

## بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب

سید سهیل امیری عقدایی<sup>۱\*</sup> - مهران اعلمی<sup>۲</sup> - راحیل رضایی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۷

### چکیده

در این تحقیق تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲ و ۰/۳ درصد بر ویژگی‌های ماست کم چرب مورد بررسی قرار گرفت. ماست‌های حاوی غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید اسفرزه به لحاظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی در زمان‌های ۱، ۷ و ۱۵ روز پس از نگهداری، با نمونه‌های کنترل (کنترل مثبت حاوی ۳٪ چربی و کنترل منفی حاوی ۰/۲٪ چربی) مورد مقایسه قرار گرفت. افزودن این هیدروکلوئید به ماست تأثیر چندانی بر pH و اسیدیته نمونه‌ها نداشت ( $p > 0/05$ ). مقدار آب اندازی نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید کمتر از نمونه‌های کنترل بود و با افزایش زمان نگهداری میزان آب اندازی روند نزولی داشت به طوری که پایین‌ترین میزان آب اندازی در نمونه‌های با ۱۵ روز نگهداری مشاهده شد. نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید ویسکوزیته بالاتری در مقایسه با نمونه‌های کنترل داشتند و بالاترین ویسکوزیته در نمونه حاوی اسفرزه ۰/۲ و پس از ۱۵ روز نگهداری مشاهده شد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نیز نشان داد که افزودن هیدروکلوئید دانه اسفرزه در سطح ۰/۱ درصد باعث بهبود ویژگی‌های حسی ماست شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که می‌توان از هیدروکلوئید دانه اسفرزه جهت بهبود ویژگی‌های ماست کم چرب بهره برد.

**واژه‌های کلیدی:** ماست کم چرب، هیدرو کلوئید، اسفرزه، آب اندازی، ویسکوزیته

### مقدمه<sup>۳۲۱</sup>

چربی شیر) باعث افزایش کلسترول خون می‌شوند، از این رو تقاضای مصرف کنندگان جهت مصرف فرآورده‌های کم چرب (فرآورده‌های لبنی کم چرب) افزایش یافته است (۲۹). اما با توجه به این که مقدار ماده جامد کل در شیر، تا حد زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی و بافت ماست‌های تولید شده تأثیر گذار خواهد بود و با کاهش چربی میزان ماده جامد آن کاهش خواهد یافت، لذا ماست تولید شده از این ترکیبات دارای بافتی ضعیف و میزان آب اندازی<sup>۴</sup> بالایی می‌باشد (۱۲) و (۲۱). به همین دلیل مطالعات فراوانی جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیک ماست‌های کم چرب و بدون چربی با استفاده از مواد افزودنی متنوع انجام شده است.

در همین راستا گوجیزبرگ و همکاران (۱۸) با افزودن سطوح مختلف اینولین به ماست نشان دادند، ماستی با قوام و بافت بهتر ایجاد می‌شود. مطالعات گوون و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان داد که افزودن اینولین در سطح ۱٪ به لحاظ ویژگی‌های حسی منجر به تولید ماستی مشابه نمونه کنترل می‌گردد. عزیزی نیا و همکاران (۱۱)

ماست یکی از محبوبترین فرآورده‌های لبنی است که در سراسر دنیا به طور وسیعی مصرف می‌شود که با توجه به بالا بودن ارزش تغذیه‌ای و وجود باکتری‌های مفید در آن مورد توجه فراوانی قرار گرفته است. امروزه ماست‌های تولید شده در صنعت بسیار متنوع است، از آن جمله می‌توان به ماست‌های کم چرب، ماست‌های پروبیوتیک، ماست نوشیدنی و ماست منجمد اشاره نمود (۱۶). با توجه به اینکه عملکرد مفید ماست در بدن به اثبات رسیده است، سالیان متمادی است که از آن به عنوان غذای سلامتی یاد می‌شود (۳۲). امروزه مشخص شده است که افزایش مصرف چربی در رژیم غذایی بویژه چربی‌های حیوانی باعث افزایش ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردد. از آنجایی که چربی‌های حیوانی (از جمله

۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(\* نویسنده مسئول (Email: Amiri516@yahoo.com)

## مواد و روش‌ها

### مواد مورد نیاز

شیر حاوی ۳ درصد چربی و شیر پس چرخ و شیر خشک بدون چربی<sup>۱</sup> از شرکت پگاه گلستان تهیه شد. دانه اسفرزه از فروشگاه گیاهان دارویی در شهر گرگان خریداری شد. استارتر ماست از شرکت کریستین‌هانسن دانمارک خریداری شد.

### تهیه هیدروکلوئید دانه اسفرزه و خالص سازی آن

ابتدا ناخالصی‌های دانه اسفرزه نظیر سنگ، برگ و شاخه جداسازی و سپس ۱۰۰ گرم از دانه اسفرزه با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی (ثانی، مدل اس، بی، جی، ۴۵۰) آسیاب شد و با استفاده از الک مش ۳۰، پوسته (سبوس) از مغز دانه جدا شد. پوسته اسفرزه حاصل از مرحله قبل با نسبت ۱ به ۵۰ با آب مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار داده شد تا پوسته‌های دانه اسفرزه به خوبی آب جذب نمایند و متورم شوند. سپس مخلوط حاصل در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (سیگما مدل K30K، ساخت کشور آلمان) شد. سپس ناخالصی‌ها و باقی مانده‌های دانه از ژل حاصل جداسازی گردید. ژل حاصل به میزان ۳ برابر با اتانول ۹۶٪ مخلوط و هیدروکلوئید به طور کامل رسوب داده شد و رسوب حاصل با استفاده از سانتریفوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه جداسازی گردید. شستشوی رسوب با اتانول (۹۶٪) ۳ بار تکرار شد تا مواد رنگی به طور کامل از درون هیدروکلوئید خارج شوند. هیدروکلوئید استخراج شده با استفاده از دستگاه خشک کن انجمادی (آپرون، مدل ۵۵۰۳، کره جنوبی) خشک گردید و در نهایت با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی پودر و در بطری‌های شیشه‌ای در فریزر ۴۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد (۲).

