

بررسی ارتباط میان ریزساختار و ویژگی‌های تکنولوژیکی ماست تولید شده از شیر گاو و گاو میش در طول نگهداری

ثریا حسینی زعفرانی^۱، مهرناز امینی فر^{۲*}، مریم مصلحی شاد^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی، دانشکده فناوری‌های نوین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم دارویی

۲. استادیار، گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج

۳. استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۸ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۵/۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۵/۲۴)

چکیده

استفاده از شیرهای مختلف با ویژگی‌های متفاوت سبب بروز تغییر در ویژگی‌های فرآورده‌های لبنی می‌شود. در این پژوهش برای تهیه ماست از شیر گاو و گاو میش استفاده شد و سپس خصوصیات شیمیایی، عکس‌برداری نیروی اتمی، سختی بافت و آب‌اندازی طی روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ بعد از تولید و نگهداری در دمای ۴ °C بررسی گردید. تصاویر میکروسکوپی به دست آمده از سطح نمونه‌های ماست در پانزدهمین روز بعد از تولید نشان داد که ماست تولید شده از شیر گاو دارای سطحی با قله‌ها و برجستگی‌های بلندتر نسبت به نمونه ماست تولید شده از شیر گاو میش می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که ویژگی‌های تکنولوژیک، درصد آب‌اندازی و بافت ماست تحت تاثیر ریزساختار آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ماست، گاو میش، ریزساختار، آب‌اندازی، سختی

مقدمه

بر اساس تعریف استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵، ماست فرآورده حاصل از تخمیر لاکتیکی شیر با باکتری‌های سنتی آن شامل استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس می‌باشد. اجزاء اصلی تشکیل دهنده ماست شامل: شیر خام بدون هیچ نوع افزودنی، آب آشامیدنی در صورت استفاده از شیر بازساخته، انواع پودر شیر (کامل، کم‌چرب و پرچرب)، خامه پاستوریزه یا فرادما و باکتری‌های سنتی ماست می‌باشد (Iranian National Standard No., 695). ماست یکی از شناخته شده ترین فرآورده‌های تخمیری شیر است که تاثیرات مطلوب متعددی بر سلامتی انسان دارد که از آن جمله می‌توان به افزایش طول عمر و کاهش بیماری‌های عفونی و استخوانی اشاره کرد. قوام، طعم و مزه ماست از سایر فرآورده‌های اسیدی شده شیر متفاوت است و از یک منطقه جغرافیایی به منطقه دیگر قابل تغییر است (Rahimnahal et al., 2010).

شیر گاو میش مانند شیر گاو، نه تنها دارای مواد مغذی فراوانی می‌باشد بلکه از لحاظ میزان چربی، مواد جامد بدون چربی، ماده خشک و پروتئین نیز از مقادیر بالاتری در مقایسه

با شیر گاو برخوردار است که این امر باعث توجه رو به افزایش به آن برای تولید انواع فرآورده های لبنی شده است. ظرفیت بافری شیر گاو میش بیشتر از شیر گاو می‌باشد که این امر به علت بالاتر بودن میزان فسفر معدنی در آن است (Ahmad et al., 2008; Karim et al., 2011). میزان تولید شیر گاو میش که یکی از غنی‌ترین شیر دام‌ها می‌باشد در رده دوم جهانی قرار دارد (International Dairy Federation., No. 423/2007). بازده محصول بدست آمده از شیر گاو میش نسبت به شیر گاو بالاتر است. شیر گاو میش در مقایسه با شیر گاو در تغذیه انسان مفیدتر است، و انرژی بیشتری را در واحد حجم نسبت به شیر گاو فراهم می‌کند، که این امر به علت بالاتر بودن محتوای چربی و پروتئین آن می‌باشد. گزارش‌ها حاکی از آن است که گویچه‌های چربی موجود در شیر گاو میش بزرگتر از گویچه‌های چربی موجود در شیر گاو می‌باشند (Sindhu & Arora., 2011). این ویژگی‌های منحصر به فرد سبب شده است تا استفاده از شیر گاو میش برای تولیدکنندگان فرآورده های لبنی تخمیری نیز به صرفه باشد. مطالعات متعددی بر روی خصوصیات شیر گاو و گاو میش انجام شده است و اختلافاتی در اعداد و ارقام به دست آمده مربوط به آب‌اندازی در ماست گاو و گاو میش مشاهده شده است که می‌تواند مرتبط با ساختار ماست و اندازه

* نویسنده مسئول : aminifar.m@standard.ac.ir

ماست گاومیش انجام گرفت و مشخص شد با افزایش مدت ماندگاری pH کاهش و اسیدیته افزایش می‌یابد (Shoji et al., 2013).

(Magenis et al., 2006) نشان دادند که سفتی ماست، بستگی به ماده جامدکل، مقدار پروتئین و نوع پروتئین آن دارد و همچنین با افزایش درصد چربی ماست میزان آب‌اندازی کاهش یافته و خصوصیات بافتی بهبود می‌یابد.

در این مطالعه ماست تولید شده از شیر گاو و گاومیش طی زمان ماندگاری یک ماه، از نظر ویژگی‌های بافتی (سختی، ژل، نیروی گسستگی و عکس‌های میکروسکوپ نیروی اتمی)، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، چربی و ماده خشک) و درصد آب‌اندازی مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

شیرهای مورد استفاده در فصل تابستان از بهشهر مازندران تهیه گردید. تمامی مواد مورد استفاده شامل تیتراژول سود ۰/۱ مولار، تیتراژول کلریدریک‌اسید ۰/۱ مولار، سولفوریک‌اسید ۹۸٪، سدیم‌هیدروکسید، آمیلیک‌الکل، بوریک‌اسید، معرف قرمز متیل، معرف سبز بروموکروزول، اتانول، فنل‌فتالین از شرکت مرک آلمان و قرص کاتالیزور از شرکت دیفکو میشیگان تهیه گردید. استارتر مورد استفاده به صورت پودر و از نوع FD-DVS Yoflex Express 1.0 حاوی استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس می‌باشد که از شرکت کریستین هانسن تهیه شد. ویژگی‌های شیر مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

تولید ماست

تهیه ماست در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران واحد پردیس کرج صورت گرفت. ابتدا شیر خام (گاو و گاومیش) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و سپس تا دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد خنک گردید. در مرحله بعدی به میزان ۲ تا ۳ درصد استارتر ماست به آن تلقیح شد و سپس برای طی کردن مرحله تخمیر در انکوباتور ۴۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از طی ۴ ساعت تا دمای ۴ درجه سانتی‌گراد خنک شد (Nguyen et al., 2013).

