مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۱/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۲۵ تا ۱۴۰

پاستوریزه کردن شیر با حرارت انرژی القایی و ارزیابی خواص ارگانولپتیک آن

سیمین حق نظری[1*]، مراد پاشا اسکندری نسب[1]، سپهر مرادی[2] و مصطفی معماریان[3]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۳۰

[1] به ترتیب استادیار و دانشیار گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
[2] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه زنجان
[3] استادیار بازنشسته گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
*مسئول مکاتبه: Email: haghnazari.simin@znu.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: محدودیت اعمال روشهای کلاسیک پاستوریزاسیون، به دلیل حساسیت شیر به انعقاد در اثر به کارگیری درجه ی حرارت بالاست که گاهی مانع فرایند صحیح شده و مشکلاتی از قبیل لخته شدن شیر و ایجاد لایه های غیر قابل شستشو (سنگ شیر) در سطح داخلی لوله های پاستوریزاتور را موجب می شود. این لایه‌ها مانع انتقال حرارت و کفایت پاستوریزاسیون شیرهای ورودی بعدی شده و در نتیجه شیرهای مذکور حاوی آلودگیهای میکروبی بالا می باشند که برای مصرف کنندگان بیماریزا خواهند بود. **هدف:** یافتن روش مناسب پاستوریزاسیون است که معایب فوق الذکر را نداشته و شیر حاصل از فرآیند پاستوریزاسیون دارای کیفیت بالاتری باشد لذا در این تحقیق، از حرارت جریان الکترومغناطیسی القایی برای پاستوریزاسیون شیرخام استفاده شد. در این روش ظرف شیر به‌عنوان کویل دوم جریان الکترومغناطیسی (ترانسفورمر) عمل کرده و عبور جریان مستقیم الکتریسیته را در شیر ممکن می‌سازد. **روش‌کار:** در مراحل مقدماتی (اول تا سوم) پروژه که نتایج آن در این مقاله نیامده است، پاستوریزاسیون شیر به روش القائی با هدف اصلاح، بازنگری و بهسازی فرآیند معمولِ کلاسیک انجام گرفت. نمونه های مورد آزمون در سه مرحله به ترتیب بر اساس ۱) کمترین درصد بار میکروبی باقیمانده، ۲) کمترین زمان سپری شده برای پاستوریزاسیون و ۳) کمترین انرژی مصرفی برای پاستوریزاسیون انتخاب شده و در این تحقیق برای آزمون ارگانولپتیک توسط گروه چشایی ماهر به کار گرفته شدند. **نتایج:** ویژگی‌های مطلوبِ ارگانولپتیک و فیزیکی در بین نمونه‌های پاستوریزه شده با روش حرارت القایی و شاهد HTST، نمونه پاستوریزه شده با روش القایی با شدت انتقال الکتریسیته ۱۶۰۰ وات با زمان نگهداری ۳۰ ثانیه، دمای ۸۴ درجه سانتی‌گراد و سطح اتکای ۲۳ سانتیمتر در مقایسه با نمونه‌های دیگر و شاهد (پاستوریزاسیون در شرایط معمول) به عنوان نمونه برگزیده از نظر خصوصیات قوام و غلظت، بو و میزان مشتری‌پسندی در سطح معنی داری ۵ درصد و برای صفت رنگ در سطح ۱ درصد به دست آمد. **نتیجه گیری نهایی:** روش القائی پاستوریزاسیون نسبت به روش HTST کارخانه ازنظر ایجاد خصوصیات مطلوب حسی از ارجحیت برخوردار بوده و جایگزین بسیار خوبی برای روش معمول کارخانه در شرایط مساوی دیگر است.

واژگان کلیدی: پاستوریزاسیون، لبنیات، سلامت شیر، حرارت انرژی حرارت القایی، میکروبیولوژی

مقدمه

ارزیابی خواص ارگانولپتیک

رنگ، بو و مزه از خصوصیاتی است که در ارزیابی خواص ارگانولپتیک استفاده می‌شوند. رنگ شیر بر اساس عواملی چون نژاد حیوان، نوع تغذیه، میزان چربی و مواد جامد موجود در آن از سفید مایل به آبی (اضافه کردن آب به شیر رنگ شیر را متمایل به آبی می‌کند) تا زرد طلایی متغیر است. شیر در مقادیر زیاد ظاهری کاملاً مات داشته، که مربوط به ذرات چربی، پروتئین و مواد معدنی معلق در آن است (کریم ۱۳۹۲) و لایه‌های نازک آن شفاف به نظر می‌رسد. رنگ سفید شیر در اثر پراکندگی نور منعکس‌شده به‌وسیله گلبول‌های چربی و ذرات کلوئیدی کازئین و فسفات کلسیم است. وجود کاروتن محلول در چربی ظاهری زرد به این محصول می‌دهد. شیری که چربی آن گرفته‌شده باشد رنگی متمایل به آبی خواهد داشت (میر شاهی ۱۳۸۱ و فرخنده ۱۳۵٦). حرارت دادن موجب تغییر رنگ شیر و متمایل به قهوه‌ای شدن آن می‌گردد (کریم ۱۳۹۲). از اکسیداسیون آنزیمی تیروزین به‌وسیله پزودوموناس فلورانس[1]نیز رنگ قهوه‌ای حاصل می‌شود (فریزیر ۱۹٦۷). میکروارگانیسم‌های پزودوموناس سینگانتا[2]نیز ایجاد رنگ آبی، فلاووباکتریوم ایجاد رنگ زرد، سراتیا در صورت رشد ایجاد رنگ قرمز و باکتریوم اریتروجنس به دنبال پروتئولیز ایجاد رنگ قرمز می‌کنند (فریزیر ۱۹٦۷)

بوی شیر: شیر دارای بوی بخصوصی نمی‌باشد ولی معمولاً در اثر تماس با ظروف و اماکن کثیف بوهای گوناگون جذب آن شده و بوی نامطبوع به خود می‌گیرد. از تجزیه لاکتوز به اسیدلاکتیک بوی ترشیدگی و در اثر تخمیر و ایجاد گازهای مختلف مانند آمونیاک، اندول، هیدروژن سولفوره و غیره بوی تهوع‌آور در شیر ایجاد می‌شود، عامل اصلی جذب بو در شیر، چربی آن است (فرخنده ۱۳۵٦و پایان ۱۳۸۷). حرارت طولانی‌مدت شیر ایجاد طعم پختگی در آن می‌نماید که برای تمام ذائقه‌ها مطلوب نیست.

مزه شیر: شیر دارای طعم و مزه دلپذیری بوده و قدری شیرین است، شیر هرگونه‌ی حیوانی، در هر ناحیه، دارای مزه بخصوصی است. حتی این مزه در اثر بعضی عملیات از قبیل پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون و غیره تغییر می‌کند (فرخنده ۱۳۵٦). در تورم پستانی به علت ازدیاد محسوس مقدار کرورها، مزه شیر کمی شور می‌گردد. تخمیر باکتریایی و کهنگی زیاد باعث ایجاد مزه ترش در شیر می‌گردد. اکسیداسیون چربی‌ها باعث ایجاد طعم روغن و هیدرولیز سیستین باعث ایجاد طعم ماهی در شیر می‌گردد. پاره‌ای از میکروب‌ها نیز با هیدرولیز پروتیدها و چربی‌ها موجب تلخی یا تندی شیر می‌گردند. ولی به‌طورکلی مزه شیر در اثر وجود لاکتوز کمی شیرین است (فرخنده ۱۳۵٦و فریزیر ۱۹٦۷). حرارت طولانی‌مدت شیر، به دلیل تغلیظ مواد آن، در طعم مؤثر است.

ارزیابی حسی و فیزیکی، روش‌هایی برای شناسایی، اندازه‌گیری و آنالیز ویژگی‌های چشایی، بویایی، بینایی ، لامسه (خواص ارگانولپتیک) توسط اندام‌های حسی ارزیاب‌ها، بافت و غلظت، می‌باشد (پایان ۱۳۸۷).

تاریخچه ارزیابی حسی

اینکه در چه مقطع زمانی، چگونه و با چه میزان فراوانی حواس چشایی و بویایی در رفتار انسان‌ها و سیر تاریخ در این امر تأثیر داشته به‌درستی روشن نیست.