### آماده سازی استارتر

ابتدا استارتر خشک شده به روش انجمادی که حاوی ترکیبی از باکتری‌های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس بود به ۵۰۰ میلی لیتر شیر پس چرخ استریل اضافه گردید و جهت تهیه ماست به ازای هر ۱۰۰۰ میلی لیتر شیر دو میلی لیتر از این مخلوط آماده تلقیح شد.

### تهیه ماست

به منظور تهیه نمونه کنترل مثبت و کنترل منفی مقدار ماده جامد

گزارش کردند افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر و کتیرا به ماست کم چرب ویسکوزیته افزایش و سینرژیس کاهش می‌یابد. در تحقیقی دیگر تأثیر افزودن اینولین زنجیره بلند و کوتاه بر ویژگی‌های رئولوژیکی ماست بدون چربی توسط پاسیفول و همکاران (۲۶) بررسی شد. این محققان نشان دادند که اینولین زنجیره بلند باعث بهبود ویژگی‌های بافتی و رئولوژیک ماست بدون چربی می‌شود. همچنین ساهان و همکاران (۲۸) با بررسی تأثیر افزودن سطوح مختلف بتاگلوکان به ماست بدون چربی نشان دادند که بتاگلوکان باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیک و بافتی و کاهش میزان سینرژیس می‌گردد. رزمخواه و همکاران (۴) نیز ضمن افزودن صمغ‌های دانه ریحان و مرو به ماست چکیده، ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و حسی آن را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که بیشترین امتیاز حسی در نمونه‌های حاوی ۵/۰٪ صمغ حاصل شد. سایر محققین نیز از مواد پایدار کننده متنوعی (نشاسته ذرت، زانتان، ژلان، ژلاتین، پکتین با متوکسیل پایین و صمغ گوار و کاپا کاراگینان) جهت بهبود جذب آب ماست و افزایش ویسکوزیته آن استفاده نمودند (۶، ۷، ۱۶). بررسی منابع مختلف نشان داد که تا کنون تحقیقی در خصوص تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر روی ویژگی‌های ماست کم چرب صورت نگرفته است. از این رو هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی، بافتی و حسی ماست کم چرب در طول دوره نگهداری می‌باشد.

دانه اسفرزه حاوی هیدروکلوئید، پروتئین، قند و چربی می‌باشد. پوسته اطراف دانه حاوی مقادیر بالایی هیدروکلوئید است که به وسیله جداسازی لایه خارجی آن با استفاده از آسیاب کردن یا خراشیدن دانه حاصل می‌شود و به طور تقریبی ۲۵٪ از کل دانه را تشکیل می‌دهد. هیدروکلوئید حاصل از دانه اسفرزه ماده ای فیبری و سفید رنگ است که آب را به خود جذب کرده و ژلی بی رنگ و شفاف از آن حاصل می‌شود. از جمله ویژگی‌های هیدروکلوئید دانه اسفرزه این است که تمایل بالا به جذب آب دارد و حدود ۲۰ برابر حجم اولیه اش متورم می‌شود و به لحاظ شیمیایی خنثی است و در بدن هضم و جذب نمی‌شود (۲۳). به لحاظ طبعی نیز هیدروکلوئید دانه اسفرزه، پلی ساکاریدی مهم می‌باشد که در درمان یبوست و اسهال (۳۳)، در تنظیم قند خون بیماران دیابتی (۱۷) و در کاهش میزان کلسترول خون مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۵ و ۲۵). در این زمینه عسکری و همکاران (۲) پس از استخراج هیدروکلوئید دانه اسفرزه ویژگی‌های رئولوژیکی آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که هیدروکلوئید دانه اسفرزه به لحاظ رئولوژیکی رفتاری رقیق شونده با برش دارد. از سوی دیگر نیز بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های خمیرنان سنگک نشان داد که استفاده از پوسته دانه اسفرزه باعث افزایش جذب آب خمیر و قوت آرد می‌گردد (۳).

1- skim milk powder

تحت عنوان آب اندازی بیان گردید (۳۰).

### ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های تولیدی با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (RV-DVII) اندازه گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون‌های اولیه اسپیندل شماره ۶ به عنوان اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندل مناسب جهت اندازه گیری ویسکوزیته، اسپیندلی است که در سرعت مورد نظر گشتاوری بالاتر از ۱۰ درصد را نشان دهد). کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سانتی گراد و با شرایط یکسان انجام شد به طوری که ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپیندل قرائت شد.

### ارزیابی حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۰ نفر (۷ نفر مرد و ۳ نفر زن) با محدوده سنی ۴۵ تا ۲۹ سال) به عنوان ارزیاب انتخاب و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه ای) نمونه‌های ماست تهیه شده را به لحاظ ظاهر، قوام، بو و طعم ارزیابی نمودند به این ترتیب که حداکثر نمره ۵ به منزله عالی بودن نمونه و ۱ کمترین نمره که نشان دهنده خیلی بد بودن نمونه است (۱۳).

### تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید. جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد. لازم به ذکر است که آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد.

### نتایج و بحث

#### ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌های ماست تولیدی در جدول ۱ ارائه شده است. میزان ماده خشک نمونه‌های کنترل مثبت و منفی مشابه نمونه‌های حاوی اسفرزه بود ( $p > 0.05$ ). بالاترین میزان چربی در نمونه کنترل مثبت مشاهده شد در حالی که سایر نمونه‌ها با یکدیگر تفاوت نداشتند. کمترین میزان پروتئین مربوط به نمونه کنترل مثبت و بالاترین میزان پروتئین در نمونه کنترل منفی مشاهده شد. همانطور که از جدول ۱ مشاهده می‌شود پایین ترین میزان خاکستر مربوط به نمونه کنترل مثبت بود و با افزودن هیدروکلونید اسفرزه به ماست مقدار خاکستر نمونه‌ها افزایش یافت اما این افزایش معنی دار نبود.

شیر به میزان ۱۲٪ با استفاده از شیر خشک پس چرخ استاندارد شد. لازم به ذکر است که جهت تهیه نمونه کنترل مثبت از شیر ۳٪ چربی و برای نمونه کنترل منفی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۲ درصد چربی استفاده شد.

برای تولید ماست‌های حاوی هیدروکلونید ابتدا مقدار مورد نظر از هیدروکلونید دانه اسفرزه مقادیر ۰/۱ (نمونه اسفرزه ۰/۱) و ۰/۱۵ (نمونه اسفرزه ۰/۱۵) و ۰/۲ درصد (نمونه اسفرزه ۰/۲) به شیر پس چرخ اضافه شد و در نهایت با استفاده از شیر خشک پس چرخ میزان ماده جامد آن تا مقدار ۱۲٪ استاندارد شد. سپس تمامی نمونه‌ها با استفاده از همزن (آیگا، اولترا تراکس، ساخت کشور آمریکا) با سرعت ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه مخلوط شد تا زمانی که محتویات آن به طور کامل یکنواخت شود. شیرهای حاصل در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه شده و به سرعت تا دمای ۴۸ درجه سانتی گراد خنک گردید. هنگامی که دمای شیرها به ۴۲ درجه سانتی گراد رسید، ۲ میلی لیتر از استارتر تهیه شده به ۱۰۰۰ میلی لیتر شیر تلقیح شده و در ظروف پلاستیکی (با قطر ۶ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر) تقسیم شد. ظروف حاوی نمونه، تا رسیدن به اسیدیته معادل ۸۰ درجه دورنیک در دمای ۴۲ درجه سانتی گراد گرمخانه گذاری شد. سپس ظروف به سرعت تا دمای ۵ درجه سانتی گراد خنک گردیده و در همین دما نگهداری شدند.

### آزمون‌های شیمیایی

ماده خشک کل، پروتئین و خاکستر با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه گیری شد (۱۰). سنجش pH با استفاده از pH متر (متروم مدل ۶۹۱ ساخت کشور سوئیس) و اندازه گیری اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از استاندارد ملی ایران با شماره ۲۸۵۲ انجام شد.

### ویژگی‌های بافتی

اندازه گیری سفتی و چسبندگی بافت نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (شرکت بروکفیلد با سلول بار گذاری ۴۵۰۰ گرم، مدل LFRA-4500) انجام شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه ای با قطر ۳۸ میلی متر بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه یک میلی متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۳۰ میلی متر انتخاب شد. لازم به ذکر است که جهت انتخاب نوع پروب و سایر پارامترهای مورد استفاده از دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد.

### میزان آب اندازی ماست

جهت اندازه گیری میزان آب اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ توزین و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده از قیف پس از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد

جدول ۱- ترکیب شیمیایی نمونه‌های ماست

نمونه‌ها	ماده خشک (%)	چربی (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)
**کنترل مثبت	۱۱/۹۳*	۳ <sup>a</sup>	۳/۸۳ <sup>b</sup>	۰/۸۷ <sup>a</sup>
***کنترل منفی	۱۱/۹۱ <sup>a</sup>	۰/۲ <sup>b</sup>	۴/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۸۸ <sup>a</sup>
اسفرزه ۰/۱۰	۱۱/۹۴ <sup>a</sup>	۰/۲ <sup>b</sup>	۴/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۸۹ <sup>a</sup>
اسفرزه ۰/۱۵	۱۱/۹ <sup>a</sup>	۰/۲ <sup>b</sup>	۴/۰۷ <sup>a</sup>	۰/۸۹ <sup>a</sup>
اسفرزه ۰/۲۰	۱۱/۹۴ <sup>a</sup>	۰/۲ <sup>b</sup>	۴/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۹ <sup>a</sup>

\* اعداد دارای حروف مشترک با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند ( $P > 0.05$ ).

\*\* ماست حاوی ۳٪ چربی

\*\*\* ماست تهیه شده از شیر پس چرخ

میزان اسیدیته روند افزایشی داشت به طوری که بالاترین میزان اسیدیته در نمونه‌ها، در روز ۱۵ نگهداری مشاهده شد نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط السید و همکاران (۵) و ساهان و همکاران (۲۸) هنگام افزودن صمغ زانتان و بتاگلوکان جو به ماست مطابقت داشت. به طوری که گزارش کردند که افزودن صمغ‌های مذکور تأثیر معنی داری بر میزان pH و اسیدیته نداشته است.