آزمون‌ها

نمونه‌های تخمیر شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ بعد از تولید، آزمون‌های ذیل بر روی هر دو نمونه ماست صورت گرفت. آزمون‌های شیمیایی شیر و ماست (pH، چربی، پروتئین، ماده خشک، اسیدیته) در آزمایشگاه سازمان استاندارد واحد کرج انجام پذیرفت.

گویچه‌های چربی در آن‌ها باشد (Nguyen et al., 2013). کیفیت ماست به وسیله آزمون‌های بافت، آب‌اندازی و عکس‌برداری از ریزساختار مشخص می‌گردد که نتایج این آزمون‌ها به ترکیبات نوع شیر وابسته هستند (Domagala., 2009).

طبق مطالعات انجام شده توسط Mazaheri et al., (2006) بر روی اثر افزایش ماده جامد شیر بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست نشان داد که pH نمونه‌های ماست تحت تاثیر درصد ماده جامد آن قرار می‌گیرد، به صورتی که، pH نمونه‌های ماست با ماده جامد بالاتر در روز اول نگهداری پایین‌تر از سایر نمونه‌ها بوده است و همچنین نمونه‌های ماست با ماده جامد بالاتر، میزان آب‌اندازی پایین‌تری را از خود نشان دادند. مطالعه دیگری (shoji et al., 2013) نیز pH و اسیدیته ماست گاومیش را در روزهای اول و چهاردهم و بیست و هشتم مورد بررسی را قرار دادند و نشان دادند که با افزایش مدت ماندگاری pH کاهش و اسیدیته نمونه‌های ماست افزایش می‌یابد.

در پژوهش دیگری، با افزایش میزان چربی، درصد آب‌اندازی نمونه‌ها به طور ثابتی کاهش یافته و خصوصیات بافتی آن بهبود یافته است که این امر می‌تواند به علت افزایش ماده جامد کل و در نتیجه افزایش سختی محصول باشد که در نهایت آب‌اندازی محصول را کاهش داده است (Robinson & Tamime., 1999). در طی فرآیند تشکیل ژل، اتصال آب آزاد با اجزای شیر به خصوص پروتئین‌ها، سبب پایداری شبکه پروتئینی و محدود کردن حرکت آب با ایجاد پیوندهای مستحکم تر بین آب آزاد و پروتئین می‌شود، در نتیجه میزان آب‌اندازی کاهش می‌یابد. (Ebdali & Motamedzadegan., 2013) اطلاعات ریزساختار ارتباط نزدیکی با بافت، درصد آب‌اندازی و ویژگی‌های تکنولوژیکی ماست مانند سختی، نرمی، آبدار بودن و الاستیسیته دارد (Twyman., 2005).

بر اساس تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی از پروتئین شیر (Burgain et al., 2013)، می‌توان گفت که میسل‌های کازئین در pH=۶/۸ دارای سطح نرم‌تر و صاف‌تری نسبت به میسل‌های کازئین در pH پایین‌تر می‌باشند و همچنین، در pH های پایین‌تر سایز میسل‌های کازئین کوچک‌تر می‌شود.

نمونه‌های با درصد چربی بالاتر، دارای pH بالاتر و اسیدیته پایین‌تری نسبت به نمونه‌های با درصد چربی پایین‌تر می‌باشند. با افزایش میزان چربی نمونه‌ها، میزان اسید چرب آزاد به طور مشخصی افزایش پیدا کرد. آزمون‌های pH و اسیدیته در روزهای اول و چهاردهم و بیست و هشتم روی

جدول ۱. ميزان درصد چربي، pH، ماده خشك، اسيدپته و پروتئين شير گاو و گاوميش

نوع ماست	گاو	گاوميش
چربي	۳/۱۳±۰/۰۵	۵/۷۶±۰/۱۵
pH	۶/۶۴±۰/۰۰۵	۶/۹۴±۰/۰۰۵
ماده خشك	۱۰/۴۵±۰/۱۷	۱۵/۲۶±۰/۱۵
اسيدپته	۰/۲±۰/۰۰۵	۰/۱۶±۰/۰۱
پروتئين	۲/۶±۰/۰۱	۳/۹۸±۰/۰۷

جدول ۲. pH، اسيدپته، درصد چربي و ماده خشك ماست گاو و گاوميش (داده‌هاى جدول ميانگين بعلاوه منهاي انحراف معيار مي‌باشد).