دانشمند معروف آلمانی پروفسور نوربرت هنینگ[3] (۱۹۲٤) به موارد متعددی دراین‌ارتباط اشاره کرد: مصریان قدیم، ایرانیان، امپراتوران چین، روم قدیم به طعم، مزه و بوی مواد غذایی اهمیت فراوانی می‌دادند تا آنجا که در انجیل به مصرف مواد غذایی با عطروطعم مناسب اشاره زیادی شده است و در قرآن مجید درباره ویژگی‌های حسی مواد غذایی، حدود ۲۰۰ آیه وجود دارد (پایان، ۱۳۸۷). با پیشرفت تجارت، آزمون‌های حسی،

[1]pseudomonas florescens
[2]pseudomonas syngantha
[3]Norbert Henning

اندکی حالت رسمی‌تری پیدا کردند. خریدار، انتظار دارد قسمتی از کل آن چیزی که را که می‌خرد، به‌صورت ظاهری ببیند و نمونه‌ی کوچکی از آن را مورد ارزیابی قرار دهد. فروشنده نیز، قیمت اجناس را بر پایه‌ی ارزیابی کیفیت خوب اجناس می‌گذارد. در اوایل سال ۱۹۰۰ میلادی، با رشد صنعت مواد غذایی، آشامیدنی و لوازم‌آرایشی، درجه‌بندی توسط آزمایشگرها و مشاوران حرفه‌ای انجام گرفت. در بسیاری از منابع از اصطلاح ارگانولپتیک استفاده‌شده است که منظور از این اصطلاح، اندازه‌گیری فرضی خصوصیات عینی حسی است. در حقیقت، آزمایش‌ها اغلب به‌صورت ذهنی انجام می‌گرفت (با توجه به کمبود افراد آزمایشگر) رد پای تاریخ نشان می‌دهد که آزمایش‌ها حسی در زمان جنگ بر اساس یک روش معین بوده است، تا اینکه موردقبول نیروهای آمریکایی در آن دوران قرار گیرد (پنینگر ۱۹۷۹). دپارتمان گروه علوم صنایع غذایی در دانشگاه کالیفرنیا، نقش اصلی را در توسعه‌ی آزمایش‌ها حسی ایفا کرد، که نتایج حاصله در کتابی که توسط آمرین، پنگ بورن و رویسلر نوشته‌شده است به نگارش درآمد (آمرین و همکاران ۱۹٦٥).آزمایش‌های حسی می‌تواند تعیین‌کننده‌ی بسیار خوب قیمت کالا باشند. قیمت‌گذاری کالاها بر اساس آزمایش‌های حسی روش جایگزینی در سفارش‌ها کالاها و انتخاب بهینه‌ی آن‌ها ازنظر ارزش مالی است. استفاده از تکنیک های حسی در کنترل کیفیت، بهبود کیفیت محصولات را موجب شده است. این تکنیک ها نه‌تنها در تعیین خصوصیات و ارزیابی مواد غذایی و آشامیدنی کاربرد دارند، بلکه در سایر موارد از قبیل تولید محصولات بهداشتی، تشخیص بیماری‌ها، آزمایش‌های خالص شیمیایی و غیره نیز قابل‌استفاده هستند. اصلی‌ترین وظیفه‌ی آزمایش‌های حسی ارائه نتایج درست و قابل‌اعتماد است (آمرین و همکاران ۱۹٦٥). محققانِ تولیدات لبنی، زمان و تلاش زیادی را برای تشخیص عوامل شیمیایی تولیدکننده طعم مزه بد در شیر کرده‌اند و عوامل شیمیایی که طعم مزه خوب را تولید می‌کنند را شناسایی کرده‌اند. برخی از درجه‌بندی‌های کیفیت طعم و مزه شیر می‌تواند به نمک‌ها و لاکتوز شیر مربوط باشد. درک حسی شیر ارتباط مهمی با حس دهانی دارد، و اساس آن امولسیون گلبول‌های چربی در یک‌فاز پروتئین کلوئیدی آبکی است. اما ترکیبات فرار شیر اثر زیادی بر طعم و مزه آن دارند. دی متیل سولفید اولین ترکیب تولیدکننده‌ی عطر در شیر است که در سال ۱۹٥٦ شناسایی گردید. ازآن‌پس دوازده ماده‌ی تولیدکننده بو، از قبیل: آلدئیدها، کتون ها، الکل‌ها، اسیدهای چرب، لاکتون تا، استرها، ترکیبات گوگرددار، ترکیبات نیتروژن دار و هیدروکربن‌های معطر در شیر شناسایی گردید، اخیراً محققان ۸۰ نوع مختلف ماده فرار طبیعی در شیر خام شناسایی کرده‌اند. سطوح مختلف مواد فرار از گونه‌ای به‌گونه‌ای دیگر، بو و طعم مختلفی را در شیر از خود نشان می‌دهند. دی متیل سولفون، ۲۵ درصد ترکیبات فرار را به خود اختصاص می‌دهد (مارسیلی ۲۰۰۲). با توجه به ارائهٔ یک محصول جدید در اولین قضاوت، موفقیت فروش بستگی بسیار زیادی به خصوصیات ظاهری و ارگانولپتیک آن دارد، لذا ضرورت انجام آزمایش‌های مربوطه توسط گروه آموزش‌دیده آزمون‌های چشایی برای هر فرمولاسیون جدید از لوازم تولید و فروش موفق محصولات جدید غذایی است. با توجه به این‌که حرارت موجب تغییرات شیمیایی در ترکیبات شیر می‌شود لذا طعم، بو و رنگ را در دما و زمان‌های طولانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. مثلاً در حرارت‌های بالا طعم پختگی به دلیل باز شدن اتصالات گوگردی پروتئین‌های شیر اتفاق می‌افتد. با افزایش درجه حرارت فرآیند در مواد غذایی به حدود ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، واکنش میلارد سپس با تداوم حرارت دهی کاراملیزاسیون و بالاخره سوختگی ترکیبات به‌خصوص در کربوهیدرات‌ها را می‌توان شاهد بود که تولید مواد خطرناکی مانند اکریلامیدها را در مواد غذایی به دنبال خواهد داشت. . ولی در پاستوریزاسیون شیر که معمولاً از دمای زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت

زیر ۱۵ ثانیه، استفاده می‌شود، هیچ‌کدام از تأثیرات شدید مذکور اتفاق نمی‌افتد. بااین‌حال به دلیل استفاده از روش جدید القایی در پاستوریزاسیون شیر، می‌بایست تأثیرات روش بر خصوصیات شیر ازجمله خواص ارگانولپتیک بررسی‌شده و از سلامت شیر مطمئن گردید. لذا هدف از انجام این پروژه، بررسی تأثیر روش پاستوریزاسیون با انرژی القایی بر خصوصیات ارگانولپتیک، فیزیکی و مشتری‌پسندی و قدرت رقابت این روش جدید حرارتی با روش‌های معمول در موفقیت تجاری در بازار است.

مواد، وسایل و روش‌ها

طعم، مزه و بوی شیرهای فرایند شده با روش‌های کلاسیک و القائی با آزمایش بازارپسندی از طریق ارگانولپتیکی توسط افراد متخصص ملقب به ارزیابان چشایی[1] صورت گرفت. برای این کار از استاندارد "اصول کل ارزیابی حسی شیر و فرآورده‌های آن با روش نمره دهی" با شماره ٤٦٩١ استفاده شد.

مواد: از حدود ۲۰ لیتر شیر خام و ۲۰ لیتر شیر پاستوریزه معمولی کارخانه پگاه جهت آزمون‌ها استفاده شد.

تجهیزات و وسایل: از دستگاه مولد انرژی حرارت القایی مدل *TPI-B* ساخت شرکت هیتاچی، لوله‌های آزمایش، هم زن، قاشق، پاک‌کننده دهان، فنجان‌های نمونه‌برداری بهره‌برداری شد.