### تغییرات pH و اسیدیته در طول دوره نگهداری

جدول ۲ میزان تغییرات pH و اسیدیته را در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود میزان pH در نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری در محدوده ۴/۳۶ تا ۴/۵۴ است ( $P > 0.05$ ) و با گذشت زمان میزان pH نمونه‌ها کاهش یافت که به دلیل فعالیت باکتری‌های ماست و تولید اسید می‌باشد. همزمان با کاهش pH تغییراتی نیز در میزان اسیدیته مشاهده می‌شود و با گذشت زمان

جدول ۲- تغییرات pH و اسیدیته در طول دوره نگهداری

نمونه	دوره نگهداری (روز)	pH	اسیدیته
کنترل مثبت**	۱	۴/۵۴ ± ۰/۰۵ <sup>*a</sup>	۱۰۲/۳ ± ۴/۱۶ <sup>cd</sup>
	۷	۴/۴۳ ± ۰/۰۶ <sup>ab</sup>	۱۱۷/۳ ± ۳/۷۸ <sup>ab</sup>
	۱۵	۴/۴۳ ± ۰/۰۷ <sup>ab</sup>	۱۲۱/۶ ± ۲/۰۸ <sup>a</sup>
کنترل منفی***	۱	۴/۴۰ ± ۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۸۸/۳ ± ۵/۰۳ <sup>e</sup>
	۷	۴/۵۲ ± ۰/۰۷ <sup>ab</sup>	۹۶/۶ ± ۳/۰۵ <sup>de</sup>
	۱۵	۴/۴۴ ± ۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۹۸ ± ۲/۱ <sup>d</sup>
اسفرزه ۰/۱	۱	۴/۴۰ ± ۰/۰۱۷ <sup>ab</sup>	۹۷/۶ ± ۱/۵۲ <sup>d</sup>
	۷	۴/۳۸ ± ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱۰۴/۶ ± ۶/۶۵ <sup>c</sup>
	۱۵	۴/۳۶ ± ۰/۰۵ <sup>b</sup>	۱۱۳/۶ ± ۲/۳ <sup>b</sup>
اسفرزه ۰/۱۵	۱	۴/۴۹ ± ۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۹۳/۳ ± ۴/۹۳ <sup>de</sup>
	۷	۴/۴۴ ± ۰/۰۳ <sup>ab</sup>	۱۰۰ ± ۲ <sup>cd</sup>
	۱۵	۴/۴۴ ± ۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱۰۴/۳ ± ۲/۵۱ <sup>cd</sup>
اسفرزه ۰/۲	۱	۴/۵۴ ± ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۹۰/۶ ± ۱/۵۳ <sup>e</sup>
	۷	۴/۵۱ ± ۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۹۸/۳ ± ۰/۵۷ <sup>cd</sup>
	۱۵	۴/۴۲ ± ۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱۱۲/۳ ± ۸/۷۳ <sup>bc</sup>

\* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ )

\*\* ماست حاوی ۳٪ چربی

\*\*\* ماست تهیه شده از شیر پس چرخ

با نمونه کنترل می‌شود (۲۶ و ۲۷). علاوه بر این با گذشت زمان بر میزان سفتی بافت نمونه‌ها افزوده شد به طوری که بالاترین میزان سفتی بافت در نمونه‌های مربوط به روز ۱۵ دوره نگهداری مشاهده شد که این افزایش سفتی بافت در طول دوره نگهداری به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین‌ها با یکدیگر می‌باشد (۱۴). در ارتباط با چسبندگی نمونه‌های ماست می‌توان گفت که با توجه به این که نیروی چسبندگی، نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات است، لذا هرچه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌های ماست از سفتی بیشتری برخوردار باشد، نیروی چسبندگی نیز بیشتر می‌باشد که نتایج حاصل از آزمایش سفتی بافت نیز آن را تأیید می‌کند. افزایش میزان غلظت هیدروکلونید منجر به کاهش میزان چسبندگی نمونه‌ها شد که می‌تواند ناشی از ایجاد شبکه سه بعدی پروتئینی ضعیف تر در این نمونه‌ها باشد. گذشت زمان نیز باعث افزایش چسبندگی نمونه‌ها شد به طوری که بالاترین میزان چسبندگی در نمونه‌های روز ۱۵ دوره نگهداری مشاهده شد (جدول ۳). نتیجه این تحقیق با نتایج عزیزی نیا و همکاران (۱۱) که گزارش کردند، با افزودن صمغ کنیرا در ماست کم چرب میزان سفتی بافت کاهش می‌یابد مطابقت داشت. در حالی که ساهان و همکاران (۲۸) با افزودن صمغ بتاگلوکان به ماست کم چرب تغییر معنی داری در میزان سفتی بافت نمونه‌ها مشاهده نکردند.

