A., Vahidinia, A., and Taheri, M. (2019). Texture and sensory characterization of
- [29] Phuapaiboon, P., Leenanon, B., and Levin, R.E. (2013). Effect of *Lactococcus lactis* immobilized within pineapple and yam bean segments, and jerusalem artichoke powder on its viability and quality of yogurt. *Food Bioproc. Technol* 6, 2751–2762.
- [30] Kieserling, K., Vu, T. M., Drusch, S., & Schalow, S. (2019). Impact of pectin-rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. *Food hydrocolloids*, 94, 152-163.
- [31] PÉREZ-CHABELA, M. D. L., CEBOLLÓN-JUÁREZ, A., BOSQUEZ-MOLINA, E., and TOTOSAUS, A. (2021). Mango peel flour and potato peel flour as bioactive ingredients in the formulation of functional yogurt. *Food Science and Technology*.
- [32] Rojas-Torres, S. A., Quintana, S. E., and García-Zapateiro, L. A. (2021). Natural yogurt stabilized with hydrocolloids from butternut squash (*Cucurbita moschata*) seeds: effect on physicochemical, rheological properties and sensory perception. *Fluids*, 6(7), 251.
- [33] Manzoor, S., Yusof, Y. A., Chin, N. L., Mohamed, I. S., Tawakkal, A., Fikry, M., and Chang, L. S. (2019). Quality characteristics and sensory profile of stirred yogurt enriched with papaya peel powder. *Pertanika. Journal of Tropical Agricultural Science*, 42(2), 519-533.
- [34] Navaeian Ghasemi, Sh., Soltani, M., and Moslehishad, M. (2020). Effect of Using Russian Olive (*Elaeagnus Angustifolia*) Powder on Quality Properties of Non-Fat Set-Type Yoghurt. *Food Engineering Research* 19(69), 159-176.
- [35] Tizghadam, P., Roufegari-nejad, L., Asefi, N., and Asl, P. J. (2021). Physicochemical characteristics and antioxidant capacity of set yogurt fortified with dill (*Anethum graveolens*) extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-8.
- [36] Waldron, K. W., Parker, M. L., & Smith, A. C. (2003). Plant cell walls and food quality. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2(4), 128-146.
- [37] Salehi, M., Ghorbani, M., Mahoonk, A. S., and Khomeiri, M. (2021). Physicochemical, antioxidant and sensory properties of yogurt fortified with common purslane (*Portulaca oleracea*) extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-9.

- [51] Akgun, A., Yazici, F., and 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, 521–527.
- [52] Mudgil, D., Barak, S., and Khatkar, B. (2017). Texture profile analysis of yogurt as influenced by partially hydrolyzed guar gum and process variables. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3810–3817.
- [53] Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Rezaei, K., Sohrabvandi, S. and Reinheimer J, A. 2007. Effect of refrigerated storage temperature on the viability of probiotic micro-organisms in yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 60: 123–127.
- [54] Kumar, P. And Mishra, H. N. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*, 87: 501–507.
- functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. *Food science and nutrition*, 7(3), 907-917.
- [48] Salvador, A., and Fiszman, S. (2004). Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set- type yogurt during long storage. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4033–4041.
- [49] do Espírito Santo, A., Perego, P., Converti, A., and Oliveira, M. (2012). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT- Food Science and Technology* 47(2), 393-399.
- [50] Azari-Anpar, M., Payeinmahali, H., Daraei Garmakhany, A., and Sadeghi Mahounak, A. (2017). Physicochemical, microbial, antioxidant, and sensory properties of probiotic stirred yoghurt enriched with Aloe vera foliar gel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5).



## Effect of using pear powder on physicochemical, textural and sensory properties of set-type low-fat yogurt

Mirazimi, F.<sup>1</sup>, Soltani, M.<sup>2,3\*</sup>, Mohammadi, S.<sup>1</sup>

1. MSc student, Department of Food Sciences & Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Sciences & Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Nutrition and Food Sciences Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2021/ 11/ 27  
Accepted 2022/ 01/ 19

#### Keywords:

Low-fat yogurt,  
Pear powder,  
Physicochemical properties,  
Textural properties,  
Sensory characteristics.

**DOI:** 10.52547/fsct.19.122.377

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.122.29.2

\*Corresponding Author E-Mail:  
[m.soltani@iaups.ac.ir](mailto:m.soltani@iaups.ac.ir)

### ABSTRACT

Low-fat dairy products don't have desirable texture and sensory properties because of having low levels of fat. Pear powder can be used as a carbohydrate-based fat replacer for fortification and improving the texture of low-fat dairy products due to having a positive effect on texture improvement and desirable nutritional compounds such as pectin, lignans, phenolic compounds and dietary fiber. In this context, pear powder was added to milk (1.5% fat) at levels 1, 2 and 3%. The experimental yogurts were compared with control yogurts produced from whole milk (3% of fat) and low-fat milk (1.5% of fat). The samples were stored for 15 days at  $4 \pm 1$  °C and their physicochemical, texture and sensory properties were evaluated during storage. According to results, increasing the rate of pear powder in yogurt samples caused to a significant increase in acidity, viscosity, water-holding capacity and firmness and decrease in pH and syneresis ( $p < 0.05$ ). In all samples, while acidity, viscosity, firmness and water-holding capacity increased significantly during storage, pH and syneresis decreased ( $p < 0.05$ ). The sample containing 3% pear powder and low fat control sample had highest (0.215 N) and lowest (0/09 N) firmness, respectively. Sensory evaluation performed by the panelists also showed that the overall acceptability was higher at full fat control yogurt (19.70 score) and samples treated with 1% (19.64 score) of pear powder than other samples. According to the results, it was found that the pear powder at 1% level could improve the sensory and qualitative properties of yogurt samples.