



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

سیمین حق نظری^{۱*}، مراد پاشا اسکندری نسب^۱، سپهر مرادی^۲ و مصطفی معاریان^۳

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

^۱ به ترتیب استادیار و دانشیار گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه زنجان

^۳ استادیار بازنشسته گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبه: Email: haghazari.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 لایه ها 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 به عنوان کویل دوم جریان الکترومغناطیسی (ترانسفورمر) عمل کرده و عبور جریان مستقیم الکتریسیته را در شیر ممکن می سازد. **روش کار:** در مراحل مقدماتی (اول تا سوم) پروژه که نتایج آن در این مقاله نیامده است، پاستوریزاسیون شیر به روش القایی با هدف اصلاح، بازنگری و بهسازی فرآیند معمول 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:** ویژگی های مطلوب ارگانولپتیک و فیزیکی در بین نمونه های 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 سانتی گراد و سطح اتکای ۲۳ سانتیمتر در مقایسه با نمونه های دیگر و شاهد (پاستوریزاسیون در شرایط معمول) به عنوان نمونه برگزیده از نظر خصوصیات قوام و غلظت، بو و میزان مشتری پسنندی در سطح معنی داری ۵ درصد و برای صفت رنگ در سطح ۱ درصد به دست آمد. **نتیجه گیری نهایی:** روش القایی پاستوریزاسیون نسبت به روش HTST کارخانه از نظر 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 خصوصیات 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 منعکس شده به وسیله 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 گرفته شده باشد رنگی متمایل به آبی خواهد داشت (میر شاهی ۱۳۸۱ و فرخنده ۱۳۵۶). حرارت دادن موجب تغییر رنگ شیر و متمایل به قهوه‌ای شدن آن می‌گردد (کریم ۱۳۹۲). از اکسیداسیون آنزیمی تیروزین به وسیله پزودوموناس فلورانس نیز رنگ قهوه‌ای حاصل می‌شود (فریزیر ۱۹۶۷). میکروارگانیسم‌های پزودوموناس سینگانتا 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 ۱۹۶۷) 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 سولفور و غیره بوی تهوع‌آور در شیر ایجاد می‌شود، عامل اصلی جذب بو در شیر، چربی آن است (فرخنده ۱۳۵۶ و پایان ۱۳۸۷). حرارت طولانی مدت 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 ۱۳۵۶). 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 پروتئیدها و چربی‌ها موجب تلخی یا تندی شیر می‌گردند. ولی به‌طور کلی مزه شیر در اثر وجود لاکتوز کمی شیرین است (فرخنده ۱۳۵۶ و فریزیر ۱۹۶۷). حرارت طولانی مدت 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 پروفیسور نوربرت هنینگ^۳ (۱۹۲۴) به موارد متعددی در این ارتباط 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 عطر و طعم 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،

^۱pseudomonas fluorescens^۲pseudomonas syngantha^۳Norbert Henning

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 کلئیدی 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 ۱۹۵۶ شناسایی گردید. از آن‌پس دوازده ماده‌ی تولیدکننده بو، از قبیل: آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، اسیدهای چرب، لاکتون‌ها، استرها، ترکیبات گوگردار، 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 به گونه‌ای 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 ارائه‌ی 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 آموزش‌دیده‌ی 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

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 لوازم‌آرایی، درجه‌بندی توسط آزمایشگرها و مشاوران حرفه‌ای انجام گرفت. در بسیاری از منابع از اصطلاح ارگانولپتیک استفاده شده 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 نوشته شده است به نگارش درآمد (آمرین و همکاران ۱۹۶۵). آزمایش‌های حسی می‌تواند تعیین‌کننده‌ی بسیار خوب قیمت کالا باشند. قیمت‌گذاری کالاها بر اساس آزمایش‌های حسی روش جایگزینی در سفارش‌ها کالاها و انتخاب بهینه‌ی آن‌ها از نظر ارزش مالی است. استفاده از تکنیک‌های حسی در کنترل کیفیت، بهبود کیفیت محصولات را موجب شده است. این تکنیک‌ها نه تنها 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 ۱۹۶۵). محققان 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

$۲\beta * ۳\alpha * £۳ * \gamma ۳$ و $۲\beta * ۳\alpha * £۳ * \gamma ۳$ و $۳\beta * £۳ * \gamma ۲$ و $۳\beta * ۳\alpha * £۳ * \gamma ۳$ 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 ارائه شده است. صفت رنگ در تیمار $۲\beta * £۳ * \gamma ۲$ و $۳\beta * ۳\alpha * £۳ * \gamma ۳$ 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 $۲\beta * £۳ * \gamma ۲$ و $۳\beta * ۳\alpha * £۳ * \gamma ۳$ 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 $۲\beta * £۳ * \gamma ۲$ در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید.