### ویژگی‌های بافتی ماست در طول دوره نگهداری

جدول ۳ میزان سفتی بافت و چسبندگی نمونه‌های ماست را نشان می‌دهد. افزودن هیدروکلونید به نمونه‌های ماست باعث افزایش قابل توجهی در میزان سفتی بافت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه کنترل مثبت شد ( $P < 0.05$ ). بالاترین میزان سفتی بافت در طول دوره نگهداری در نمونه کنترل منفی مشاهده شد. با توجه به اهمیت میزان ماده خشک و بویژه پروتئین‌ها در سفتی بافت ماست و یکسان بودن میزان ماده خشک در تمامی نمونه‌های تولیدی می‌توان این گونه اظهار داشت که تفاوت در سفتی بافت نمونه کنترل مثبت (ماست حاوی ۳٪ چربی) با ماست کنترل منفی (ماست حاوی ۰/۲٪ چربی) ناشی از تفاوت در میزان پروتئین آن‌ها است. بالا بودن میزان پروتئین در نمونه‌ها باعث افزایش اتصالات عرضی و به دنبال آن تشکیل شبکه سه بعدی پروتئینی و ساختار ژلی مستحکم تر در نمونه تولیدی می‌شود. بنابراین پایین تر بودن میزان سفتی بافت ماست در نمونه کنترل مثبت به دلیل پایین تر بودن میزان پروتئین در مقایسه با سایر نمونه‌هاست (۳۲). در نمونه‌های حاوی هیدروکلونید به دلیل قرار گرفتن پلی ساکاریدهای تشکیل دهنده هیدروکلونید بین پروتئین‌های کارژین (میسسل‌های کارژین) باعث ایجاد تداخل در تشکیل شبکه سه بعدی پروتئینی شده که در نهایت ساختار میکروسکوپی درشت‌تری را ایجاد می‌نماید، همین امر باعث کاهش میزان سفتی بافت در مقایسه

جدول ۳ ویژگی‌های بافتی نمونه‌های ماست در طول دوره نگهداری

نمونه	دوره نگهداری (روز)	سفتی بافت (گرم)	چسبندگی (گرم ثانیه)
کنترل مثبت**	۱	۶۷/۴۱ <sup>e*</sup>	۱۲۷/۲۶ <sup>i</sup>
	۷	۶۸/۹۶ <sup>d</sup>	۱۲۹/۱۴ <sup>h</sup>
	۱۵	۶۸/۶۹ <sup>d</sup>	۱۲۹/۴۰ <sup>h</sup>
کنترل منفی***	۱	۷۴/۲۸ <sup>abc</sup>	۱۸۳/۵۶ <sup>bc</sup>
	۷	۷۵/۵۱ <sup>a</sup>	۱۸۴/۶۲ <sup>b</sup>
	۱۵	۷۴/۳۸ <sup>abc</sup>	۱۸۵/۸۵ <sup>a</sup>
اسفرزه ۰/۱	۱	۷۴/۴۱ <sup>abc</sup>	۱۸۱/۳۴ <sup>d</sup>
	۷	۷۴/۶۹ <sup>abc</sup>	۱۸۲/۶۴ <sup>c</sup>
	۱۵	۷۵/۳۶ <sup>ab</sup>	۱۸۴/۳۴ <sup>b</sup>
اسفرزه ۰/۱۵	۱	۷۴/۰۵ <sup>c</sup>	۱۷۶/۳۹ <sup>efg</sup>
	۷	۷۴/۴۰ <sup>abc</sup>	۱۷۵/۴۱ <sup>g</sup>
	۱۵	۷۴/۷۷ <sup>abc</sup>	۱۷۶/۶۶ <sup>c</sup>
اسفرزه ۰/۲	۱	۷۳/۹۳ <sup>c</sup>	۱۷۵/۵۳ <sup>ef</sup>
	۷	۷۴/۱۰ <sup>bc</sup>	۱۷۶/۵۷ <sup>e</sup>
	۱۵	۷۴/۴۰ <sup>abc</sup>	۱۷۷/۰۷ <sup>c</sup>

\* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند ( $P < 0.05$ ).

\*\* ماست حاوی ۳٪ چربی

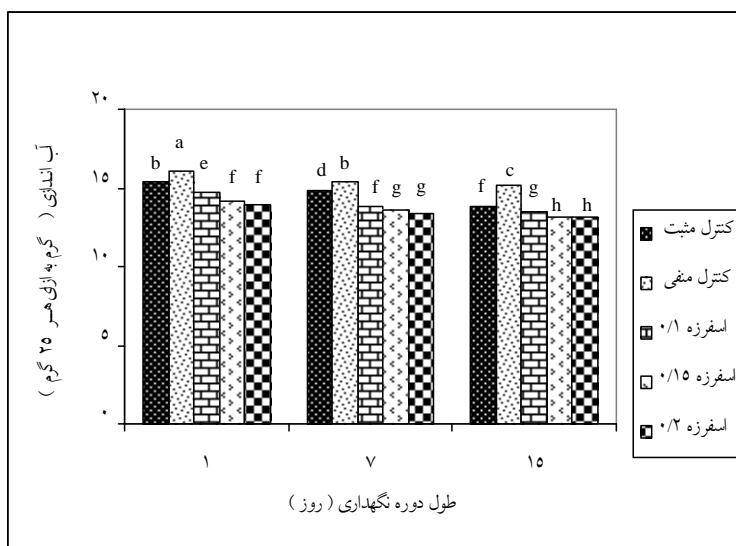
\*\*\* ماست تهیه شده از شیر پس چرخ

مقایسه با نمونه کنترل منفی داشت (۲۶ و ۲۷). همچنین زمان نگهداری تاثیر قابل توجهی بر میزان آب اندازه داشت، به طوری که میزان آب اندازه در روز ۱۵ دوره نگهداری در مقایسه با روز اول به طور معنی داری کاهش یافت. پژوهشگران دیگر نتایج مشابهی پس از افزودن بتاگلوکان (۲۸) و اینولین (۱۹) به ماست گزارش کردند.