روش کار: پس از نمونه‌گیری، شیر خام توسط روش پاستوریزاسیون القائی با مشخصات – سطح اتکا برابر α_i ۱۲=$_1\alpha$، ۱۷=$_2\alpha$: α و ۲۳=$_3\alpha$ سانتیمتر)، قدرت الکترومغناطیس $j\beta$ ۱۰۰۰=$_2\beta$ ، ۳۵۰=$_1\beta$: β و ۱٦۰۰=$_3\beta$ وات، با درجه حرارت‌های $k£$: ۷۲= $£_1$ ، ۷۵= $£_2$ و ۸٤= $£_3$ درجه سانتی‌گراد)، در زمان‌های $l\gamma$: ۱۵= γ_1، ۲۰= γ_2 و ۳۰= γ_3 ثانیه) بر اساس ۳ تیمار منتخب (حق نظری و همکاران. ۱۳۹۳) حاصله از مرحله اول پروژه[2] γ_3*£_3*ß_3*α_3 و ۲ß *۳α*£۳*۳γ و ۳ß *۳α*£۳*۲γ و ۳ß *۳α*£۳*۱γ فرآوری گردید، پس از سرد شدن نمونه‌ها آزمایش فسفاتاز برای تعیین صحت پاستوریزاسیون انجام گرفت.

نتایج و بحث

آزمون ارگانولپتیک

بررسی خصوصیات حسی شیر پاستوریزه به دو روش *HTST* کارخانه و القائی

۱- رنگ شیر پاستوریزه شده با دو روش پاستوریزاسیون معمول کارخانه و القائی

امتیاز و انحراف معیار صفت رنگ در تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه توسط ۹ ارزیاب ماهر در جدول ۱ ارائه‌شده است. صفت رنگ در تیمار $_3\beta$ *£_3*γ_2* $_3\alpha$* نسبت به سایر تیمارها دارای ارجحیت بود و امتیاز بسیار مطلوب را به خود اختصاص داد، که علت اصلی آن زمان کوتاه پاستوریزاسیون بود. تیمارهای $_3\beta$ *$_3\alpha$*£_3*γ_2 و $_3\beta$ *$_3\alpha$*£_3*γ_2* $_3\beta$ دارای شرایط یکسانی بودند و تفاوت آن‌ها در میزان جریان الکترومغناطیس آن‌ها بود. امتیاز صفت رنگ در این تیمارها مطلوب بود و تفاوت معنی‌داری میان صفت رنگ این تیمارها و پاستوریزاسیون معمول کارخانه مشاهده نگردید ولی اختلاف آن‌ها با تیمار $_3\beta$ *$_3\alpha$*£_3*γ_2* $_3\beta$ در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید.

---

[1] - Taste panel

[2] - ۲ *i* α*۲۳ : α_i = قطر سطح اتکا، *(12=1α ،i =17=2α* و ۳=$£_3$ و ۸٤=$£_3$ سانتیمتر قطر)، *jß* = الکترومغناطیس ، *(350=1ß ،j =1000=2ß* وات)، *k£* = دما، *(72= 1£ ،k = 75= 2£* وات)، *l* = زمان، *(15= 1γ ،l = 20= 2γ* و ۳۰= γ_3 ثانیه)، شیر پاستوریزه شده در دستگاه مولد جریان القائی با شدت انتقال الکتریسیته ۱٦۰۰ وات با زمان نگهداری ۳۰ ثانیه، دمای ۸٤ درجه سانتیگراد و قطر سطح اتکا یا سطح انتقال حرارتی ۲۳ سانتیمتر پاستوریزه شد.

جدول ۱- امتیاز و انحراف معیار صفت رنگ در تیمارها ی منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه

Table1. Standard deviation scores and quality of Color in the treatment of induction and Classic treatment plant

Referees	*Score* γ_2 *£$_3$* ß$_3$α$_3$	*Score* γ_3*£$_3$* ß$_3$α$_3$	*Score* γ_3*£$_2$* ß$_3$*α$_3$	*Score* *Pas. Milk HTST*
1	*5±0.32*	*3.2±0.36*	*4±0.42*	*3.8±0.46*
2	*4.4±0.32*	*4±0.33*	*3.4±0.45*	*3±0.49*
3	*5±0.32*	*3.5±0.34*	*4±0.44*	*4±0.45*
4	*4.8±0.33*	*4±0.36*	*4.1±0.4*	*4.4±0.47*
5	*4.1±0.37*	*3.9±0.37*	*3.9±0.53*	*3.8±0.36*
6	*4.7±0.14*	*3.9±0.40*	*3±0.62*	*3.5±0.38*
7	*5±0.05*	*3±0.41*	*4.2±0.2*	*4±0.47*
8	*4.9±0.07*	*3.6±0.14*	*4±0.28*	*3.1±0.14*
9	*5±0.32*	*3.8±0.33*	*4.4±0.48*	*3.3±0.3*
Minimum	*4.1±0.05*	*3±0.14*	*3±0.2*	*3±0.14*
Maximum	*5±0.37*	*4±0.41*	*4.4±0.62*	*4.4±0.49*
Sum	*42.9±1.96*	*32.9±2.75*	*35±3.46*	*32.9±3.25*
In 95% significance	*4.8±0.24*^{b}	*3.7±0.34*^{a}	*3.8±0.43*^{a}	*3.7±0.40*^{a}

اندرو در سال ۱۹۸۷ گزارش کرد، پاستوریزاسیون بر صفت رنگ شیر مؤثر است ولی روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) و روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ٦٥ درجه سانتی‌گراد)، هیچ تغییری را در رنگ شیر نشان ندادند ولی جوشاندن شیر بیش از روش‌های دیگر پاستوریزاسیون سبب تغییر رنگ در شیر می‌شود و رنگ سفید شیر به رنگ کرم تمایل پیدا می‌کند (آندروس و همکاران ۱۹۸۷)، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، روش القائی بر تغییر رنگ اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند می‌باشد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

کلاره و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند، اثر پاستوریزاسیون با دو روش *UHT* و ماکرویو بر رنگ شیر در سطح ٥ درصد معنی‌دار بود و نشان دادند که میزان مطلوبیت رنگ شیر در روش ماکروویو بهتر از روش *UHT* بود (کلاره و همکاران ۲۰۰۵) ، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، روش القائی نسبت به دو روش *UHT* و ماکرویو ارجحیت داشته و بر تغییر رنگ شیر اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت تغییر رنگ در دو روش بالا، دمای بالا، حرارت مستقیم فرآیند نسبت به روش انرژی حرارت القایی می‌باشد.

گویلرمو و همکاران (۲۰۰٤)، بالای ۹۵ درصد تغییر رنگ شیر پاستوریزه را در فرآیند *UHT* مشاهده کردند، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، روش القائی نسبت به روش *UHT* ارجحیت دارد زیرا بر تغییر رنگ اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت تغییر رنگ در روش بالا، دمای بالا و حرارت مستقیم آن فرآیند است.

راس (۲۰۰۳) گزارش کرد، آثار منفی نوردهی پالسی بر رنگ بسیار محدود می‌باشد و پالگان و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند، اثر نوردهی پالسی بر رنگ شیر اثر معنی‌داری را نشان نداد (پالگان و همکاران. ۲۰۱۰)، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، روش القائی بر تغییر رنگ اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند است و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

۲- بوی شیر پاستوریزه با دو روش *HTST* کارخانه و القائی

امتیاز و انحراف معیار صفت بو در تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در جدول ۲ ارائه‌شده است. صفت بو در تیمار ۲ß *۲α*۲£۲*۲γ نسبت به سایر تیمارها دارای ارجحیت بود و امتیاز بسیار مطلوب را به خود اختصاص داد، که علت اصلی آن زمان کوتاه پاستوریزاسیون می‌تواند باشد. تیمارهای ۲ß *۲£۲*۲γ

α۲ و ۲γ£۳*α۲* ۲ß دارای شرایط یکسانی بودند و تفاوت آن‌ها در میزان جریان الکترومغناطیس آن‌ها بود. امتیاز صفت بو در تیمار ۲γ*£۳*α۲* ۲ß پایین‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داد که علت اصلی آن مدت‌زمان بالاتر نگهداری در دمای پاستوریزاسیون و امواج الکترومغناطیس بالاتر نسبت به تیمارهای دیگر بود و میزان صفت بو در تیمارهای ۲γ*£۳*α۲* ۲ßو شیر پاستوریزهٔ معمولی کارخانه در حد مطلوب نشان داده شد. اختلاف میان تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای ۲γ*£۳* ۲ß *α۲ و پاستوریزه معمول کارخانه مشاهده نگردید.