آزمون	زمان	سى ام	پانزدهم	اول
pH	گاو	۴/۲±۰/۰۱bA	۴/۴±۰/۱۰bA	۴/۴۳±۰/۰۵cA
	گاوميش	۴/۷±۰/۰۱aA	۴/۸±۰/۱۰aA	۴/۷۳±۰/۰۲۰aA
اسيدپته(درصد اسيدلاكتيك)	گاو	۰/۹۷±۰/۰۵aC	۰/۸۷±۰/۰۱aB	۰/۸۵±۰/۰۱aA
	گاوميش	۰/۸۹±۰/۰۱cB	۰/۸۲±۰/۰۰۵bA	۰/۸±۰/۰۰۵bA
درصد چربي(وزنى/وزنى)	گاو	۳/۸±۰/۰۰۵cBC	۴/۱±۰/۰۰۵cAC	۴/۲±۰/۰۱cA
	گاوميش	۶±۰/۰۰۵aBC	۶/۱±۰/۰۰۵aAC	۶/۲±۰/۰۰۵aA
ماده خشك(وزنى/وزنى)	گاو	۱۲/۸±۰/۳۶cAC	۱۳/۴±۰/۲۶cBC	۱۴/۹±۰/۱۱cA
	گاوميش	۱۶/۵±۰/۴۱bA	۱۷/۸±۰/۷۴bA	۱۸/۷±۰/۳۰bA

حروف مختلف كوچك در هر ستون با هم اختلاف معنيدار دارند (P<0.05) حروف مختلف بزرگ در هر سطر با هم اختلاف معنيدار دارند (P<0.05)

Cui *et al.*,
براي تصويربرداري، ۵ ميلي‌ليتر از هر نمونه به وسيله يك پي‌پت روي يك لام شيشه‌اي پخش شد و سپس با هواي تميز خشك شده و توسط ميكروسكوپ عكس‌برداري‌ها انجام گرفت. تمام آماده‌سازي‌ها و انجام عكس‌برداري‌ها در دماي اتاق انجام پذيرفت.

آزمون بافت

آزمون سنجش بافت نمونه‌ها در دانشگاه تهران واحد پرديس كرج صورت پذيرفت. براي انجام اين آزمون و اندازه‌گيري نيروي لازم براي شكستن بافت نمونه از روش پيشنهادي (2002) Vercet *et al.*, استفاده گرديد اما از طول پروب ۱۳ ميلي‌متر به جاي پروب با طول ۱۵ ميلي‌متر به دليل نبود تجهيزات استفاده شد و سرعت ۱ ميلي‌متر بر ثانيه در نظر گرفته شد.

آزمون آب‌اندازي ماست

ميزان آب‌اندازي به صورت درصد وزن آب‌پنير خارج شده نسبت به وزن اوليه نمونه ماست بيان مي‌گردد. آب‌اندازي نمونه‌ها به روش پيشنهادي Tamime *et al.*, (2006) بعد از يك، پانزده و سي شبانه‌روز ذخيره‌سازي در دماي ۴ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گيري مي‌شود. تمايل ماست به از دست دادن آب به وسيله برگرداندن يك نمونه كامل ۵۰ گرمي روي يك الك از جنس استيل ضدزنگ با مش ۴۰ و اندازه‌گيري درصد آب خارج شده از

مقادير pH، اسيدپته، درصد چربي و ماده خشك ماست گاو و گاوميش در جدول ۲ نشان داده شده است.

اندازه‌گيري pH و اسيدپته

با استفاده از pH متر JENWAY مدل ۳۵۱۰ ساخت كشور انگلستان و اسيدپته طبق (Iranian National Standard No. 2852) انجام گرفت.

اندازه‌گيري ماده خشك

ماده خشك شير و ماست بر طبق (Iranian National Standard No. 1753) انجام پذيرفت.

اندازه‌گيري چربي

ميزان درصد چربي شير و ماست طبق (Iranian National Standard No.695) با استفاده از دستگاه سانترفوژ ژربر FUNKE GERBER ساخت كشور آلمان انجام گرفت.

اندازه‌گيري پروتئين شير

ميزان درصد پروتئين شيرها طبق (Iranian National Standard No.639) انجام پذيرفت.

عكس‌برداري AFM

عكس‌برداري ميكروسكوپ نيروي اتمي در دانشگاه شهيد بهشتي انجام شد. براي انجام اين آزمون به روش پيشنهادي Bo (2014)

نمونه در مدت ۱ ساعت در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

جامعه آماری شامل سه نمونه از هر یک از ماستهای تولید شده در سه بازه زمانی اول، پانزدهم و سی ام مورد مطالعه قرار گرفت. به عبارتی نوع شیر و زمان نگهداری، متغیرهای مستقل و ویژگی‌های شیمیایی، عکس‌برداری نیروی اتمی، سختی بافت و آب‌اندازی برای مقایسه بین تیمارها از جداول تجزیه و تحلیل واریانس استفاده می‌گردد و سپس برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) استفاده می‌شود ($P < 0.05$). آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 21 انجام شد.

نتایج و بحث

در ابتدا قبل از تهیه ماست‌ها از شیرهای خام به طور تصادفی نمونه‌برداری صورت گرفت و آزمون‌های اندازه‌گیری میزان چربی، ماده خشک، pH، اسیدیته و پروتئین بر روی آن انجام شد. جدول به دست آمده از نتایج ویژگی‌های شیر خام به شرح زیر می‌باشد. همچنین مقادیر pH، اسیدیته، درصد چربی و ماده خشک ماست گاو و گاومیش در جدول ۲ نشان داده شده است.

داده‌های جدول میانگین سه تکرار بعلاوه منهای انحراف معیار می‌باشد. تغییرات میزان pH و اسیدیته نتایج بدست آمده از آزمون pH و اسیدیته نمونه‌های ماست گاومیش و گاو در جدول ۲ نشان می‌دهد که زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر اسیدیته و pH نمونه‌ها داشته است و در طی این سی روز، pH کاهش و اسیدیته افزایش یافته است. مطابق نتایج (211) Karazhian & Salari، pH نمونه‌های ماست حاصل از شیر گاو در طول زمان نگهداری از روز اول تا روز بیست‌ویکم، کاهش و اسیدیته افزایش پیدا کرده که می‌توان آن را به فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید یا مضر نسبت داد که با مصرف قند و اسیدهای آلی می‌توانند کاهش pH و افزایش اسیدیته را به دنبال داشته باشند. pH ماست گاومیش با تغییرات شیب کمتر و برای ماست گاو با شیب بیشتری کاهش یافت و همچنین اسیدیته ماست گاومیش به مقدار کمتری افزایش یافت که علت این رفتار را می‌توان به میزان چربی بالاتر در ماست گاومیش مرتبط دانست. نتیجه بدست آمده منطبق با نتایج Mahdianet (2006)، *al.* می‌باشد که بدین گونه بیان شد، در هر زمان مورد بررسی، اسیدیته نمونه‌ها با کاهش درصد چربی با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد. (2002) Bonczar *et al.* به این نتیجه