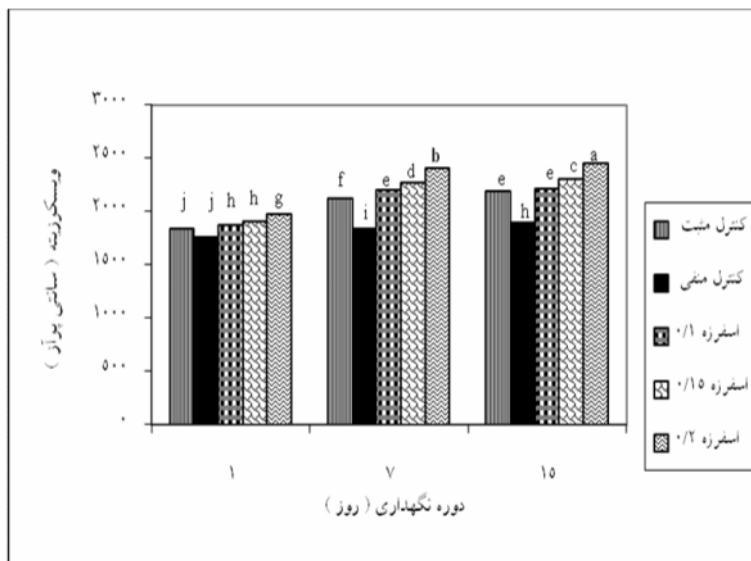
نتایج آزمایشات نشان داد که نمونه‌های حاوی اسفرزه ویسکوزیته بالاتری نسبت به نمونه کنترل در طول دوره نگهداری داشتند، که این افزایش ویسکوزیته با افزایش غلظت هیدروکلئید رابطه مستقیم داشت، به این دلیل که هیدروکلئیدها با باند کردن آب آزاد موجود در نمونه باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند (۲۸). رزمخواه و همکاران (۴) نیز نشان دادند که با افزایش غلظت صمغ مورد استفاده در ماست چکیده میزان ویسکوزیته آن افزایش می‌یابد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بالاترین و پایین‌ترین میزان ویسکوزیته به ترتیب در نمونه اسفرزه ۰/۲ در روز ۱۵ دوره نگهداری و نمونه کنترل منفی در روز اول دوره نگهداری مشاهده شد. در طول دوره نگهداری نیز میزان ویسکوزیته به طور معنی داری افزایش یافت به طوری که بالاترین میزان ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های روز ۱۵ دوره نگهداری بود که این افزایش ویسکوزیته در طول دوره نگهداری می‌تواند به علت ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئین - پروتئین موجود در شبکه سه بعدی پروتئینی نمونه‌های ماست باشد (۱۴).

## تغییرات در میزان آب اندازه و ویسکوزیته در طول دوره نگهداری

یکی از معایب عمده ماست آب اندازه است که در واقع به ظهور سرم یا آب پنیر در سطح ماست اطلاق می‌شود. آب اندازه در ماست به دلیل چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی رخ می‌دهد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر و خروج آن از ماست می‌گردد (۲۲). شکل ۱ تغییرات میزان آب‌اندازی ماست در طول دوره نگهداری را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود افزودن هیدروکلئید دانه اسفرزه به ماست باعث کاهش میزان آب اندازه نمونه‌ها شد و با افزایش غلظت هیدروکلئید در نمونه‌های ماست، میزان آب اندازه نیز روندی نزولی داشت، که به علت ایجاد شبکه ژلی متراکم‌تر در مقایسه با نمونه‌های کنترل، به دلیل حضور هیدروکلئید در نمونه و خاصیت جذب آب این هیدروکلئید است. نتایج این حاصل از این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط رادی و همکاران (۲۷) و ساهان و همکاران (۲۸) مطابقت داشت. همچنین رزمخواه و همکاران (۴) بیان کردند که با افزایش غلظت صمغ، میزان آب اندازه ماست چکیده در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافت. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است نمونه کنترل منفی در مقایسه با سایر نمونه‌ها دارای بالاترین میزان آب اندازه در طول دوره نگهداری می‌باشد. نمونه کنترل مثبت به دلیل واکنش بین گلبول‌های چربی و شبکه ژلی در ماست پر چرب میزان آب اندازه کمتری در



شکل ۱. تغییرات میزان آب اندازه در طول دوره نگهداری



شکل ۴ تغییرات ویسکوزیته در طول دوره نگهداری

نتیجه‌گیری کرد که افزودن ۰/۱٪ هیدروکلئید به نمونه تأثیر مطلوبی بر ویژگی‌های حسی نمونه‌ها دارد ولی با افزایش غلظت هیدروکلئید میزان مطلوبیت ماست کاهش می‌یابد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از هیدروکلئید دانه اسفرزه تأثیر چندانی بر میزان pH و اسیدیته ماست در طول دوره نگهداری ندارد اما بر ویسکوزیته، میزان آب اندازه‌ی، بافت و ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست موثر است. بهترین نتایج از دیدگاه داوران در اثر افزودن غلظت ۰/۱٪ هیدروکلئید دانه اسفرزه به ماست کم چرب حاصل شد به طوری که موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بافت ماست کم چرب شد. با توجه به اینکه افزودن هیدروکلئید دانه اسفرزه موجب بهبود ویسکوزیته و کاهش میزان آب اندازه‌ی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه کنترل منفی می‌گردد، لذا استفاده از هیدروکلئید دانه اسفرزه جهت بهبود ویژگی‌های ماست کم چرب پیشنهاد می‌گردد.

