

بررسی ارتباط میان ریزساختار و ویژگی‌های تکنولوژیکی ماست تولید شده

از شیر گاو و گاو میش در طول نگهداری

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

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

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

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

(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 فراورده‌های 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 فراورده 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، کم چرب و پرچرب)، خامه پاستوریزه یا فرادما و باکتری‌های سنتی ماست می‌باشد (Iranian National Standard No., 695). ماست یکی از شناخته شده ترین فراورده‌های 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 فراورده‌های 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 فراورده های لبنی شده است. ظرفیت بافیری 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). 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 ویژگی های منحصر به فرد سبب شده است تا استفاده از شیر گاو میش برای تولیدکنندگان فراورده 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 گویچه‌های چربی در آن‌ها باشد (Nguyen et al., 2013).

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

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 گاو میش 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 تیترازول سود ۰/۱ مولار، تیترازول کلریدریک‌اسید ۰/۱ مولار، سولفوریک‌اسید ۹۸٪، سدیم‌هیدروکسید، آمیلیک‌الکل، بوریک‌اسید، معرف قرمز متیل، معرف سبز بروموکروزول، اتانول، فنل‌فالتین از شرکت مرک آلمان و قرص کاتالیزور از شرکت دیفکو میشیگان تهیه گردید. استارتر مورد استفاده به صورت پودر و از نوع FD-DVS 1.0 Yoflex Express 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 گاو میش) 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.

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 گاو میش 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 ماست گاو میش انجام گرفت و مشخص شد با افزایش

جدول ۱. میزان درصد چربی، pH، ماده خشک، اسیدیته و پروتئین شیر گاو و گاومیش

نوع ماست	گاو	گاومیش
چربی	۳/۱۳±۰/۰۵	۵/۷۶±۰/۱۵
pH	۶/۶۴±۰/۰۰۵	۶/۹۴±۰/۰۰۵
ماده خشک	۱۰/۴۵±۰/۱۷	۱۵/۲۶±۰/۱۵
اسیدیته	۰/۲±۰/۰۰۵	۰/۱۶±۰/۰۱
پروتئین	۲/۶±۰/۰۱	۳/۹۸±۰/۰۷

مقادیر pH، اسیدیته، درصد چربی و ماده خشک ماست گاو و گاومیش در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. pH، اسیدیته، درصد چربی و ماده خشک ماست گاو و گاومیش (داده‌های جدول میانگین بعلاوه منهای انحراف معیار می‌باشد).

آزمون	زمان	سی‌ام	پانزدهم	اول
pH	گاو	۴/۲±۰/۰۱bA	۴/۴±۰/۰۱۰bA	۴/۴۳±۰/۰۵cA
	گاومیش	۴/۷±۰/۰۱aA	۴/۸±۰/۰۱۰aA	۴/۷۳±۰/۰۲۰aA
اسیدیته (درصد اسیدلاکتیک)	گاو	۰/۹۷±۰/۰۵aC	۰/۸۷±۰/۰۱aB	۰/۸۵±۰/۰۱aA
	گاومیش	۰/۸۹±۰/۰۱cB	۰/۸۲±۰/۰۰۵bA	۰/۸±۰/۰۰۵bA
درصد چربی (وزنی/وزنی)	گاو	۳/۸±۰/۰۵cBC	۴/۱±۰/۰۵cAC	۴/۲±۰/۰۱cA
	گاومیش	۶±۰/۰۵aBC	۶/۱±۰/۰۵aAC	۶/۲±۰/۰۵aA
ماده خشک (وزنی/وزنی)	گاو	۱۲/۸±۰/۳۶cAC	۱۳/۴±۰/۲۶cBC	۱۴/۹±۰/۱۱cA
	گاومیش	۱۶/۵±۰/۴۱bA	۱۷/۸±۰/۷۴bA	۱۸/۷±۰/۳۰bA

حروف مختلف کوچک در هر ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0.05$)
حروف مختلف بزرگ در هر سطر با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0.05$)

عکس برداری AFM:

عکس برداری میکروسکوپ نیروی اتمی در دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. برای انجام این آزمون به روش پیشنهادی Bo Cui et al., (2014) برای تصویربرداری، ۵ میلی‌لیتر از هر نمونه به وسیله یک پی‌پت روی یک لام شیشه‌ای پخش شد و سپس با هوای تمیز خشک شده و توسط میکروسکوپ عکس برداری‌ها انجام گرفت. تمام آماده سازی‌ها و انجام عکس برداری‌ها در دمای اتاق انجام پذیرفت.