رسیدند که نمونه‌های با درصد چربی بالاتر دارای pH بالاتر و اسیدیته پایین‌تری نسبت به نمونه‌های با درصد چربی پایین‌تر می‌باشد. همچنین نتایج حاصل شده با نتایج Mazaheri (2006) *et al.*، که بیان شده با کاهش مقدار چربی اسیدیته با سرعت بیشتری افزایش و pH نیز با سرعت بالاتری کاهش می‌یابد مطابقت دارد.

تغییرات میزان درصد چربی

آزمون اندازه‌گیری میزان درصد چربی ماست‌ها در سه تکرار انجام شد و نتایج در جدول ۲ بیان شده است. بر طبق نتایج حاصل شده از آزمون چربی نمونه‌های ماست، میزان چربی از روز اول تا روز سی‌ام روند کاهشی از خود نشان داد که می‌تواند به علت خروج چربی در هنگام آب‌اندازی باشد. همچنین درصد چربی در ماست تهیه شده از شیر گاومیش به صورت معناداری بالاتر از ماست‌های تهیه شده از شیر گاو می‌باشد که این امر به علت درصد بالاتر چربی در شیر گاومیش در مقایسه با شیر گاو است. مقدار درصد چربی ماست گاومیش در طول زمان با سرعت و مقدار کمتری کاهش یافت که می‌تواند ناشی از آب‌اندازی پایین‌تر در ماست گاومیش در مقایسه با ماست گاوی باشد (جدول ۳). نتایج این بخش، مطابق با نتایج Karazhian (211) & Salari است که گزارش دادند که تغییرات درصد چربی از روز اول تا روز هفتم در نمونه‌های ماست در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و روند کاهشی از خود نشان می‌دهد، اما از روز هفتم تا روز بیست‌ویکم تغییرات میزان چربی نمونه‌های ماست تغییرات معناداری از خود نشان نداده است.

تغییرات میزان ماده خشک

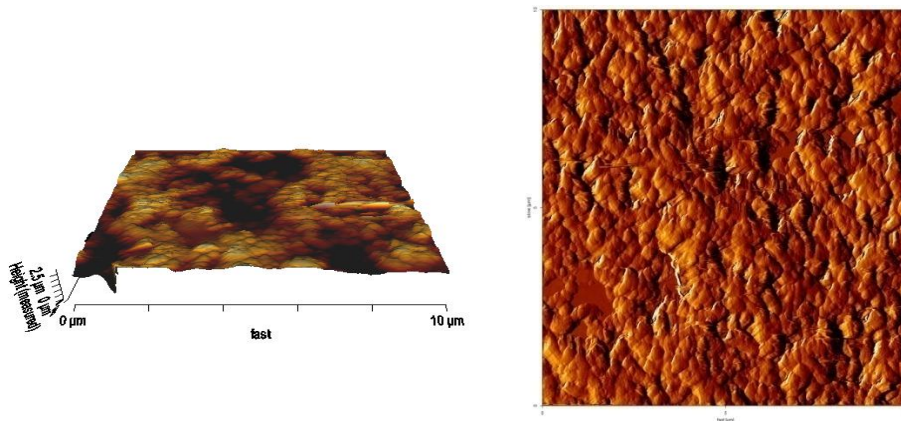
بر طبق نتایج بدست آمده از آزمون ماده خشک نمونه‌های ماست در جدول ۲، بدین گونه مشاهده شد که ماده خشک هر دو نمونه ماست طی نگهداری پس از سی روز کاهش یافت. میزان ماده خشک برای ماست گاومیش با اختلاف کمتر و برای ماست گاو با اختلاف بیشتری کاهش یافت. بر اساس نتایج (211) Karazhian & Salari، ماده خشک گاو طی بیست‌ویک روز ماندگاری کاهش یافت.

تصاویر AFM حاصل از ماست تهیه شده از شیر گاومیش و گاو در روز پانزدهم

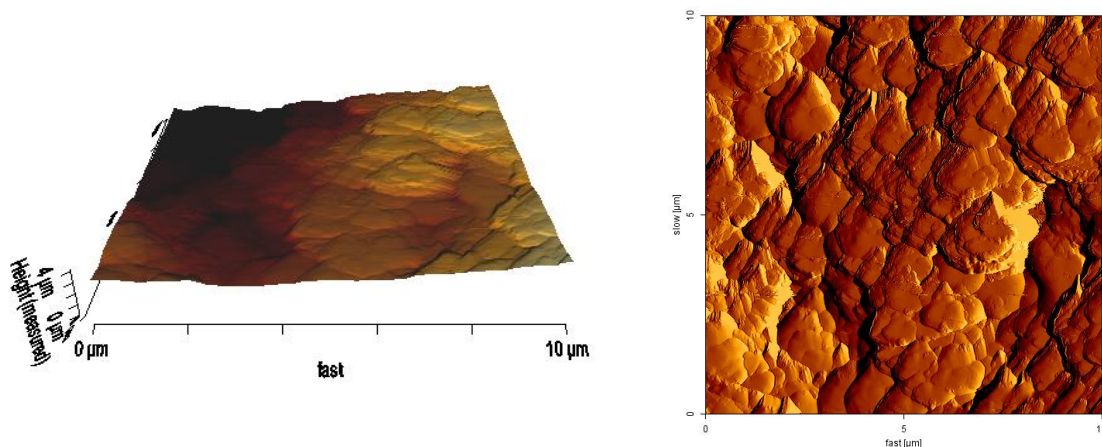
تصاویر ۱ و ۲ حاصل از میکروسکوپ نیروی اتمی می‌باشند. این عکس‌ها از هر کدام از نمونه‌های ماست گاومیش و گاو در اندازه‌های ۱۰ میکرومتر در ۱۰ میکرومتر گرفته شد. بر طبق عکس‌ها و تصاویر میکروسکوپی به دست آمده از سطح نمونه‌های ماست گاومیش و گاو بدین گونه مشاهده شد