### ارزیابی حسی در طول دوره نگهداری

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های تولیدی در طول دوره نگهداری در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نمرات ارزیابی حسی مشخص شد که نمونه کنترل مثبت و ماست حاوی اسفرزه ۰/۱ درصد بالاترین نمره را نسبت به سایر نمونه‌ها در طول دوره نگهداری کسب نموده‌اند. ماست حاوی اسفرزه ۰/۱ نسبت به نمونه کنترل منفی از نظر ویژگی‌های حسی امتیاز بیشتری کسب نمود که این نشان دهنده بهبود ویژگی‌های حسی نمونه ماست با افزودن غلظت ۰/۱ درصد اسفرزه می‌باشد. بالاترین میزان قوام در نمونه ماست حاوی ۰/۱ درصد اسفرزه و پایین‌ترین میزان قوام در نمونه کنترل منفی در روز پانزدهم دوره نگهداری مشاهده شد. به لحاظ بو افزودن هیدروکلئید تأثیر نامطلوبی بر نمونه‌های ماست نداشت و نمونه‌های کنترل منفی در روز اول و اسفرزه ۰/۲ در روز هفتم نگهداری بالاترین امتیاز را کسب نمودند. از نظر طعم بالاترین و پایین‌ترین امتیاز به ترتیب به نمونه کنترل مثبت و نمونه اسفرزه ۰/۲ اختصاص یافت. میزان امتیاز نمونه‌های ماست در طول دوره نگهداری با گذشت زمان اندکی کاهش یافت، که شاید به دلیل افزایش فعالیت باکتری‌ها و تولید اسید لاکتیک بیشتر باشد ( $P > 0.05$ ). در مجموع می‌توان

جدول ۴ ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست حاوی هیدروکلوئید دانه اسفرزه

نمونه	دوره نگهداری (روز)	ظاهر	قوام	بو	طعم	پذیرش کلی
کنترل مثبت**	۱	۴/۲±۰/۴۸ <sup>a*</sup>	۴/۲±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۱±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۴/۴±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۲±۰/۳۲ <sup>a</sup>
	۷	۳/۶±۰/۴۸ <sup>ab</sup>	۴/۴±۰/۶ <sup>a</sup>	۴/۳±۰/۵۶ <sup>ab</sup>	۳/۷±۰/۴۲ <sup>b</sup>	۴/۰±۰/۲۰ <sup>ab</sup>
	۱۵	۴/۲±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۲±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۱±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۲/۷±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۳/۸±۰/۳۲ <sup>b</sup>
کنترل منفی***	۱	۳/۷±۰/۴۲ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۴/۴±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>ab</sup>	۳/۹±۰/۲۹ <sup>b</sup>
	۷	۴/۰±۰/۴ <sup>ab</sup>	۴/۰±۰/۴ <sup>ab</sup>	۳/۵±۰/۵ <sup>b</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>ab</sup>	۳/۸±۰/۳۱ <sup>ab</sup>
	۱۵	۴/۰±۰/۴ <sup>a</sup>	۳/۶±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۳/۸±۰/۳۲ <sup>ab</sup>	۳/۱±۰/۳۶ <sup>b</sup>	۳/۸±۰/۲۷ <sup>ab</sup>
اسفرزه ۰/۱	۱	۴/۱±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۴/۱±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۴/۱±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>ab</sup>	۴/۰±۰/۱۱ <sup>ab</sup>
	۷	۳/۴±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۴/۵±۰/۶ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۳۲ <sup>ab</sup>	۳/۶±۰/۶ <sup>b</sup>	۳/۸±۰/۲۲ <sup>ab</sup>
	۱۵	۴/۰±۰/۴ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۳۲ <sup>ab</sup>	۳/۷±۰/۴۲ <sup>b</sup>	۳/۳±۰/۷۶ <sup>b</sup>	۳/۷±۰/۲۹ <sup>b</sup>
اسفرزه ۰/۱۵	۱	۳/۹±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۳/۹±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۴/۱±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۳/۱±۰/۵۴ <sup>c</sup>	۳/۲±۰/۵۴ <sup>c</sup>
	۷	۴/۱±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۳/۷±۰/۳۲ <sup>ab</sup>	۳/۷±۰/۵۶ <sup>ab</sup>	۳/۷±۰/۴۲ <sup>ab</sup>	۳/۵±۰/۹ <sup>b</sup>
	۱۵	۴/۱±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۳/۹±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۶۴ <sup>a</sup>	۳/۵±۰/۹ <sup>b</sup>	۳/۲±۰/۴۸ <sup>c</sup>
اسفرزه ۰/۲	۱	۳/۹±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۴/۲±۰/۳۲ <sup>a</sup>	۳/۲±۰/۶۸ <sup>c</sup>	۳/۷±۰/۳۲ <sup>b</sup>
	۷	۴/۱±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۳/۸±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۴/۴±۰/۶ <sup>a</sup>	۳/۵±۰/۵ <sup>b</sup>	۳/۹±۰/۳۶ <sup>a</sup>
	۱۵	۴/۰±۰/۴ <sup>a</sup>	۳/۹±۰/۳۶ <sup>ab</sup>	۳/۵±۰/۵ <sup>b</sup>	۳/۲±۰/۴۸ <sup>c</sup>	۳/۶±۰/۳۱ <sup>b</sup>

\*اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند (P<۰/۰۵)