جدول ۲- امتیاز و انحراف معیار صفت بو در تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه

Table 2- Standard deviation scores and quality of Flavor in the treatment of induction and Classic treatment plant

Referees	*Score* α_3* ß$_3$*£$_3$*γ_2	*Score* α_3* ß$_3$*$_3$£*γ_3	*Score* α_3* ß$_2$*£$_3$*γ_3	*Score* *HTST Pas. Milk*
1	*4.9±0.50*	*3±0.49*	*4.5±0.24*	*4.3± 0.54*
2	*3.8±0.52*	*2.7±0.52*	*4±0.20*	*4±0.57*
3	*4±0.47*	*3.4±0.56*	*4.4±0.22*	*4.7±0.62*
4	*4.8±0.41*	*3.1±0.56*	*3.9±0.17*	*3.9±0.60*
5	*5±0.46*	*2.9±0.61*	*3.9±0.18*	*3.8±0.68*
6	*4.9±0.50*	*3.6±0.69*	*4±0.20*	*4±0.77*
7	*3.9±0.58*	*2.2±0.43*	*4.3±0.25*	*4.1±0.95*
8	*5±0.14*	*2.9±0.56*	*3.8±0.14*	*4.9±1.34*
9	*4.8±0.41*	*2.1±0.48*	*4±0.20*	*3±0.54*
Minimum	*3.8±0.14*	*2.1±0.43*	*3.8±0.25*	*3±0.54*
Maximum	*5±0.58*	*3.6±0.69*	*4.5±0.14*	*4.9±1.34*
Sum	*41.1±3.62*	*25.9±4.46*	*36.8±1.63*	*36.7±6.11*
In 99% significance	*4.6±0.45^c*	*2.87±0.55^a*	*4.08±0.20^b*	*4.07±0.76^b*

اندرو در سال ۱۹۸۷ گزارش کرد، پاستوریزاسیون بر صفت بو شیر مؤثر است. روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) در مقایسه با روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ٦٥ درجه سانتی‌گراد)، تغییر کمتری در بو ایجاد کرده است ولی جوشاندن شیر بیش از روش‌های دیگر پاستوریزاسیون سبب تغییر در بو می‌شود و سبب تولید بوی پختگی در شیر می‌شود (اندره و همکاران. ۱۹۸۷)، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۲، هیچ‌کدام از تیمارهای روش القائی (به‌استثناء تیمار ۲γ*£۳*α۲* ۲ß)، بر تغییر بوی شیر اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند است ولی تیمار ۲γ*£۳*α۲* ۲ß که سبب تغییر بو در شیر شده بود و علت اصلی آن زمان بالای نگهداری در دمای پاستوریزاسیون بود که با نتایج گزارش بالا مطابقت داشت.

کلاره و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، اثر پاستوریزاسیون توسط دو روش *UHT* و ماکروویو بر صفت بو معنی‌دار بود و نشان دادند که صفت بو درروش مایکروویو از مطلوبیت بیشتری نسبت به روش *UHT* برخوردار است (۱۲)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، تیمار۲γ*£۳*α۲* ۲ß القائی، سبب تغییر بو در شیر شده و علت اصلی آن زمان بالای نگهداری در دمای پاستوریزاسیون بود و در کل با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد ولی در کل تیمار های دیگر روش القائی هیچ گونه تغییری را در بوی شیر ایجاد نکردند و با گزارش بالا مغایرت دارد.

رینر و همکاران ۲۰۰۹ و والرو و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که علت ایجاد بوی پختگی در شیر فرآیند شده با روش*UHT* در اثر واکنش میلارد و لیپولیز است (رینر و همکاران ۲۰۰۹)، نتیجه تیمار ۲γ*£۳*α۲* ۲ß القائی، با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

رینر و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند، فرآیند اولتراسونیک باعث به وجود آمدن بوی نامطبوع در شیر می‌شود، در کل تیمارهای روش القائی به‌استثناء تیمار $\gamma_2 * £_3 * \alpha_3 * ß_3$ هیچگونه تغییری را در بوی شیر ایجاد نکردند بنابراین نسبت به روش اولتراسونیک (با شرایط اعمال‌شده رینر و همکاران) برتری دارد.

چولیارا و همکاران (۲۰۱۰)، اثر فرآیند اولتراسونیک را بر دو نوع شیر (خام و پاستوریزه) را بررسی کردند، این فرآیند بر بوی شیر خام و مطلوبیت بو در آن اثری نداشت.

جدول ۳- امتیاز و انحراف معیار صفت طعم و مزه در تیمارها ی منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه

Table 3- Score and standard deviation of taste attributes in the treatment of induction and Classic treatment

Referees	*Score* $\alpha_3 * ß_3 * £_3 * \gamma_2$	*Score* $\alpha_3 * ß_3 * £_3 * \gamma_3$	*Score* $\alpha_3 * ß_2 * £_3 * \gamma_3$	*Score* *HTST Pas. Milk*
1	*4.7±0.43*	*3.4±0.55*	*4.4±0.35*	*4.2±0.41*
2	*4.4±0.42*	*3±0.57*	*4±0.33*	*5±0.40*
3	*4.9±0.40*	*3.7±0.55*	*3.8±0.36*	*4.4±0.41*
4	*5±0.44*	*2.9±0.50*	*4.5±0.39*	*4.4±0.44*
5	*4.9±0.41*	*3.3±0.55*	*3.3±0.29*	*3.9±0.47*
6	*4.5±0.40*	*2.4±0.52*	*3.9±0.14*	*5±0.42*
7	*4.9±0.40*	*3±0.65*	*4.1±0.17*	*4.9±0.40*
8	*5±0.42*	*3.6±0.58*	*3.8±0*	*4.9±0.40*
9	*5±0.41*	*2±0.40*	*3.8±0.14*	*5±0.42*
Minimum	*4.4±0.4*	*2±0.4*	*3.3±0*	*3.9±0.4*
Maximum	*5±0.43*	*3.7±0.65*	*4.5±0.39*	*5±0.47*
Sum	*43.3±3.30*	*27.3±4.30*	*35.6±2.06*	*41.7±3.38*
In 99% significance	$4.81±0.42^{a}$	$3.03±0.53^{c}$	$3.95±0.25^{b}$	$4.63±0.42^{ab}$

اندرو (۱۹۸۷) گزارش کرد، پاستوریزاسیون بر صفت طعم و مزه مؤثر است. روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) موجب تغییر کمتری نسبت به روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ٦٥ درجه سانتی‌گراد) در طعم و مزه می‌شود. جوشاندن شیر بیش از روش‌های دیگر پاستوریزاسیون به آن طعم پختگی می‌دهد. طعم پختگی شیر را به علت افزایش سولفید هیدروژن، در اثر دناتوراسیون گروه‌های سولفیدریل می‌دانند (آندرو و همکاران ۱۹۸۷ بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، هیچکدام از تیمارهای روش القائی به‌استثناء تیمار $\gamma_2 * £_3 * \alpha_3 * ß_3$ بر تغییر طعم و مزه شیر اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند است. در کل روش انرژی حرارت القایی نسبت به روش حرارتی *HTST* و *LTLT* از نظر طعم و مزه رجحان دارد بنابراین با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد.

والرو و همکاران (۲۰۰۱)، شیر فرآیند شده با دو عملیات *UHT* و ماکرویو را باهم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که شیر فرآیند شده با روش ماکرویو نسبت به روش *UHT* دارای طعم کاراملی، کهنگی و چربی کمتری است. از طرفی طعم‌های معطر و مزه شیرین با طعم چربی و کهنگی دارای رابطه معکوس می‌باشند و علت ایجاد طعم نامطلوب در شیر فرآیند شده با *UHT* در اثر واکنش میلارد و لیپولیز می‌باشد (والرو و همکاران ۲۰۰۱). در محصولات لبنی یکی از واکنش‌های رایج که سبب کاهش ارزش غذایی شیر می‌شود واکنش میلارد است که در اثر تغییر در شکل باند پروتئین‌های محصول می‌باشد (مورالس و همکاران ۱۹۹۸).