كازئين شير در $pH=6/8$ داراى يك سطح نرم‌تر و صاف‌تر نسبت به نمونه‌ها در pH پايين‌تر مى‌باشد زيرا پيوندهاى آبگريز بر نيروى الكترواستاتيك غلبه مى‌كنند. طبق مطالعات (Guggisberg., 2009)، تصاوير ميكروسكوپى حاصل از شير كامل با $3/5$ درصد چربى، بافت منسجم‌تر با درشتى دانه‌هاى كمتر و همچنين حفرات كوچك‌تر را نشان داده است كه اين ويژگى‌ها باعث بهبود در ثبات بافت نمونه شير مى‌شود. طبق تحقيقات Octavio & Fernando., (2013)، ماست پرچرب داراى تعداد زيادى از دانه‌هاى كروى كازئين با تخلخل كمتر نسبت به ماست كم چرب مى‌باشد.

كه، ماست گاو با pH كمتر داراى برجستگى‌هاى بلندتر و ماست گاوميش با pH بالاتر داراى برجستگى‌هاى کوتاه‌تر است. طبق نتايج حاصل شده ماست گاوميش داراى زبرى بيشتري از ماست گاو مى‌باشد. بر طبق تصاوير به دست آمده از ميكروسكوپ نيروى اتمى (Bo Cui *et al.*, (2014) (2014) نتيجه گرفتند كاهش pH از $6/5$ به $5/5$ باعث مى‌شود پروتئين‌هاى ماست داراى برجستگى‌هاى بلندتر باشند و همچنين تصاوير نشان داده‌اند كه هر چه pH بالاتر باشد نمونه داراى سطح نرم‌ترى مى‌باشد. همچنين بر طبق تصاوير به دست آمده از ميكروسكوپ نيروى اتمى در مطالعات Burgain *et al.*, (2013)، ميسل‌هاى



شكل ۱. عكس AFM گاوميش در پانزدهمين روز پس از توليد



شكل ۲. عكس AFM گاو در پانزدهمين روز پس از توليد

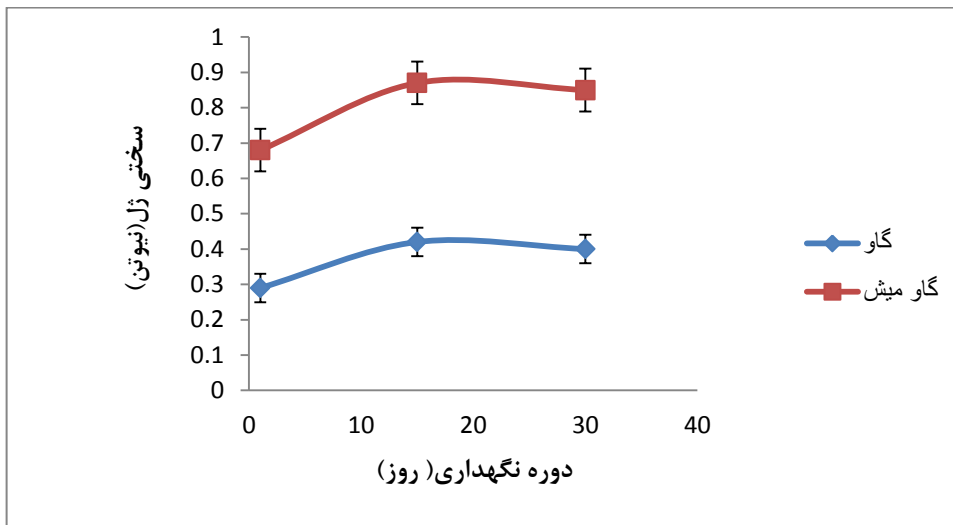
امر ميزان آب‌اندازى را افزايش مى‌دهد و بافت محصول را شكنده‌تر مى‌كند.

ميزان تغييرات بافت ماست‌ها در طى سي روز ماندگارى اندازه‌گيرى بافت نمونه‌هاى ماست توسط دستگاه بافت‌سنج طى روزهاى اول، پانزدهم و سي‌ام بعد از توليد نمونه‌ها و نگاهدارى در