\*\* ماست حاوی ۳٪ چربی

\*\*\* ماست تهیه شده از شیر پس چرخ

## منابع

- استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۵۲، ۱۳۷۳. روش تعیین اسیدیته کل و pH در شیر و فرآورده‌های آن. چاپ دوم.
- عسکری، م.، فرحناکی، ع.، امین لاری، م.، مجذوبی، م. و مصباحی، غ.، ۱۳۸۷، استخراج هیدروکلوئید پوسته دانه اسفرزه و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی آن، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- نیکوزاده، ح.، تسلیمی، ا. و عزیزی، م.ح.، ۱۳۸۷، تأثیر افزودن پوسته اسفرزه بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان سنگک، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- رزمخواه شریانی، س.، رضوی، س.م.ع.، خلیل، ب.، و مظاهری تهرانی، م.، ۱۳۸۹، بررسی تأثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی ماست چکیده و بدون چربی، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۶ (۱)، ص ۴۶-۲۷.
- El-Sayed, E.M., Abd El-Gawad, I.A., Murad, H.A. and Salah, S.H. 2002. Utilization of laboratory produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yoghurt, Eur Food Reserch Technology 215:298-304.
- Kalab, M., and D.B. Emmons. 1975. Milk-gel structure. IV. Microstructure of yoghurts in relation to the presence of thickening agents. J. Dairy Res. 42:453-458.
- Keogh, M.K., and B.T.O' Kennedy. 1998. Rheology of stirred yogurt As affected by added milk fat, protein, and hydrocolloids. J. Dairy Science. 63:108-112.
- Everett, D.W., and R. E. McLeod. 2005. Interactions of polysaccharide
- Stabilizers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. International Dairy journal, 15:1175-1183.
- AOAC (2005). Official methods for analysis (Vol. II, 15th ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., and Rahimi, J. 2008, Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Nonfat Yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties, . Journal Dairy Science. 91:2545-2552.
- Baig, M. I., and V. Prasad. 1996. Effect of incorporation of cottage cheese whey solids and Bifidobacterium bifidum in freshly made yogurt. Journal of Dairy Research. 63:467-473.
- Barrantes, E., Tamime, A. Y., & Sword, A. M. 1994. Production of lowcalorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute. 3. Microbiological and organoleptic qualities. Milchwissenschaft, 49, 205-208.
- Burkus, Z., & Temelli, F. 2005. Rheological properties of barley b-glucan. Carbohydrate Polymers, 59, 459-465.



- 15- Davidson, M. H., Dugan, L. D., & Burns, J. H. 1996. A psyllium enriched cereal for the treatment of hypercholesterolemia in children: a controlled, double blind, crossover study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 64, 96–102.
- 16- Fiszman, S. M., Lluch, M. A., & Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*, 9, 895–901.
- 17- Florholmen, J., Arvidsson-Lenner, R., Jorde, R., & Burhol, P. G. 1982. The effect of Metamucil on postprandial blood glucose and plasma gastric inhibitory peptide in insulin-dependent diabetics. *Acta Medica Scandinavica*, 212, 237–239.
- 18- Guggisberg, D., Cuthbert-steven, J., Piccinali, P., Butikofor, U., and Eeberhand, P. 2009. Rheological , microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk Set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal* . 19; 107-115.
- 19- Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B., & Hayaloglu, A. A. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 180–184.
- 20- Industrial Gums, 2nd Ed., R. L. Whistler and J. N. BeMiller (eds.) Academic.
- 21- Jaros, D., and H. Rohm. 2003. The rheology and textural properties of yoghurt. Chapter 13 in *Texture in Food, Volume 1: Semi-solid Foods*. B. M. McKenna, ed. CRC Press, New York, NY.
- 22- Lucey, J. A. 2004. Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 77–84.
- 23- McCredie, R.j., and Whistler, R. L., 1965. Quince seed, psyllium seed and flaxseed gums, p. 433–457. In:
- 24- Modler, H. W., and M. Kalab. 1983. Microstructure of yogurt stabilized with milk proteins. *Journal of Dairy Science*. 66:430–437.
- 25- Oson, B. H., Anderson, S. M., & Becker, M. P. 1997. Psyllium-enriched cereals lower blood total cholesterol and LDL cholesterol, but not HDL cholesterol, in hypercholesterolemic adults: results of a metaanalysis. *Journal of Nutrition*, 127, 1973–1980.
- 26- Paseephol, T, Small, D, and Sherkt, F, 2008, Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition, *Journal of Texture Studies* 39 617–634.
- 27- Radi, M. Noakousari, M. and Amiri, S. 2009. Physicochemical, textural and sensory properties of low fat yogurt produced by using modified wheat starch as a fat replacer. *Journal of applied science*, 11, 2194-2197.
- 28- Sahan, N., Yasar, K., Hayaloglu, A. A. 2008, Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage, *Food Hydrocolloids* 22 (2008) 1291–1297.
- 29- Sandoval-Castilla, O., C. Lobato-Calleros, E. Aguirre-Mandujano, and E. J. Vernon-Carter. 2004. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*. 14:151–159.
- 30- Tamime, A. Y., Barrantes, E., & Sword, A. M. 1996. The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 49, 1–10.
- 31- Tamime, A. Y. 2006. *Fermented Milks*. Blackwell Science Ltd, Oxford, England.
- 32- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. 1985. *Yogurt science and technology* (pp. 365–373). Oxford: Pergamon Press.
- 33- Washington, N., Harris, M., Mussell White, A., & Spiller, R. C. 1998. Moderation of lactulose-induced diarrhea by psyllium: effects on motility and fermentation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 67(2), 317–321.