دریک و همکاران (۲۰۰۶ و۲۰۰۳) گزارش کردند که پاستوریزاسیون در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد در ٤٥ دقیقه سبب ایجاد طعم پختگی و کاراملی در شیر می‌شود، ولی فرآیند فشار بالا، روی طعم شیر پاستوریزه و شیر فرآوری شده نمی‌گذارد. بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در دو روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد بنابراین کیفیت طعم آن با طعم شیر فرآیند شدهٔ فوق مغایرت دارد.

کلاره و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، طعم، مزه و بوی کهنگی و چربی توسط عملیات *UHT* به میزان کمتری نسبت به روش ماکروویو کاهش یافت، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد.

ویلامیل و همکاران (۱۹۹٦) گزارش کردند، پاستوریزاسیون شیر با جریان آرام با روش ماکروویو، ازنظر طعم و مزه بسیار مطلوب و رضایت‌بخش است و هیچ آسیب حرارتی به آن وارد نمی‌شود، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی نیز هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

والرو و همکاران (شیر را با روش ماکروویو در دو وضعیت (۱۵ ثانیه= درجه سانتی‌گراد$_{۸۰}D$) و (۱۵ ثانیه= درجه سانتی‌گراد$_{۹۲}D$) پاستوریزه کردند. شیر در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد دارای امتیاز بالاتری از نظر طعم و مزه بود (۲۳)، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

سوایسگود و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که روش *UHT* سبب ایجاد طعم پختگی در شیر می‌شود. به‌این‌علت که سبب تغییر در سولفیدریل[1] و دی سولفید پروتئین شیر می‌گردد و میزان مشتری‌پسندی شیر را بسیار پایین می‌آورد. با استفاده از آنزیم تثبیت‌شده سولفیدریل اکسیداز[2] و با کاهش تیول بهبودی در طعم، بعد از اکسیداسیون آنزیماتیک[3] دیده شد. میزان سولفیدریل در شیر فرآیند شده با عملیات ماکروویو نسبت به عملیات *UHT* و پاستوریزاسیون معمولی پس از اکسیداسیون آنزیماتیک، بیشتر است ، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد (سوایسگود و همکاران. ۱۹۸۷).

کانتارینی و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که اکسیداسیون لیپید در فرآیند *UHT* که سبب طعم و مزه اکسیده یا زنگ‌زده می‌شود در اثر تشکیل آلدئیدها و کتون های در شیر می‌باشد ، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد.

چمپین و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که اولترا پاستوریزاسیون سبب طعم پختگی بسیار زیاد در شیر خواهد شد ، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد.

بلیک و همکاران (۱۹۹۵)، اثر تزریق مستقیم بخار در دمای بین ۱۰۰ تا ۱٤۰ درجه سانتی‌گراد در ٤ تا ۱۲ ثانیه را گزارش کردند. افراد آزمونگر طعم پختگی و طعم و مزه بدی را بیان کردند و هیچ تفاوتی بین طعم شیر فرآوری شده در دمای ۱۳۲ و ۱٤۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نگردید. بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد.

چولیارا و همکاران (۲۰۱۰)، اثر فرآیند اولتراسونیک را بر طعم و مزه دو نوع شیر (خام و پاستوریزه) بررسی کردند، این فرآیند بر طعم و مزه شیر خام اثری نداشت و مطلوبیت طعم و مزه در آن در حد عالی گزارش گردید و

[1]Sulphydryl

[2]Immobilized sulphyfryl oxidase

[3]Enzymatic oxidation

در شیر پاستوریزه مطلوبیت طعم و مزه در حد متوسط گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

راس در سال ۲۰۰۳ گزارش کرد، آثار منفی نوردهی پالسی بر طعم بسیار محدود می‌باشد و پالگان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، اثر نوردهی پالسی بر طعم و مزه شیر در سطح ۱درصد معنی‌دار ولی در حد مطلوب گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

٤- بافت شیر پاستوریزه به دو روش *HTST* کارخانه و القائی

امتیاز و انحراف معیار صفت بافت تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در جدول ٤ ارائه‌شده است. امتیاز صفت بافت در همه‌ی تیمارهای القائی و تیمار معمولی در حد مطلوب بود و هیچ تفاوت معنی‌داری در میان تیمارها مشاهده نشد.

اندرو و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند، اثر روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) و روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ٦٥ درجه سانتی‌گراد) بر بافت شیر هیچ تغییری ایجاد نکرد ، بر اساس نتایج فوق در جدول ٤، در روش القائی نیز هیچ تغییری در بافت شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

جدول ۴- امتیاز و انحراف معیار صفت بافت در تیمارها ی منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه

Table 4- Score and standard deviation of Tissue trait in the treatment of induction and Classic treatment plant

Referees	*Score* α_3* $ß_3$*$_3$£*γ_2	*Score* α_3* $ß_3$*$_3$£*γ_3	*Score* α_3* $ß_2$*$_3$£*γ_3	*Score Pas. Milk HTST*
1	*4.6±0.20*	*4.1±0.25*	*4±0.23*	*4.3±0.23*
2	*4.4±0.22*	*4±0.27*	*4.3±0.21*	*4.9±0.21*
3	*4±0.20*	*4±0.27*	*3.9±0.22*	*2.9±0.22*
4	*3.9±0.20*	*3.4±0.20*	*3.4±0.23*	*3.8±0.23*
5	*3.9±0.22*	*3.9±0.32*	*3.2±0.22*	*4.2±0.22*
6	*4.4±0.22*	*4±0.22*	*4.7±0.22*	*4.7±0.22*
7	*4.8±0.27*	*4.4±0.29*	*3.4±0.29*	*4.4±0.29*
8	*3.8±0.23*	*4±0.25*	*4±0.25*	*4.9±0.25*
9	*3.9±0.22*	*3.9±0.22*	*4.7±0.25*	*3.7±0.25*
Minimum	*3.8±0.2*	*3.4±0.22*	*3.2±0.21*	*2.9±0.21*
Maximum	*4.8±0.27*	*4.4±0.32*	*4.7±0.29*	*4.9±0.29*
Sum	*37.7±1.98*	*35.7±1.91*	*35.6±2.12*	*37.8±2.12*
In 99%	*4.2±0.22*	*3.9±0.23*	*4±0.24*	*4.2±0.23*
significance	NS	NS	NS	NS

٥- قوام و غلظت شیر پاستوریزه به دو روش *HTST* کارخانه و القائی

امتیاز و انحراف معیار صفت قوام و غلظت تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در جدول ٥ ارائه‌شده است. همه تیمارها به‌استثناء تیمار γ_2*£$_3$* $ß_3$ *α_3 که امتیاز مطلوب را به خود اختصاص داده، دارای امتیاز بی‌تفاوت بودند که علت اصلی آن را می‌توان دمای بالا، زمان نگهداری زیاد در دمای پاستوریزاسیون آن‌ها بیان کرد و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری میان این تیمارها نبود ولی اختلاف آن‌ها با تیمار γ_2*£$_3$*α_3* $ß_3$ در سطح ٥ درصد معنی‌دار بود. کلاره (۲۰۰۵) گزارش کرد، روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) و روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ٦٥ درجه سانتی‌گراد) هیچ تغییری در صفت قوام و غلظت شیر به وجود نمی‌آورد ، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ٥، درروش القائی تمام تیمارها به‌غیراز تیمار γ_2*£$_3$* $ß_3$

*α۲ سبب تغییر در صفت قوام و غلظت شده بودند و با نتایج گزارش بالا مغایرت دارد

جدول ۵- امتیاز و انحراف معیار صفت قوام و غلظت در تیمارها ی منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه

Table 5- Score and standard deviation of Consistency trait in the treatment of induction and Classic treatment plant