آزمون بافت:

آزمون سنجش بافت نمونه‌ها در دانشگاه تهران واحد پردیس کرج صورت پذیرفت. برای انجام این آزمون و اندازه‌گیری نیروی لازم برای شکستن بافت نمونه از روش پیشنهادی Vercet et al., (2002) استفاده گردید اما از طول پروب ۱۳ میلی‌متر به جای پروب با طول ۱۵ میلی‌متر به دلیل نبود تجهیزات استفاده شد و سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد.

آزمون آب‌اندازی ماست:

میزان آب‌اندازی به صورت درصد وزن آب‌پنیر خارج شده نسبت

اندازه‌گیری pH و اسیدیته:

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

اندازه‌گیری ماده خشک:

ماده خشک شیر و ماست بر طبق (Iranian National Standard No. 1753) انجام پذیرفت.

اندازه‌گیری چربی:

میزان درصد چربی شیر و ماست طبق (Iranian National Standard No. 695) با استفاده از دستگاه سانتریفوژ ژربر FUNKE GERBER ساخت کشور آلمان انجام گرفت.

اندازه‌گیری پروتئین شیر:

میزان درصد پروتئین شیرها طبق (Iranian National Standard No. 639) انجام پذیرفت.

به وزن اولیه نمونه ماست بیان می‌گردد. آب‌اندازی نمونه‌ها به روش پیشنهادی (Tamime et al., 2006) بعد از یک، پانزده و سی شبانه‌روز ذخیره سازی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری می‌شود. تمایل ماست به از دست دادن آب به وسیله برگرداندن یک نمونه کامل ۵۰ گرمی روی یک الک از جنس استیل ضدزنگ با مش ۴۰ و اندازه‌گیری درصد آب خارج شده از 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 ویژگی های 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 (۰/۰۵ < P). 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، ماده‌خشک، 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 ماده‌خشک ماست گاو و گاومیش در جدول ۲ نشان داده شده است.

داده‌های جدول میانگین سه تکرار بعلاوه منهای انحراف معیار می‌باشد.

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 Karazhian & Salari., (2011) 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 میکروارگانیسم‌های 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 al., (2006) می‌باشد که بدین گونه بیان شد، در هر زمان مورد بررسی، اسیدیته نمونه‌ها با کاهش درصد چربی با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد. (Bonczar et al., 2002) 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 et al., (2006) 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 & Salari., (2011) 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.

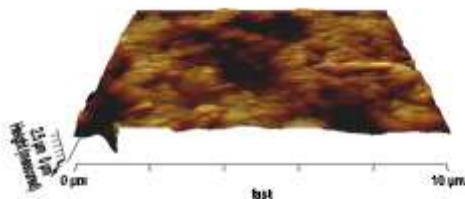
تغییرات میزان ماده‌خشک

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

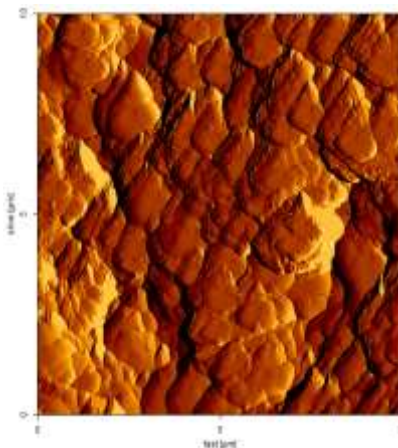
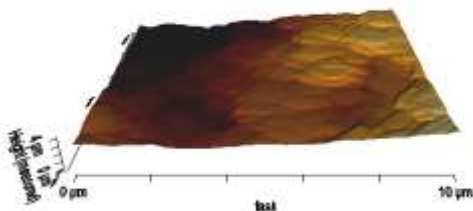
تصاوير ۱ و ۲ حاصل از ميكروسكوپ نيروى اتمى مى‌باشند. اين عكس‌ها از هر کدام از نمونه‌هاى ماست گاوميش و گاو در اندازه‌هاى ۱۰ ميكرومتر در ۱۰ ميكرومتر گرفته شد.