زیر ۱۵ ثانیه، استفاده می‌شود، هیچ‌کدام از تأثیرات شدید مذکور اتفاق نمی‌افتد. با این حال به دلیل استفاده از روش جدید القایی در پاستوریزاسیون شیر، می‌بایست تأثیرات روش بر خصوصیات شیر از جمله خواص ارگانولپتیک بررسی شده 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 ارگانولپتیک توسط افراد متخصص ملقب به ارزیابان چشایی صورت گرفت. برای این کار از استاندارد "اصول کل ارزیابی حسی شیر و فرآورده‌های آن با روش نمره دهی" با شماره ۶۶۹۱ 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 $۱۷ = \alpha_i$ ، $۱۲ = \alpha$ و $\alpha = ۲۳$ سانتیمتر)، قدرت الکترومغناطیس $j = ۱۰۰۰$ ، $\beta = ۳۵۰$ و $\beta = ۱۶۰۰$ وات، با درجه حرارت‌های $k = ۷۲$ ، $l = ۷۵$ و $۸۴ = £$ درجه سانتی‌گراد)، در زمان‌های $l = ۱۵$ ، $\gamma = ۲۰$ و $\gamma = ۳۰$ ثانیه) بر اساس ۳ تیمار منتخب (حق نظری و همکاران. ۱۳۹۳) حاصله از مرحله اول پروژه ۲

و $£ = ۸۴$ و $75 = 2£k = (72 = 1£$ دما، $k = £$ ، $\beta = ۱۶۰۰$ وات)، $۱۷ = \alpha_i$ ، $۱۲ = \alpha$ و $\alpha = ۲۳$ سانتیمتر)، $l = \gamma$ زمان، $15 = 1\gamma$ و $20 = 2\gamma$ و $\gamma = ۳۰$ ثانیه)، شیر پاستوریزه شده در دستگاه مولد جریان القائی با شدت انتقال الکتریسیته ۱۶۰۰ وات با زمان نگهداری ۳۰ ثانیه، دمای ۸۴ درجه سانتی‌گراد و قطر سطح اتکا یا سطح انتقال حرارتی ۲۳ سانتیمتر پاستوریزه شد.

Taste panel - ۱

$i = ۱۷ = 2\alpha_i$ و $12 = 1\alpha$ ، قطر سطح اتکا، $۳\alpha * £3\beta * 3\alpha$ و $1000 = 2\beta$ ، $j = (350 = 1\beta$ ، الکترومغناطیس، $j = 1000$

جدول ۱- امتياز و انحراف معيار صفت رنگ در تيمارهاي منتخب القائي و تيمار معمول کارخانه

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

Referees	Score	Score	Score	Score
	$\gamma_2 * \epsilon_3 * \beta_3 \alpha_3$	$\gamma_3 * \epsilon_3 * \beta_3 \alpha_3$	$\gamma_3 * \epsilon_2 * \beta_3 * \alpha_3$	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

گويلرمو و همکاران (۲۰۰۴)، بالای ۹۵ درصد تغيير رنگ شیر پاستوریزه را در فرآیند UHT مشاهده کردند، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، روش القائي نسبت به روش UHT ارجحیت دارد زیرا بر تغيير رنگ اثر محسوسي نمی گذارد و علت تغيير رنگ در روش بالا، دمای بالا و حرارت مستقیم آن فرآیند است.