Referees	*Score* α_3* ß$_3$*$_3$£*γ_2	*Score* α_3* ß$_3$*£$_3$*γ_3	*Score* α_3* ß$_2$*$_3$£*γ_3	*Score Pas. Milk HTST*
1	*3.9±0.42*	*3.3±0.38*	*3±0.32*	*3.1±0.30*
2	*3.9±0.30*	*3±0.40*	*2.3±0.30*	*3±0.32*
3	*4±0.53*	*3.9±0.40*	*3.3±0.30*	*3.7±0.32*
4	*4.4±0.53*	*2.8±0.34*	*3.1±0.34*	*3.3±0.31*
5	*3.3±0.48*	*3±0.33*	*3±0.33*	*3.8±0.31*
6	*3.4±0.28*	*2.9±0.36*	*2.9±0.31*	*3.2±0.39*
7	*4±0.50*	*3.7±0.35*	*3.1±0.34*	*2.9±0.31*
8	*4.2±0.44*	*3±0.38*	*3±0.30*	*2.9±0.30*
9	*4.6±0.42*	*3.4±0.40*	*3.3±0.33*	*3±0.31*
Minimum	*3.3±0.28*	*2.8±0.28*	*2.3±0.3*	*2.9±0.3*
Maximum	*4.6±0.54*	*3.9±0.42*	*3.3±0.34*	*3.8±0.39*
Sum	*35.7±3.52*	*29±2.92*	*27±2.87*	*28.9±2.87*
In 95% significance	*3.96±0.44* ^{a}	*3.22±0.36*^{ab}	*3±0.32*^{b}	*3.21±0.31*^{ab}

۶- رضایت‌مندی مشتری از شیر پاستوریزه با دو روش *HTST* کارخانه و القائی

امتیاز و انحراف معیار صفت رضایت‌مندی مشتری تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در جدول ٦ ارائه‌شده است. صفت رضایت‌مندی مشتری در تیمار ٢٪*£٣*α٣* ß٣ نسبت به سایر تیمارها دارای ارجحیت بود و امتیاز بسیار مطلوب را به خود اختصاص داد، که علت اصلی آن زمان کوتاه پاستوریزاسیون بود. صفت رضایت‌مندی مشتری در تیمار ٢٪*£٣*α٣* ß٣ پایین‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داد و در حد بی‌تفاوت بود. علت اصلی آن مدت‌زمان بالاتر نگهداری در دمای پاستوریزاسیون و امواج الکترومغناطیس بالاتر نسبت به تیمارهای دیگر بود. و میزان صفت طعم و مزه در تیمار ٢٪*£٣*α٣* ß٢ و پاستوریزه معمول کارخانه در حد مطلوب نشان داده شد. اختلاف میان تیمارها در سطح ١ درصد معنی‌دار بود.

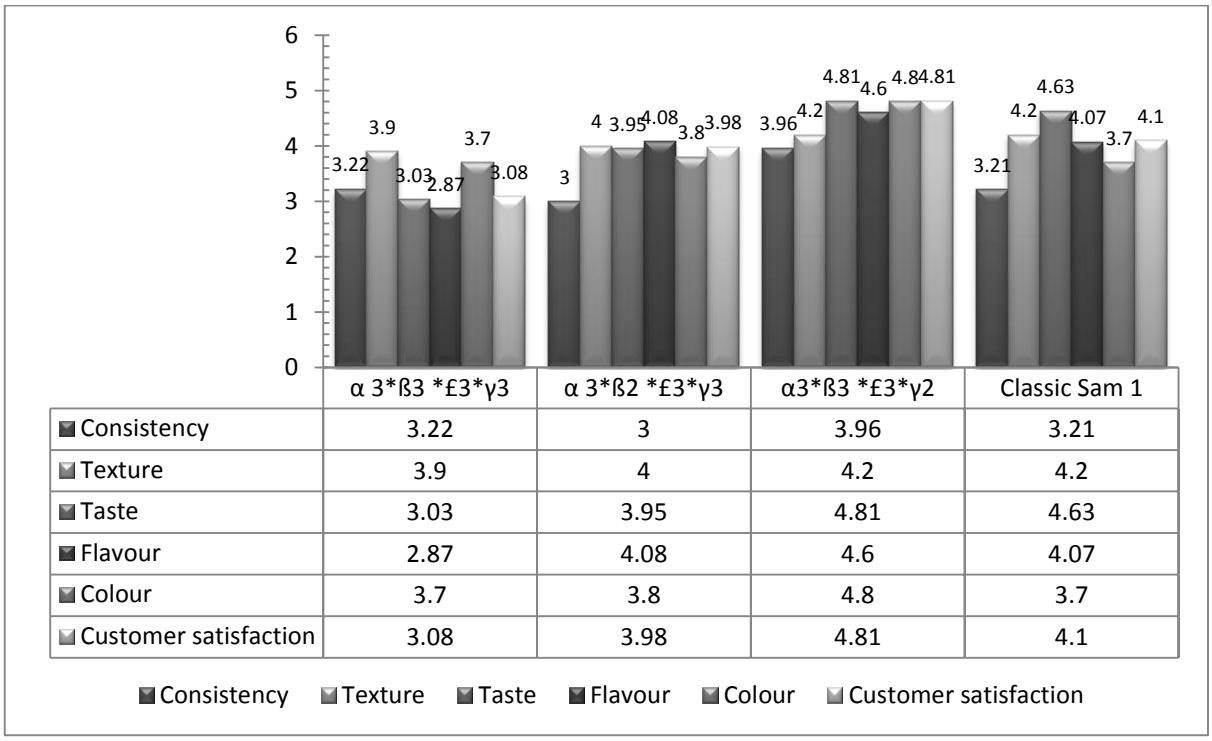
بالگان و همکاران (٢٠١٠) گزارش کردند، اثر نوردهی پالسی بر مشتری‌پسندی شیر در سطح ٥ درصد معنی‌دار بود و در حد مطلوب گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ٦، در روش القائی تمام تیمارها به‌غیراز تیمار ٢٪*£٣*α٣* ß٢ دارای امتیاز مشتری‌پسندی در حد مطلوب بودند که با نتایج گزارش بالا، مطابقت دارد.

جدول ۶- امتیاز و انحراف معیار صفت میزان رضایت مشتری در تیمارهای منتخب القایی و تیمار معمول کارخانه

Table 6- Score and standard deviation of Customer satisfaction in selected induction treatment and Classic treatments

Referee No	γ_3*£$_3$*ß$_2$ *α_3	γ_3*£$_3$* ß$_3$*α_3	γ_2*£$_3$* ß$_3$*α_3	Classic Past. Milk
1	*4.3±0.41*	*4.7±0.44*	*3.2±0.28*	*4.9±0.20*
2	*4.1±0.34*	*4.4±0.37*	*2.9±0.31*	*5±0.22*
3	*4±0.31*	*4±0.34*	*3±0.30*	*4.7±0.22*
4	*4.4±0.31*	*3.4±0.36*	*3±0.31*	*4.8±0.24*
5	*4.3±0.34*	*4±0.34*	*3.4±0.28*	*5±0.22*
6	*4.6±0.30*	*4.2±0.34*	*3.3±0.28*	*4.9±0.27*
7	*3.7±0.35*	*3.9±0.38*	*3.1±0.30*	*4.6±0.20*
8	*4.1±0.31*	*4±0.37*	*2.5±0.29*	*5±0.24*
9	*4.3±0.44*	*3.3±0.49*	*3.4±0.30*	*4.4±0.22*
Minimum	*3.4±0.3*	*3.3±0.34*	*2.5±0.28*	*4.4±0.2*
Maximum	*4.6±0.44*	*4.7±0.49*	*3.4±0.31*	*5±0.27*
Sum	*36.9±3.11*	*35.9±3.12*	*27.8±2.65*	*43.3±2.03*
In 99% significance	*3.98± 0.39^b*	*3.08± 0.29^c*	*4.81±0.22^a*	*4.1±0.34^b*

امتیاز و مطلوبیت صفات حسی تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در شکل ۱ ارائه‌شده است. تیمار γ_2*£$_3$*α_3* ß$_3$ به علت دارا بودن بالاترین میزان مطلوبیت در تمام صفات حسی نسبت به تیمارهای شاهد و γ_2*£$_3$*α_3* ß$_3$ و γ_3*£$_3$*α_3* ß$_3$ انتخاب شد و سه تیمار آخر حذف گردیدند.