(2011), Salari., & ماده‌خشك گاو طى بيست‌ويك روز ماندگارى كاهش يافت.

تصاوير AFM حاصل از ماست تهيه شده از شير گاوميش و گاو در روز پانزدهم



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



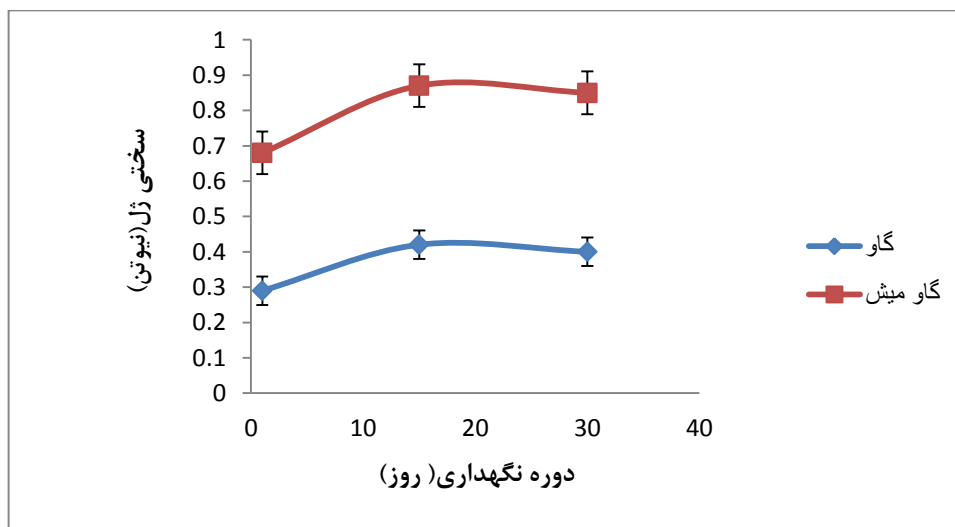
شكل ۲. عكس AFM گاو در پانزدهمين روز پس از توليد

اتمى در مطالعات Burgain et al., (2013). ميسل‌هاى كازئين شير در $pH=6/8$ داراى يك سطح نرم‌تر و صاف‌تر نسبت به نمونه‌ها در pH پايين‌تر مى‌باشد. زيرا پيوندهاى آبگريز بر نيروى الكترواستاتيک 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.

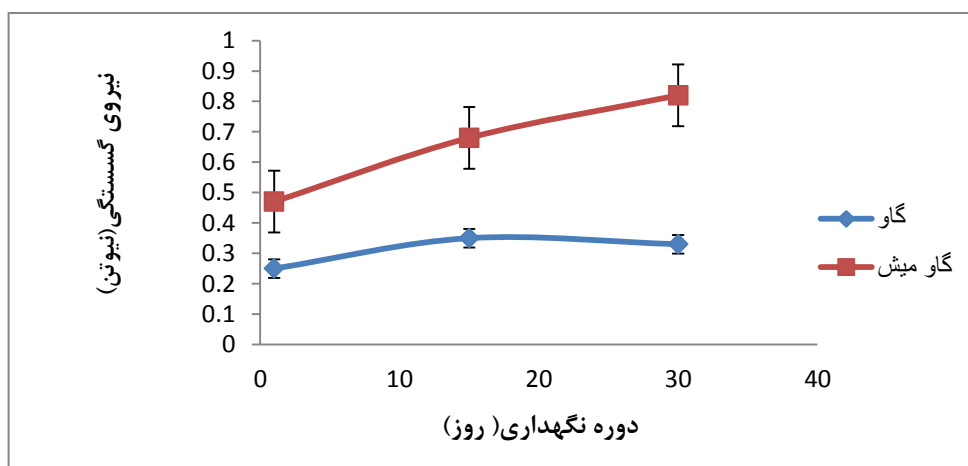
بر طبق عكس‌ها و تصاوير ميكروسكوپى به دست آمده از سطح نمونه‌هاى ماست گاوميش و گاو بدین گونه مشاهده شد كه ، ماست گاو با pH كمتر داراى برجستگى‌هاى بلندتر و ماست گاوميش با pH بالاتر داراى برجستگى‌هاى کوتاه‌تر است. طبق نتايج حاصل شده ماست گاوميش داراى زبرى بيشترى از ماست گاو مى‌باشد. بر طبق تصاوير به دست آمده از ميكروسكوپ نيروى اتمى (Bo Cui et al., (2014) نتيجه گرفتند كه 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