راس (۲۰۰۳) گزارش کرد، آثار منفي نوردھی پالسی بر رنگ بسیار محدود می باشد و پالگان و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند، اثر نوردھی پالسی بر رنگ شیر اثر معنی داری را نشان نداد (پالگان و همکاران، ۲۰۱۰)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، روش القائي بر تغيير رنگ اثر محسوسي نمی گذارد 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 القائي

امتیاز و انحراف معيار صفت بو در تيمارهاي منتخب القائي و تيمار معمول کارخانه در جدول ۲ ارائه شده است. صفت بو در تيمار $\gamma_2 * \epsilon_2 * \beta_3 * \alpha_3$ نسبت به ساير تيمارها دارای ارجحیت بود و امتياز بسیار مطلوب را به خود اختصاص داد، که علت اصلی آن زمان کوتاه پاستوریزاسیون می تواند باشد. تيمارهاي $\gamma_2 * \epsilon_2 * \beta_3$

اندرو در سال ۱۹۸۷ گزارش کرد، پاستوریزاسیون بر صفت رنگ شیر مؤثر است ولی روش حرارتی HTST (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی گراد) و روش حرارتی LTLT (۳۰ دقیقه، ۶۵ درجه سانتی گراد)، هیچ تغییری را در رنگ شیر نشان ندادند ولی جوشاندن شیر بیش از روش های دیگر پاستوریزاسیون سبب تغییر رنگ در شیر می شود و رنگ سفید شیر به رنگ کرم تمایل پیدا می کند (آندروس و همکاران ۱۹۸۷)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، روش القائي بر تغيير رنگ اثر محسوسي نمی گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند می باشد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

کلاره و همکاران در سال ۲۰۰۵ گزارش کردند، اثر پاستوریزاسیون با دو روش UHT و ماکروبو بر رنگ شیر در سطح ۵ درصد معنی دار بود و نشان دادند که میزان مطلوبیت رنگ شیر در روش ماکروبو بهتر از روش UHT بود (کلاره و همکاران ۲۰۰۵)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، روش القائي نسبت به دو روش UHT و ماکروبو ارجحیت داشته و بر تغيير رنگ شیر اثر محسوسي نمی گذارد و علت تغيير رنگ در دو روش بالا، دمای بالا، حرارت مستقیم فرآیند نسبت به روش انرژي حرارت القايي می باشد.

و میزان صفت بو در تیمارهای α_3^* β_3^* γ_2^* و β_3^* شیر پاستوریزه معمولی کارخانه در حد مطلوب نشان داده شد. اختلاف میان تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای α_3^* β_3^* γ_2^* و β_3^* پاستوریزه معمول کارخانه مشاهده نگردید.

α_3^* و β_3^* دارای شرایط یکسانی بودند و تفاوت آن‌ها در میزان جریان الکترومغناطیس آن‌ها بود. امتیاز صفت بو در تیمار α_3^* β_3^* γ_2^* 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

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	Score	Score	Score
	α_3^* β_3^* γ_2^*	α_3^* β_3^* γ_3^*	α_3^* β_2^* γ_3^*	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

کلاره و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، اثر پاستوریزاسیون توسط دو روش *UHT* و ماکروبو بر صفت بو معنی‌دار بود و نشان دادند که صفت بو در روش مایکروبو از مطلوبیت بیشتری نسبت به روش *UHT* برخوردار است (۱۲)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، تیمار α_3^* β_3^* γ_2^* 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 تیمارهای 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 α_3^* β_3^* γ_2^* القائی، با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

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، ۶۵ 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 (اندرو و همکاران ۱۹۸۷)، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، هیچ‌کدام از تیمارهای روش القائی (به‌استثناء تیمار α_3^* β_3^* γ_2^*)، بر تغییر بوی شیر اثر محسوسی نمی‌گذارد و علت اصلی آن حرارت غیرمستقیم و زمان کوتاه این فرآیند است ولی تیمار α_3^* β_3^* γ_2^* 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.

نکردند بنابراین نسبت به روش اولتراسونیک (با شرایط اعمال شده 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.

رینر و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند، فرآیند اولتراسونیک باعث به وجود آمدن بوی نامطبوع در شیر می‌شود، در کل تیمارهای روش القایی به استثناء تیمار $\beta_2^* \alpha^* \beta_3^* \gamma_2^*$ هیچ‌گونه تغییری را در بوی شیر ایجاد

جدول ۳- امنیاز و انحراف معیار صفت طعم و مزه در تیمارهای منتخب القایی و تیمار معمول کارخانه

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

Referees	Score		Score	
	$\alpha_3^* \beta_3^* \beta_2^* \gamma_2^*$	$\alpha_3^* \beta_3^* \beta_2^* \gamma_3^*$	$\alpha_3^* \beta_2^* \beta_3^* \gamma_3^*$	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}

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 ماکروویو را باهم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که شیر فرآیند شده با روش ماکروویو 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).