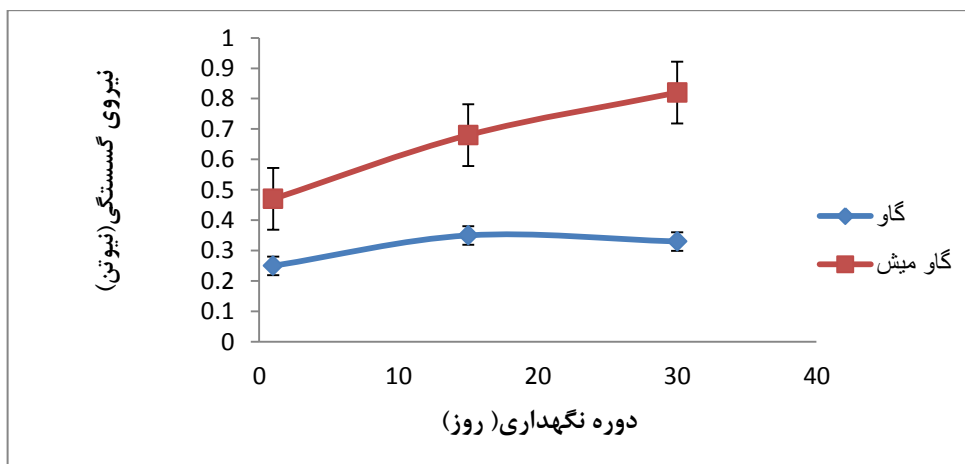
در تحقيقات انجام گرفته توسط (Domagala., 2009) بيان شده هر عكس SEM گرفته شده از ريزساختار ماست، ماتريكس پروتئينى، گويچه چربى و فضاهاى پر شده با آب‌پنير را نشان مى‌دهد، اين عكس‌ها كاملاً بيان كننده تفاوت در نوع شيرها مى‌باشند. ماتريكس پروتئينى‌ها در ماست گاو داراى ميسل كازئين كوچك‌تر و فضاهاى خالى بيشتري مى‌باشد كه اين

گسستگی را با توجه به نوع شیر آن‌ها نشان می‌دهد. این تغییرات بر حسب مدت زمان ماندگاری بیان شده است.

یخچال انجام پذیرفت. شکل های ۳ و ۴ روند تغییرات ویژگی های بافتی ماست گاومیش و گاو نظیر سختی ژل و نیروی



شکل ۳. میزان سختی ژل ماست‌ها طی سی روز نگهداری



شکل ۴. میزان نیروی گسستگی ماست‌ها طی سی روز نگهداری

سختی بافت در طول این مدت افزایش یافت. در پژوهش مذکور بیان شده مقدار سختی ماست بستگی به مقدار پروتئین و مقدار ماده جامد دارد. هر چه مقدار پروتئین و مقدار ماده جامد در ماست بیشتر باشد مقدار سختی بافت نیز بیشتر می‌شود.

مطابق نتایج Yang *et al.* (2014) افزایش میزان پروتئین، باعث بهبود و سفتی نمونه‌های ماست می‌شود که با نتایج حاصل شده مطابقت دارد.

هر دو نمونه ماست گاومیش و گاو در روز اول پس تولید که دارای pH کمتری است دارای سختی بافت ژل و نیروی گسستگی بیشتری نسبت به روز سی‌ام پس از تولید می‌باشند. مطابق نتایج Hanh *et al.* (2014) سختی بافت ماست بستگی به pH آن دارد و معمولاً نمونه‌های ماست، سختی بالاتری را در pH پایین از خود نشان می‌دهد.

بر طبق نتایج به دست آمده از آزمون بافت نمونه‌های ماست گاومیش و گاو، مشاهده شد که نگهداری اثر معنی‌داری روی بافت نمونه‌ها داشت ($p < 0/05$). سختی بافت هر دو نمونه ماست طی نگهداری در یخچال از روز اول تا روز پانزدهم روند افزایشی را نشان داده است و از روز پانزدهم تا روز سی‌ام روند کاهشی داشته است اما در نهایت مقدار سختی بافت در روز سی‌ام همچنان از مقدار روز اول بیشتر می‌باشد. در نهایت پس از سی روز نگهداری در یخچال سختی ژل ماست گاومیش با تغییرات عددی بیشتری افزایش یافت.

ماست گاومیش با دارا بودن مقدار پروتئین و ماده جامد بیشتر دارای سختی بافت بیشتری می‌باشد. مطابق نتایج (2011) Karazhian & Salari., نگهداری اثر معنی‌داری روی مقدار سختی بافت ماست طی بیست و یک روز ماندگاری داشت و مقدار

شده در مورد ماست گاوميش و گاو، با نتايج Mazaheri (2006) *et al.*، مطابقت دارد كه نشان دادند كه با افزايش مقدار چربى ماست، ماده جامد كل آن افزايش مى يابد و در نتيجه سختى بافت آن نيز افزايش خواهد يافت.

ميزان درصد آب‌اندازى ماست‌ها در طى سى روز ماندگارى

جدول ۳ روند تغييرات ميزان درصد آب‌اندازى ماست‌ها را در طى زمان ننگه‌دارى در روز يكم، پانزدهم و سى‌ام بعد از توليد را نشان مى‌دهد. آزمون اندازه‌گيرى درصد آب‌اندازى ماست‌ها در سه تكرر انجام پذيرفت و اعداد قرار داده شده در نمودار از طريق ميانگين دانكن بدست آمده است.

جدول ۳. ميزان درصد آب‌اندازى ماست گاو، گوسفند و گاوميش

سى‌ام	پانزدهم	اول	ماست	
			زمن	گاو
۲۷/۱±۰/۷۵aC	۲۲/۷±۰/۱۹aB	۱۸/۱±۰/۷۷aA	گاو	
۱۹/۹±۰/۵۸bBC	۱۷/۷±۰/۲۱bAC	۱۶/۹±۰/۴۳bA	گاوميش	

حروف مختلف كوچك در هر ستون با هم اختلاف معنى‌دار دارند ($P < 0.05$)

توسط ماتريكس پروتئين حبس مى‌گردد. بر طبق نظر (2004) Mortazaviyan، هر چه مقدار پروتئين افزايش يابد مقدار آب‌اندازى كمتر مى‌شود زيرا باعث افزايش قابليت ننگه‌دارى آب و مواد محلول در آن مى‌شود. مقدار درصد ماده خشك ابتدا در ماست گاوميش و سپس در ماست گاو بيشتر مى‌باشد و به همين ميزان، درصد آب‌اندازى در ماست‌ها کاهش مى‌يابد. همچنين بيان شده افزايش درصد ماده خشك به علت پايدارتر كردن شبكه ژل و افزايش ظرفيت اتصال آب، آب‌اندازى را کاهش مى‌دهد.