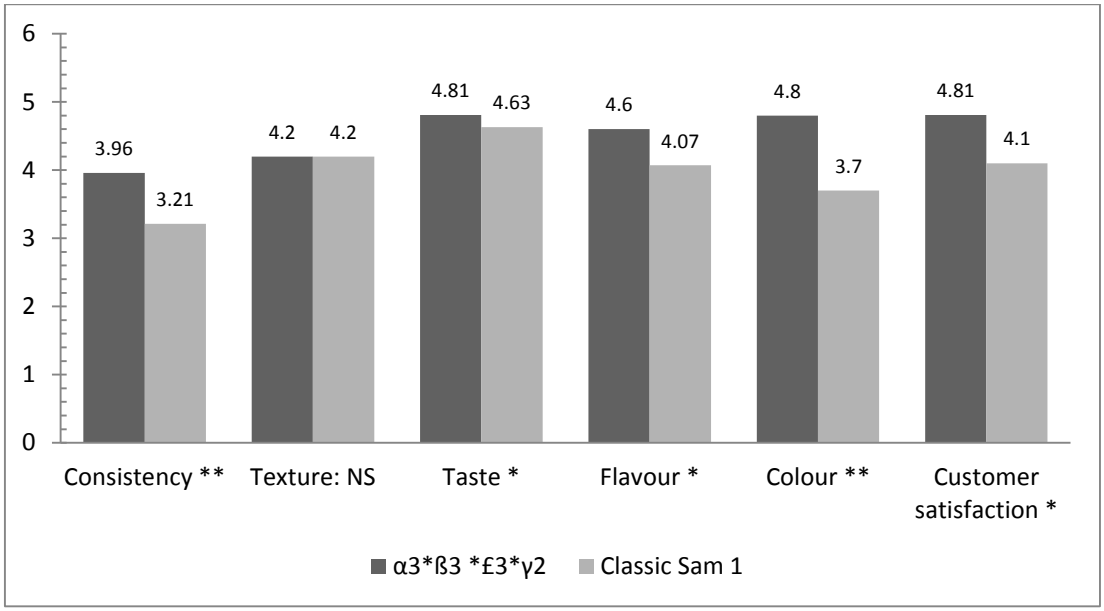


	α 3*ß3 *£3*γ3	α 3*ß2 *£3*γ3	α3*ß3 *£3*γ2	Classic Sam 1
Consistency	3.22	3	3.96	3.21
Texture	3.9	4	4.2	4.2
Taste	3.03	3.95	4.81	4.63
Flavour	2.87	4.08	4.6	4.07
Colour	3.7	3.8	4.8	3.7
Customer satisfaction	3.08	3.98	4.81	4.1

شکل ۱- مقایسه مطلوبیت خصوصیات حسی تیمار های القائی و تیمار معمول کارخانه

Figure 1- Comparison of the desirability of sensory characteristics of induction treatments and typical plant samples

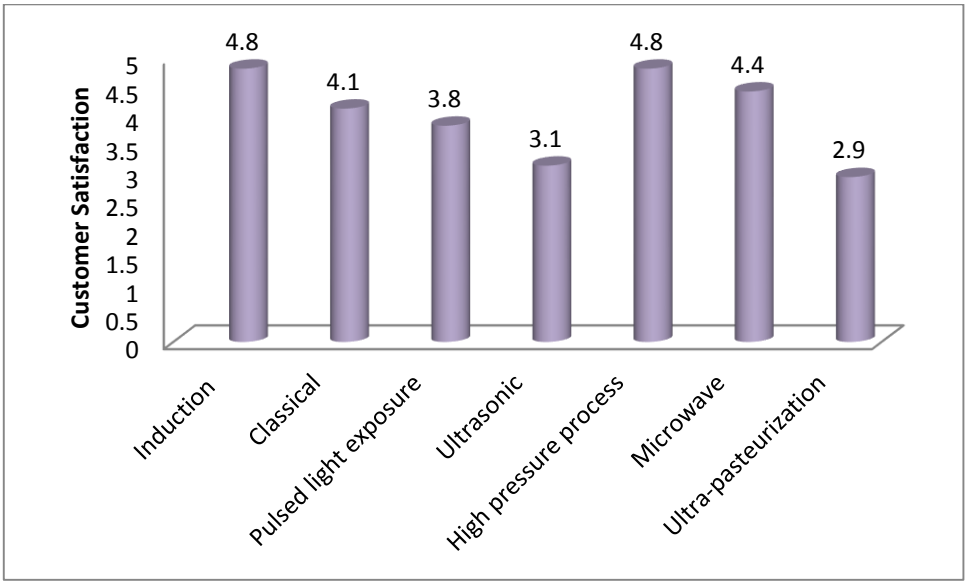
بنـابراین میـزان مطلوبیـت خصوصـیات حسـی تیمـار ۳ß *۳α*£۳*γ۲ در کل از تیمـار معمـول کارخانـه بیشـتر بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه مطلوبیت خصوصیات حسی تیمار *1600*84*20* و تیمار کلاسیک

Figure 2- Comparison of the desirability of sensory characteristics of 1600 * 84 * 1600 and classical treatment

هیچ اختلاف معنی‌داری میان خصوصیات بافت و طعـم و مـزه مشـاهده نگردیـد، ، ولـی بـین خصوصـیات قـوام و غلظت، بو و میزان مشتری‌پسـندی در دو تیمـار اخـتلاف معنـی‌داری در سـطح ۵ درصـد و بـرای صـفت رنـگ در سطح ۱ درصد مشاهده گردید. همچنین بـه‌طور خلاصـه میـزان مشتری‌پسـندی شـیرهای پاسـتوریزه شـده بـا روش‌های مختلـف در مقایسـه بـا روش انـرژی حـرارت القایی در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳- مقایسه میزان مشتری پسندی شیرهای پاستوریزه شده با روش‌های محتلف

Figure 3- Comparison of customer-friendly pasteurized milk with different methods

نتیجه‌گیری کلی

به دلیل استفاده از روش جدید القایی در پاستوریزاسیون شیر، می‌بایست تأثیرات روش بر خصوصیات شیر ازجمله خواص ارگانولپتیک بررسی‌شده و از سلامت شیر مطمئن گردید. لذا هدف از انجام این پروژه، بررسی تأثیر روش پاستوریزاسیون با انرژی القایی بر خصوصیات ارگانولپتیک، مشتری‌پسندی و قدرت رقابت این روش جدید حرارتی با روش‌های معمول است. **لذا** نتیجه کلی این است که روش القائی پاستوریزاسیون نسبت به روش HTST معمول در کارخانه از نظر ایجاد خصوصیات مطلوب حسی از ارجحیت برخوردار بوده و جایگزین بسیار خوبی برای روش معمول کارخانه در شرایط مساوی دیگر می‌باشد.

سپاسگزاری

به این وسیله از مسئولین محترم وزارت صنعت و معدن و تجارت (کارفرمای طرح فلگ شیپ پاستوریزاسیون القایی شیر)، شرکت شیر پگاه زنجان (فراهم‌کننده عملی آزمون‌های ارگانولپتیک با در اختیار گذاشتن گروه متخصص آزمون چشایی) و آقای مهندس جواد درگاهی مسئول محترم آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشگاه زنجان که در انجام این پروژه نهایت همکاری را با مجری پروژه داشته‌اند، بسیار سپاسگزارم.

منابع مورد استفاده

کریم گ، ۱۳۹٦. بهداشت و فناوری شیر. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم. شابک *978-9640357231*.

پایان ر، ۱۳۸۷. مبانی کنترل کیفیت در صنایع غذایی. ویرایش چهارم. شابک: ۹۷۸۹٦٤۹۷۰۱۳۱۸.

حق نظری س. عظیمی م. درگاهی ج. ۱۳۹۳. پاستوریزاسیون شیر به روش القایی و تأثیر آن بر کیفیت میکروبیولوژیکی شیر. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. دانشگاه تبریز. جلد ٢٤- شماره ٤.

رکنی ن. ۱۳۹۵. اصول بهداشت مواد غذایی ، انتشارات دانشگاه تهران. شابک: ۹۷۸-۹٦٤-۰۳-۳۷۵۵-٤.