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، ۶۵ 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 دنا تورا سیون گروه‌های سولفیدریل می‌دانند (آندرو و همکاران ۱۹۸۷ بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳، هیچ‌کدام از تیمارهای روش القایی به استثناء تیمار $\beta_2^* \alpha^* \beta_3^* \gamma_2^*$ بر تغییر طعم و مزه شیر اثر محسوس 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

بسیار پایین می‌آورد. با استفاده از آنزیم تثبیت شده سولفیدریل اکسیداز^۲ و با کاهش تیول بهبودی در طعم، بعد از اکسیداسیون آنزیماتیک^۳ آید شده 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 ارائه شده 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 کتون‌های در شیر می‌باشد، بر اساس نتایج ارائه شده 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 ارائه شده 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 ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد در ۴ 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 ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نگردید. بر اساس نتایج ارائه شده 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

دریک و همکاران (۲۰۰۳ و ۲۰۰۶) گزارش کردند که پاستوریزاسیون در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد در ۴۵ 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 ارائه شده 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 شده 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 ارائه شده 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 (۱۹۹۶) گزارش کردند، پاستوریزاسیون شیر با جریان آرام با روش ماکروویو، از نظر طعم و مزه بسیار مطلوب و رضایت‌بخش است و هیچ آسیب حرارتی به آن وارد نمی‌شود، بر اساس نتایج ارائه شده 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 D_{80}) و (۱۵ ثانیه = درجه سانتی‌گراد D_{92}) پاستوریزه کردند. شیر در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد دارای امتیاز بالاتری از نظر طعم و مزه بود (۲۳)، بر اساس نتایج ارائه شده 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. به این علت که سبب تغییر در سولفیدریل^۱ و دی سولفید پروتئین شیر می‌گردد و میزان مشتری‌پسندی شیر را

²Immobilized sulphydryl oxidase³Enzymatic oxidation¹Sulphydryl

امتیاز و انحراف معیار صفت بافت تیمارهای منتخب القائی و تیمار معمول کارخانه در جدول ۴ ارائه شده 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، ۶۵ درجه سانتی‌گراد) بر بافت شیر هیچ تغییری ایجاد نکرد، بر اساس نتایج فوق در جدول ۴، در روش القائی نیز هیچ تغییری در بافت شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

در شیر پاستوریزه مطلوبیت طعم و مزه در حد متوسط گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه شده 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 ۱ درصد معنی‌دار ولی در حد مطلوب گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳، در روش القائی هیچ تغییر طعم و مزه‌ای در شیر به وجود نیامد و با نتایج گزارش بالا مطابقت دارد.

۴- بافت شیر پاستوریزه به دو روش *HTST* کارخانه القائی

جدول ۴- امتیاز و انحراف معیار صفت بافت در تیمارهای 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	Score	Score	Score
	$\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_2$	$\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3$	$\alpha_3 * \beta_2 * \gamma_3$	Pas. Milk <i>HTST</i>
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% significance	4.2±0.22 NS	3.9±0.23 NS	4±0.24 NS	4.2±0.23 NS

بیان کرد و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری میان این تیمارها نبود ولی اختلاف آن‌ها با تیمار $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_2$ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. کلاره (۲۰۰۵) گزارش کرد، روش حرارتی *HTST* (۱۵ ثانیه، ۷۵ درجه سانتی‌گراد) و روش حرارتی *LTLT* (۳۰ دقیقه، ۶۵ درجه سانتی‌گراد) هیچ تغییری در صفت قوام و غلظت شیر به وجود نمی‌آورد، بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۵، در روش القائی تمام تیمارها به‌غیر از تیمار $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_2$

۵- 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 ۵ ارائه شده است. همه تیمارها به‌استثناء تیمار $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_2$ 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

*۲α 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 تیمارهای 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 $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_2$	Score $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_3$	Score $\alpha_3 * \beta_2 * \gamma_3 * \gamma_3$	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}

بالگان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، اثر نوردهی پالسی بر مشتری‌پسندی شیر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و در حد مطلوب گزارش گردید، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۶، در روش القائی تمام تیمارها به‌غیر از تیمار $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_2$ دارای امتیاز مشتری‌پسندی در حد مطلوب بودند که با نتایج گزارش بالا، مطابقت دارد.