ماست گاوميش مورد مطالعه در اين پژوهش، كه حاوى ماده جامد بالاترى است، ميزان آب‌اندازى كمترى را از خود نشان مى‌دهد كه اين مى‌تواند به دليل آن باشد كه ماده جامد ماست، قابليت پيوند با آب آزاد ماست را دارد. بر اساس نتايج Ebdali & Motamedzadegan (2013)، نيز بدين گونه نتيجه‌گيرى شد كه با افزايش ميزان ماده خشك مقدار آب‌اندازى کاهش مى‌يابد. مقدار چربى در ماست گاوميش بيشتر از ماست گاو مى‌باشد، كه با نتايج بدست آمده توسط (2008) Mirnezami *et al.*، كه بيان شده حضور چربى در ماست باعث برقرارى تعادل گروه‌هاى آب‌گريز در محيط مى‌شود و آب بيشترى را در خود حبس کرده و از ميزان آب‌اندازى نمونه‌هاى ماست كاسته مى‌شود مطابقت دارد همچنين با نتايج (2006) Mazaheri *et al.*، كه بيان شده است با افزايش مقدار چربى ميزان ماده جامد كل افزايش مى‌يابد نيز مطابقت دارد.

مقدار چربى در ماست گاوميش بيشتر از ماست گاو مى‌باشد و به مراتب ماست گاوميش داراى بافتى سخت‌تر است. در تصاوير حاصل از AFM، همان گونه كه بيان شد ماست گاوميش با درصد چربى بالاتر داراى انسجام و ثبات بافت بيشترى نسبت به ماست گاو مى‌باشد و همچنين ماست گاوميش با مقدار پروتئين بيشتر داراى فضاى خالى كمتر مى‌باشد كه اين امر باعث استحكام بافت ماست مى‌گردد و بلعكس ماست گاو با حفرات بيشتر و بزرگتر داراى سختى بافت كمتر مى‌باشد. بر اساس مطالعات Durla *et al.* (2007) با افزايش مقدار چربى ماست، سختى بافت افزايش مى‌يابد. نتايج حاصل

حروف مختلف بزرگ در هر سطر با هم اختلاف معنى‌دار دارند ($P < 0.05$) داده‌هاى جدول ميانگين سه تكرر بعلاوه منهاي انحراف معيار مى‌باشد. بر طبق نتايج حاصل شده، مشاهده شد كه درصد آب‌اندازى در هر دو نمونه ماست طى ننگه‌دارى پس از سى روز افزايش يافت. كمترين ميزان آب‌اندازى در روز اول براى ماست گاوميش و بيشترين ميزان در روز سى‌ام براى ماست گاو است. افزايش ميزان درصد آب‌اندازى نمونه‌ها را مى‌توان به کاهش pH ماست و در نتيجه شل شدن بافت ماست نسبت داد. بررسى‌هاى انجام گرفته توسط (2014) Hanh *et al.* نيز نشان دادند كه درصد آب‌اندازى در نمونه‌هاى ماست از روز اول تا روز بيست و هشتم افزايش مى‌يابد و اين افزايش درصد آب‌اندازى از روز اول تا روز هفتم با سرعت بيشتر و در نهايت با سرعت كمترى تا روز بيست و هشتم ادامه يافته است. همچنين (2004) Mortazaviyan، نيز نشان داد كه با افزايش زمان ماندگارى ماست ميزان درصد آب‌اندازى آن افزايش مى‌يابد. بالاتر بودن درصد آب‌اندازى در ماست توليد شده از شير گاوميش در مقايسه با ماست توليد شده از شير گاو را مى‌توان به بالاتر بودن ميزان پروتئين شير گاوميش . مطابق تصاوير AFM ماتريكس پروتئين در ماست گاو داراى ميسل كازئين كوچكتر و فضاهاى خالى بيشتر مى‌باشد كه اين امر باعث افزايش آب‌اندازى مى‌گردد. بر اساس نتايج (2006) Magenis *et al.*، با افزايش مقدار و غلظت پروتئين در ماست‌ها مقدار شاخص آب‌اندازى کاهش مى‌يابد زيرا آب موجود در ماست

نتیجه‌گیری

برجستگی‌های بلندتری است. مقدار سختی بافت در طول زمان نگهداری هر دو نمونه ماست افزایش یافت. ماست گاومیش دارای پروتئین بیشتر و فضای خالی کمتری می‌باشد که این امر باعث استحکام بافت ماست می‌گردد و بلعکس ماست گاو با حفرات بیشتر و بزرگتر دارای سختی بافت کمتری می‌باشد. درصد آب‌اندازی هر دو نمونه ماست طی نگهداری پس از سی روز در یخچال افزایش یافت که می‌توان آن را به کاهش pH ماست و در نتیجه سست شدن بافت آن نسبت داد. بر طبق نتایج حاصل شده، پس از گذشت سی روز از تولید ماست، خصوصیات کیفی ماست گاومیش بیشتر از ماست گاو می‌باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده، پس از گذشت سی روز pH در دو نوع ماست گاومیش و گاو کاهش و اسیدیته آنها افزایش یافت، همچنین نتایج نشان داد که ماست گاومیش با چربی بالاتر، نسبت به ماست گاو دارای pH بیشتر و اسیدیته کمتری می‌باشد. میزان چربی و ماده‌خشک از روز اول تا روز سی‌ام روند کاهشی از خود نشان دادند. این کاهش در مقدار ماده‌خشک برای ماست گاومیش با اختلاف کمتر و برای ماست گاو با اختلاف بیشتری صورت گرفت. تصاویر میکروسکوپی بدست آمده از سطح نمونه‌های ماست نشان داد که ماست گاومیش دارای زبری بیشتر و ماست گاو با pH کمتر دارای