میر شاهی م. ۱۳۸۱. نگاهی کاربردی به صنعت شیر، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، شابک: ۹۷۸۹٦٤۹٤۳۸۷۸۸.

Amerine MA, Pangborn RM and Roessler EB, 1965. Principles of Sensory Evaluation of food. Academic Press, New York, 602 pp.

Andrews G R and Prasad SK, 1987. Effect of the protein citrate and phosphate content of milk on formation of lactulose during heat treatment. J of dairy research (54) pp. 207-214.

Blake M R, Weimer, BC, McMahon DJ, Savello PA, 1995. Sensory and Microbial Quality of Milk Processed for Extended Shelf Life by Direct Steam Injection, Journal of Food Protection, Volume 58, pp. 1007-1013(7)

Champan KW and Boor KJ, 2001. Acceptance of 2% ultra-pasteurized milk by consumers, 6-11 years old. J. Dairy Sci., 84: 951-954.

Chouliara E, Georgogianni KG, Kanellopoulou N, Kontominas MG, 2010. Effect of ultrasonication on microbiological, chemical and sensory properties of raw, thermized and pasteurized milk. International Dairy Journal. 20: 307-313.

Chouliara E, Georgogianni KG, Kanellopoulou N, Kontominas MG, 2010. Effect of ultrasonication on microbiological, chemical and sensory properties of raw, thermized and pasteurized milk. International Dairy Journal. 20: 307-313.

Clare, DA, Beng WS, Cartwright G, Darke MA, Coronel P and Simunovic J, 2005. Comparison of sensory, microbiological and biochemical parameters of microwave versus indirect UHT fluid skim milk during storage. J. Dairy Sci., 88: 4172-4182.

Clark S, Costello M, Bodyfelt F, Drake M, 2005. The Sensory Evaluation of Dairy Products. Springer, AP - Technology & Engineering - 592 pages.

Contarini G, Povolo M, Leardi R, and Topino PM, 1997. Influence of heat treatment on the volatile compounds of milk. J. Agric. Food Chem. 45:3171–3177.

Drake M, Harrison S, Asplund M, Barbosa-Canovas, G. and Swanson B, 2006. High Pressure Treatment of Milk and Effects on Microbiological and Sensory Quality of Cheddar Cheese. Journal of Food Science, 62: 843–860. doi: 10.1111/j.1365-2621.1997.tb15468.x

Drake MA, Karagul-Yuceer Y, Cadwallader KR, Civille GV, and Tong PS, 2003. Determination of the sensory attributes of dried milk powders and dairy ingredients. J. Sens. Stud. 18:199–216.

Frazier WC, 1978. Food microbiology. Tata MacGraw Hill, 1981, New York. ISBN 10: 0070219176 ISBN 13: 9780070219175

Marsili, R., 2002, "Flavoures and off-flavours in Dairy foods", Dean Foods Technical Center, Rockford, IL, USA, Elsevier Science Ltd.

Morales FJ & Jime´nez-Pe´ rez S. 1998. Monitoring of heat induced proteolysis in milk and milk-resembling systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 4391–4397.

Palgan I, IM, Caminiti, A, Muñoz F, Noci P, Whyte DJ, Morgan DA, Cronin JG. 2010. Effectiveness of High Intensity Light Pulses (HILP) treatments for the control of Escherichia coli and Listeria innocua in apple juice, orange juice and milk. J. Food Microbiology. 28: 14-20.

Penninger HB, 1979. Methods of quality control in brewing. Schweizer Brauerei-Rundschau 90, 121.

Riener J, Noci F, Cronin, D. A., Morgan, D. J., & Lyng, I. G. (2009). Characterization of volatile compounds generated in milk by high intensity ultrasound. International Dairy Journal, 19, 269–272.

Ross AIV, Griffiths MW, Mittal S, Deeth HC, 2003. Combining nonthermal echnologies to control foodborne microorganisms. International Journal of Food Microbiology 89, 125e138.

Swaisgood HE, VG. Janolino, and P. J. Skudder., 1987. Continuous treatment of ultrahigh temperature sterilized milk using immobilized sulfhydryl oxidase. Methods Enzymol. 136:423–431.

Valero E, Villameil M, Sanz J, Martinez-Castro I, 2001. Chemical and sensorial changes in milk pasteurizad by microwave and convencional system during cold storage. J. Food Chemistry. 70: 77-81.

Valero E, Villamiel M, Miralles B., Sanz J., and Martinez-Castro I, 2001. Changes in flavour and volatile components during storage of whole and skimmed milk. Food Chem. 72:51–58.

Villamiel M, Lopez-Fandino R, Corzo N, Martı´nez-Castro I, and Olano A, 1996b. Effects of continuous-flow microwave treatment on chemical and microbiological characteristics of milk. Handbook of Food Analysis, 2nd Ed. 3 Vols [Marcel Dekker Inc].

Pasteurizing the milk with the induction heating energy and evaluating its organoleptic properties

S Hagh Nazari [1*], M Eskandar Nasab[1], S Moradi[2] and M Memarian[3]

Received: December 23, 2017 Accepted: February 19, 2018
[1]Assistant Professor and Associate Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[2]MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[3]Assistant Professor (retired), Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[*]Corresponding author: Email: haghnazari.simin@znu.ac.ir

Introduction: Heating of milk for the purpose of removing the bacterial pathogens should be done for the shortest time, and sufficient pasteurization must be ensured. The limitation of the classical methods of pasteurization is due to the high sensitivity of the milk to coagulation by the application of high temperature, which sometimes prevents the proper process and causes problems such as milk clotting and the formation of non-washable layers (milk stones) on the interior surface of the pasteurization tubes. These layers prevent the sufficient heat transfer and the adequacy of the pasteurization of the next inlet milk, and as a result, the mentioned milk contains high levels of microbial contamination that will be hazardous to consumers. Therefore, the aim is to find a suitable pasteurization method that does not have the above-mentioned disadvantages and also the milk obtained from the pasteurization process will have a higher quality. Therefore, in this research, the inductive electromagnetic flow heat was used for pasteurization of the milk. In this method, the milk container acts as the second coil of the electromagnetic current (transformer) and allows direct flow of electricity in the milk. In the preparatory steps of the project (stages 1 to 3), whose results are not mentioned in this article, milk pasteurized was done by induction heating in an attempt to modify, revise, and refine the usual classical process. In order to obtain the best conditions for milk pasteurization by the induction method, the effect of four different factors were investigated, namely three diameters of the test vessel (23, 17 and 12 cm), three electrical conductivities (350, 1000 and 1600 watts), three temperatures (72, 75 And 84 ° C), three storage periods at pasteurization stage (15, 20 and 30 seconds) and three replications; Where 243 samples were selected in a completely randomized factorial experiment design. And the tested samples were categorized based on 1) the lowest percentage of residual microbial load, 2) the minimum time spent for pasteurization, and (3) the least Energy consumption for pasteurization.
Material and methods: Three selected samples in the third stage of the previous project were prepared using the standard method in this study with the correct mixing at a certain temperature and used for the organoleptic test by the taste Group during the following steps. 1) Selection of 10 panelists. 2) Explaining the method and providing relevant questionnaires; 3) Checking and assuring the qualification of the panelists for evaluation (no smoking, medication, etc.); 4) explaining the evaluation method to the testers. Then, the physical and organoleptic characteristics of the produced samples were determined by the panelist group using a grading method based on the color, aroma, taste, texture, consistency and concentration of the samples.
Results and discussion: In the samples pasteurized using the induction pasteurization method with 1600 W power transmission intensity, 30 seconds holding time, temperature of 84 ° C and 23 cm cross section of the container, desirable organoleptic and physical properties were obtained compared to the other samples and the control (pasteurized under conventional conditions). So, there was a significant difference between consistency, concentration, and aroma and customer

satisfaction in two treatments at the level of 5% confidence and for the color attribute at 1% level due to the high speed of heat transfer in milk.
Conclusion: The induction method of pasteurization is superior to the HTST method in favor of the production of desirable organoleptic properties, and is a very good substitute for the classic method of the factory under the same conditions.

Key words: Pasteurization, Dairy, Induction heating, Milk health, Microbiology