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 ۶ ارائه‌شده است. صفت رضایت‌مندی مشتری در تیمار $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_2$ 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 $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_2$ 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 $\alpha_3 * \beta_3 * \gamma_3 * \gamma_2$ و پاستوریزه معمول کارخانه در حد مطلوب نشان داده شد. اختلاف میان تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

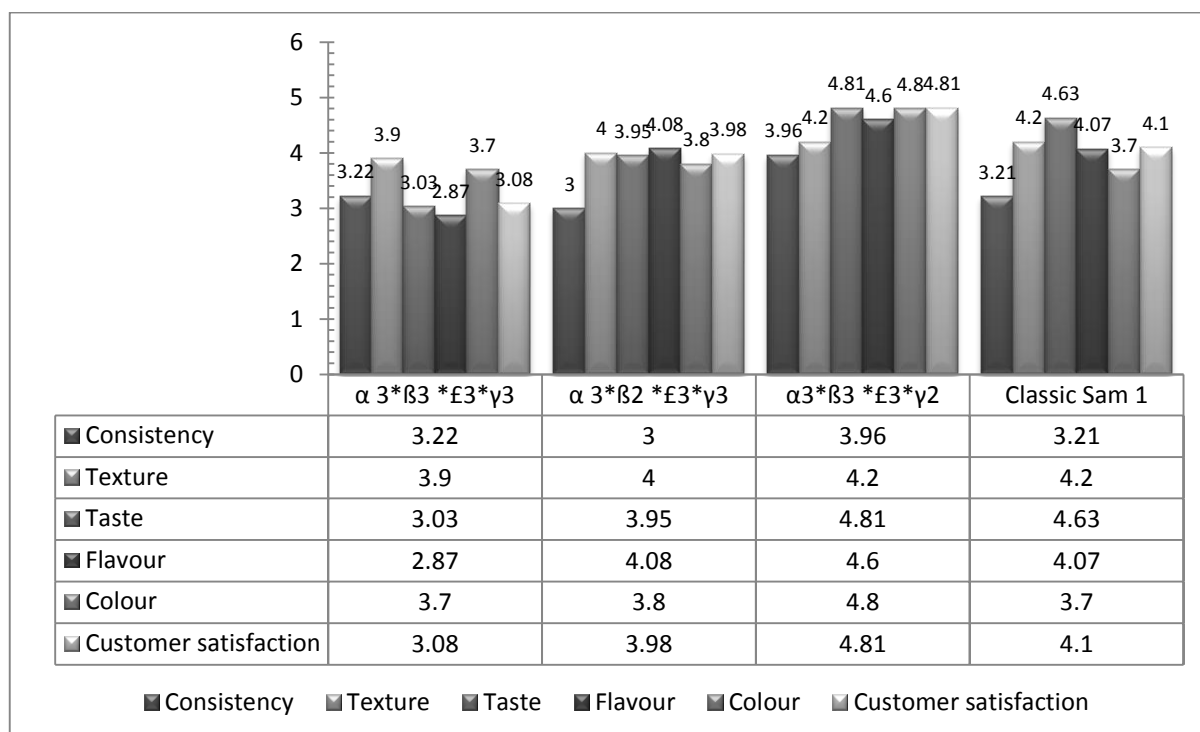
جدول ۶- امتیاز و انحراف معیار صفت میزان رضایت مشتری در تیمارهای منتخب القایی و تیمار معمول کارخانه

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

Referee No	$\gamma_3 * \epsilon_3 * \beta_2 * \alpha_3$	$\gamma_3 * \epsilon_3 * \beta_3 * \alpha_3$	$\gamma_2 * \epsilon_3 * \beta_3 * \alpha_3$	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

مطلوبیت در تمام صفات حسی نسبت به تیمارهای شاهد و تیمار معمول کارخانه در شکل ۱ ارائه شده است. تیمار و تیمار آخر حذف گردیدند.