میزان تغییرات بافت ماست‌ها در طی سی روز ماندگاری اندازه‌گیری بافت نمونه‌های ماست توسط دستگاه بافت‌سنج طی روزهای اول، پانزدهم و سی‌ام بعد از تولید نمونه‌ها و نگهداری در یخچال انجام پذیرفت. شکل های ۳ و ۴ روند تغییرات ویژگی‌های بافتی ماست گاومیش و گاو نظیر سختی ژل و نیروی گسستگی را با توجه به نوع شیر آن‌ها نشان می‌دهد. این تغییرات بر حسب مدت زمان ماندگاری بیان شده است.

در تحقیقات انجام گرفته توسط (Domagala., 2009) بیان شده هر عکس SEM گرفته شده از ریزساختار ماست، ماتریکس پروتئین، گویچه چربی و فضاهای پر شده با آب‌پنیر را نشان می‌دهد، این عکس‌ها کاملاً بیان کننده تفاوت در نوع شیرها می‌باشند. ماتریکس پروتئین‌ها در ماست گاو دارای میسل کازئین کوچک‌تر و فضاهای خالی بیشتر می‌باشد که این امر میزان آب‌اندازی را افزایش می‌دهد و بافت محصول را شکننده‌تر می‌کند.



شکل ۳. میزان سختی ژل ماست‌ها طی سی روز نگهداری



شکل ۴. میزان نیروی گسستگی ماست‌ها طی سی روز نگهداری

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

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

گاو‌میش با مقدار پروتئین بیشتر دارای فضای خالی کمتر می‌باشد که این امر باعث استحکام بافت ماست می‌گردد و بلعکس ماست گاو با حفرات بیشتر و بزرگتر دارای سختی بافت کمتر می‌باشد. بر اساس مطالعات (Durla et al., 2007) با افزایش مقدار چربی ماست، سختی بافت افزایش می‌یابد. نتایج حاصل شده در مورد ماست گاو‌میش و گاو، با نتایج Mazaheri et al., (2006) مطابقت دارد که نشان دادند که با افزایش مقدار چربی ماست، ماده جامد کل آن افزایش می‌یابد و در نتیجه سختی بافت آن نیز افزایش خواهد یافت.

میزان درصد آب‌اندازی ماست‌ها در طی سی روز ماندگاری

جدول ۳ روند تغییرات میزان درصد آب‌اندازی ماست‌ها را در طی زمان نگه‌داری در روز یکم، پانزدهم و سی‌ام بعد از تولید را نشان می‌دهد. آزمون اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی ماست‌ها در سه تکرار انجام پذیرفت و اعداد قرار داده شده در نمودار از طریق میانگین دانکن بدست آمده است.

جدول ۳. میزان درصد آب‌اندازی ماست گاو، گوسفند و گاو‌میش

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

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.