REFERENCES

- Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J. F., Gaucheron, F., (2008), Effects of acidification on *physicochemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk*. *Food Chemistry*, No. 106, P. 11-17.
- Bonczar, G., Wszolek, M., Siuta, A., (2002), The effects of certain factors on *the properties of yoghurt made from ewe's milk*. *Food Chemistry*, No. 79, P. 85-91.
- Burgain, J., [etal]., (2013), In vitro interactions between probiotic bacteria and milk proteins probed by atomic force microscopy. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, No. 104, P. 153-162.
- Cui, B., Tan, C., Lu, Y., Liu, X., Li, G., (2014), The interaction between casein and *hydroxypropyl distarch phosphate (HPDSP) in yoghurt system*. *Food Hydrocolloids*, No. 37, P. 111-115.
- Domagala, j.,(2009), Instrumental Texture, Syneresis and Microstructure of *Yoghurts Prepared from Goat, Cow and Sheep Milk*. *International Journal of Food Properties*, NO.12, P.605-615.
- Durla- ozkaya, F., Aslim, B., Ozkaya, M. T.,(2007), Effect of exopolysaccharides produced by *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* strains to bacteriophage and nisin sensitivity of the bacteria. *LWT, Food Science Technology*, No. 40, P. 564- 568.
- Ebdali, S., Motamedzadegan, A. (2013). The effect of replacement for part of dry material with gelatin to *functional properties of fat-free's Set yogurt*. *Journal of Food Industry*, NO. 2, p. 221 to 229. (In Farsi).
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Butikofer, U., Eberhard, P., (2009), Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and *whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition*. *International Dairy Journal*, No. 19, P. 107-115.
- Hanh, T. H. N., Ong, L., Kentish, S. E., Gras, S. L., (2014), Homogenisation improves the *microstructure, syneresis and rheological properties of buffalo yoghurt*. *International Dairy Journal*, No. xxx, P. 1-10.
- Iranian National Standard., No. 695, yogurt-characteristics and test methods. (In Farsi).
- Iranian National Standard., No. 1753, processed cheese and cheese-determine the amount of total dry matter. (In Farsi).
- Iranian National Standard No. 2852, milk and its products-determination of acidity and pH. (In Farsi).
- Iranian National Standard No. 639, determine the total nitrogen content of milk (Kjyldal method). (In Farsi).
- International Dairy Federation,(2007), The world dairy situation (2007). Bulletin No. 423/2007.
- Karazhian, H., Salari, R., (2011). Comparison of physico-chemical properties, Rheological and Sensory Yogurt made from fresh cow milk and powdered milk. *Journal of Food Science and Technology. Journal of Food Science and Technology*, No. 2, p. 11 to 19. (In Farsi).
- Karim,G., Khandaghi, J., Karimi, H. (2011). Testing of milk and its products. Publication of Tehran University. (In Farsi).
- Madian, a., mazaheri, m. (2007). Effect of Milk solids on bacterial growth and the quality of Yogurt starter. *Iranian Journal Food Science and Technology*. NO. 4., P. 45 to 51. (In Farsi).
- Magenis,B., Prude'ncio, E., Amboni, R., Cerqueira Ju'nior,N., Oliveira,R., Benedet, H., (2006), Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. *International Journal of Food Science and Technology*,NO. 41,P. 560-568.
- Mazaheri, M., Karazhiyan, R., Mahdiyan, A. (2006). The effect of fat content of milk on growth and metabolic activity of starter cultures and Yoghurt quality concentrated. *Journal of Agricultur Sciences and Natural Resources*. NO. 1, P. 59 TO 66. (In Farsi).
- Mirnezami, H., Sanei, M., Ordobadi, f. (2008). What do you know from Milk? (Chemistry and

- Technology of milk). *Publication of Agricultural Sciences*. (In Farsi).
- Mortazaviyan, A., Sohrabvandi, S. (2004). A review of yoghurt sensory properties. ATA Publications, p. 88 to 203. (In Farsi).
- Nguyen, H. T., Ong, L., Lefèvre, C., Kentish, S. E., Gras, S. L., (2013), Rheological Properties and Microstructure of Buffalo Yoghurt. Annual Transactions of the Nordic rheology Society, No. 21. P. 205-211.
- Octavio, M., Fernando, j., (2013), Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. *Food Science Technology*, NO.51, P.233-241.
- Rahimnahal, S. (2010). Study about MHC gene polymorphism in Khuzestan native buffalo populations using separate PBR. Master's thesis Genetics and Animal Breeding. Agriculture and Natural Resources University of Ramin. (In Farsi).
- Robinson, R. K., Tamime, A. Y., (2006), Types of fermented milks. In: Tamime, A.Y. (Ed.), *Fermented Milks*. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, p. 1-10.
- Shoji, A.S., Oliveira, A.C., Balieiro, J.C.C., Freitas. O., Thomazini, M., Heinemann, R.J.B., Okuro, P.K., Favaro, C.S., (2013), Viability of *L.acidophilus* microcapsules and their application to buffalo milk yoghurt. *Food and Bioproducts Processing*, NO. 91, P. 83-88.
- Sindhu, J. S., Arora, S., (2011). Buffalo Milk. National Dairy Research Institute, P. 503-511.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K., (1999), *Yogurt Science and Technology*. 2th ed., CRC Press., Woodhead Pub. Ltd., USA.
- Twyman, R.M., (2005), *Microscopy applications/food*. Elsevier, p.50-57.
- Vercet, A., Oria, R., Marquina, P., Crelier, S., Lopez, P., (2002), Rheological properties of yoghurt made with milk submitted to manothermosonication. *Agriculture And Food Chemistry*. NO. 50, P. 6165-6171.
- Yang, T., Wu, K., Wang, F., Liang, X., Liu, Q., Li, G., Li, Q., (2014), Effect of exopolysaccharides from lactic acid bacteria on the texture and microstructure of buffalo yoghurt. *International Dairy Journal*, NO. 34, P. 252-256.