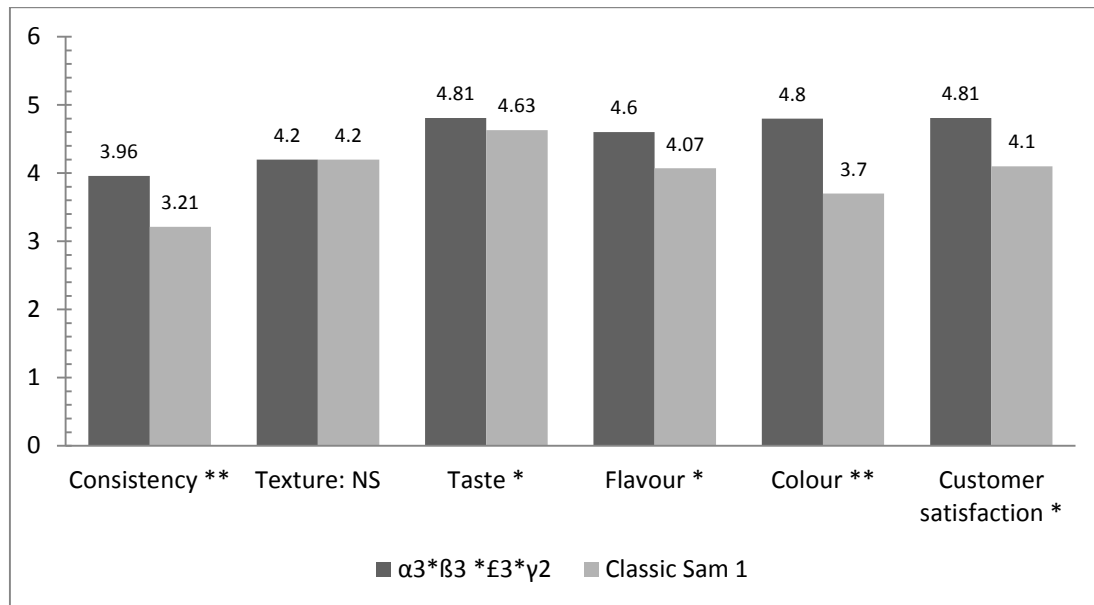
مطلوبیت صفات حسی تیمارهای منتخب القایی و تیمار معمول کارخانه در شکل ۱ ارائه شده است. تیمار و تیمار آخر حذف گردیدند.



شکل ۱- مقایسه مطلوبیت خصوصیات حسی تیمارهای القایی و تیمار معمول کارخانه

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

بنابراین میزان مطلوبیت خصوصیات حسی تیمار $\alpha_3\beta_3 * \epsilon_3\gamma_2$ در کل از تیمار معمول کارخانه بیشتر بود (شکل ۲).