مقدار چربی در ماست گاو‌میش بیشتر از ماست گاو می‌باشد و به مراتب ماست گاو‌میش دارای بافتی سخت‌تر است. در تصاویر حاصل از AFM، همان گونه که بیان شد ماست گاو‌میش با درصد چربی بالاتر دارای انسجام و ثبات بافت بیشتری نسبت به ماست گاو می‌باشد و همچنین ماست

حروف مختلف کوچک در هر ستون با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$)

AFM ماتریکس پروتئین در ماست گاو دارای میسل کازئین کوچکتر و فضاهای خالی بیشتر می‌باشد که این امر باعث افزایش آب‌اندازی می‌گردد. بر اساس نتایج (Magenis et al., 2006)، با افزایش مقدار و غلظت پروتئین در ماست‌ها مقدار شاخص آب‌اندازی کاهش می‌یابد زیرا آب موجود در ماست توسط ماتریکس پروتئین حبس می‌گردد. بر طبق نظر (Mortazaviyan., 2004)، هر چه مقدار پروتئین افزایش یابد مقدار آب‌اندازی کمتر می‌شود زیرا باعث افزایش قابلیت نگه‌داری آب و مواد محلول در آن می‌شود. مقدار درصد ماده خشک ابتدا در ماست گاو‌میش و سپس در ماست گاو بیشتر می‌باشد و به همین میزان، درصد آب‌اندازی در ماست‌ها کاهش می‌یابد. همچنین بیان شده افزایش درصد ماده خشک به علت پایدارتر کردن شبکه ژل و افزایش ظرفیت اتصال آب، آب‌اندازی را کاهش می‌دهد.

ماست گاو‌میش مورد مطالعه در این پژوهش، که حاوی ماده جامد بالاتری است، میزان آب‌اندازی کمتری را از خود نشان می‌دهد که این می‌تواند به دلیل آن باشد که ماده جامد ماست، قابلیت پیوند با آب آزاد ماست را دارد. بر اساس

حروف مختلف بزرگ در هر سطر با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$) داده‌های جدول میانگین سه تکرار بعلاوه منهای انحراف معیار می‌باشد. بر طبق نتایج حاصل شده، مشاهده شد که درصد آب‌اندازی در هر دو نمونه ماست طی نگه‌داری پس از سی روز افزایش یافت. کمترین میزان آب‌اندازی در روز اول برای ماست گاو‌میش و بیشترین میزان در روز سی‌ام برای ماست گاو است. افزایش میزان درصد آب‌اندازی نمونه‌ها را می‌توان به کاهش pH ماست و در نتیجه شل شدن بافت ماست نسبت داد. بررسی‌های انجام گرفته توسط (Hanh et al., 2014) نیز نشان دادند که درصد آب‌اندازی در نمونه‌های ماست از روز اول تا روز بیست و هشتم افزایش می‌یابد و این افزایش درصد آب‌اندازی از روز اول تا روز هفتم با سرعت بیشتر و در نهایت با سرعت کمتری تا روز بیست و هشتم ادامه یافته است. همچنین (Mortazaviyan., 2004)، نیز نشان داد که با افزایش زمان ماندگاری ماست میزان درصد آب‌اندازی آن افزایش می‌یابد. بالاتر بودن درصد آب‌اندازی در ماست تولید شده از شیر گاو‌میش در مقایسه با ماست تولید شده از شیر گاو را می‌توان به بالاتر بودن میزان پروتئین شیر گاو‌میش . مطابق تصاویر

کاهش از خود نشان دادند. این کاهش در مقدار ماده خشک 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 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.

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.,

نتایج (Ebdali & Motamedzadegan., (2013). نیز بدین گونه نتیجه‌گیری شد که با افزایش میزان ماده خشک مقدار آب‌اندازی کاهش می‌یابد. مقدار چربی در ماست گاومیش بیشتر از ماست گاو می‌باشد، که با نتایج بدست آمده توسط Mirnezami et al., (2008) که بیان شده حضور چربی در ماست باعث برقراری تعادل گروه‌های آب‌گریز در محیط می‌شود و آب بیشتری را در خود حبس کرده و از میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست کاسته می‌شود مطابقت دارد همچنین با نتایج Mazaheri et al., (2006) که بیان شده است با افزایش مقدار چربی میزان ماده جامد کل افزایش می‌یابد نیز مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

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 ماده خشک از روز اول تا روز سی‌ام روند

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 Junior, 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 Agricultural 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.