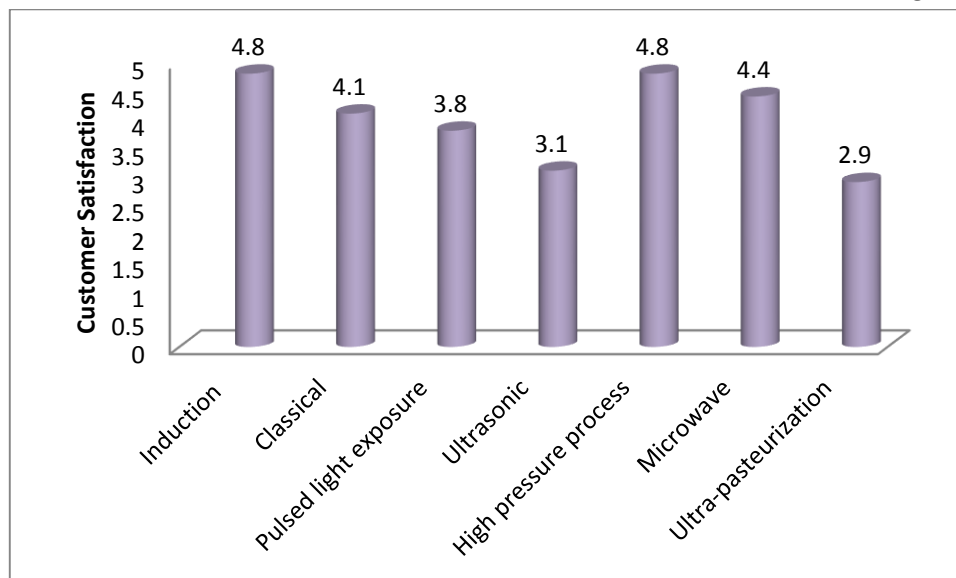


شکل ۲- مقایسه مطلوبیت خصوصیات حسی تیمار $20*84*1600$ و تیمار کلاسیک

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

سطح ۱ درصد مشاهده گردید. همچنین به‌طور خلاصه میزان مشتری‌پسندی شیرهای پاستوریزه شده با روش‌های مختلف در مقایسه با روش انرژی حرارت القایی در شکل ۳ آمده است.

هیچ اختلاف معنی‌داری میان خصوصیات بافت و طعم و مزه مشاهده نگردید، ولی بین خصوصیات قوام و غلظت، بو و میزان مشتری‌پسندی در دو تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد و برای صفت رنگ در



شکل ۳- مقایسه میزان مشتری‌پسندی شیرهای پاستوریزه شده با روش‌های مختلف

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

نتيجه‌گيري کلي

به دليل استفاده از روش جديد القايي در پاستوريزاسيون شير، مي‌بايست تاثيرات روش بر خصوصيات شير از جمله خواص ارگانولپتيک بررسي شده و از سلامت شير مطمئن گرديد. لذا هدف از انجام اين پروژه، بررسي تاثير روش پاستوريزاسيون با انرژي القايي بر خصوصيات ارگانولپتيک، مشتري‌پسندي و قدرت رقابت اين روش جديد حرارتي با روش‌هاي معمول است. لذا نتيجه کلي اين است که روش القائي پاستوريزاسيون نسبت به روش HTST معمول در کارخانه از نظر ايجاد خصوصيات مطلوب حسي از ارجحيت برخوردار بوده و

جايزين بسيار خوبي براي روش معمول کارخانه در شرايط مساوي ديگر مي‌باشد.

سپاسگزاري

به اين وسيله از مسئولين محترم وزارت صنعت و معدن و تجارت (کارفرماي طرح فلگ شيب پاستوريزاسيون القايي شير)، شرکت شير پگاه زنجان (فراهم‌کننده عملي آزمون‌هاي ارگانولپتيک با در اختيار گذاشتن گروه متخصص آزمون چشايي) و آقاي مهندس جواد درگاهي مسئول محترم آزمايشگاه ميكروبيولوژي دانشگاه زنجان که در انجام اين پروژه نهايت همکاري را با مجري پروژه داشته‌اند، بسيار سپاسگزارم.

منابع مورد استفاده

- کریم گ، ۱۳۹۶. بهداشت و فناوری شیر. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم. شابک 978-9640357231.
- پایان ر، ۱۳۸۷. مبانی کنترل کیفیت در صنایع غذایی. ویرایش چهارم. شابک: ۹۷۸۹۶۴۹۷۰۱۳۱۸.
- حق نظری س. عظیمی م. درگاهی ج. ۱۳۹۳. پاستوریزاسيون شیر به روش القايي و تاثير آن بر کيفيت ميكروبيولوژيکي شیر. مجله پژوهش‌هاي صنایع غذایی. دانشگاه تبريز. جلد ۲۴- شماره ۴.
- رکني ن. ۱۳۹۵. اصول بهداشت مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران. شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۳۷۵۵-۴.
- مير شاهی م. ۱۳۸۱. نگاهی کاربردی به صنعت شیر، انتشارات جهاد دانشگاهي دانشگاه تهران، شابک: ۹۷۸۹۶۴۹۴۳۸۷۸۸.
- 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, Learidi 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, "Flavours and off-flavours in Dairy foods", Dean Foods Technical Center, Rockford, IL, USA, Elsevier Science Ltd.
- Morales FJ & Jimé'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.
- Swaigood 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, Martí'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 Nasab¹, S Moradi² and M Memarian³

Received: December 23, 2017 Accepted: February 19, 2018

¹Assistant Professor and Associate Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

²MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

³Assistant 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