استفاده از صمغ آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در کفیر صنعتی و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آن

محمدکاظم دستغیب بهشتی[a*]، نجمه افراء[b]، سعید سخاوتی زاده[c]

[a] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
[b] دانش آموخته گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
[c] عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۷/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۰

چکیده

مقدمه: کفیر از جمله نوشیدنی‌های تخمیری پروبیوتیکی است که از گذشته مدنظر مردم بوده است. اثرات سلامت‌بخشی این محصول شامل کاهش کلسترول خون، بهبود عمل گوارش، ممانعت از بیماری‌های معده‌ای و روده‌ای و... می‌باشد. مطالعه حاضر سعی بر بهبود کیفیت این محصول با استفاده از صمغ آلژینات و آنزیم ترانس‌گلوتامیناز و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی محصول تولید شده، داشته است.

مواد و روش‌ها: ابتدا غلظت‌های ۰ ، ۰/۰۳۳ ، ۰/۰۶۶، ۰/۱ درصد از آلژینات و ترانس‌گلوتامیناز به قسمی انتخاب گردید که مجموع هر دو پایدارکننده ۰/۱ درصد فرمولاسیون گردد. یک نمونه هم به عنوان شاهد انتخاب شد. بر روی نمونه‌ها آزمایش‌های pH، اسیدیته، ویسکوزیته، آزمون‌های حسی، رنگ در روزهای اول، هفتم، چهاردهم و بیست و یکم و اندازه گیری پروفایل اسید چرب آزاد در پایان مرحله نگهداری انجام شد.

یافته ها: نتایج این تحقیق نشان داد که آنزیم ترانس‌گلوتامیناز باعث بهبود بافت محصول می‌گردد. ولی تاثیری بر pH محصول ندارد و نمونه حاوی ۰/۱ درصد آلژینات از کمترین میزان pH برخوردار بود. نتایج آزمون‌های ویژه حسی نشان داد که مصرف همزمان آلژینات به همراه آنزیم ترانس گلوتامیناز در ایجاد و نگهداری طعم موثر است. همچنین بیشترین اسید چرب پالمتیک اسید بوده و غلظت‌های مختلف آلژینات و ترانس گلوتامیناز تاثیر چندانی بر پروفایل اسید چرب آزاد ندارد.

نتیجه گیری: ترکیب ترانس گلوتامیناز به همراه صمغ آلژینات به نسبت ۰/۰۳۳ و۰/۰۶۶ درصد می‌تواند در بهبود خصوصیات حسی کفیر موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: *آلژینات، ترانس گلوتامیناز، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کفیر*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: beheshti.m@iauyasooj.ac.ir

مقدمه

کفیر نوشیدنی تخمیری حاصل از شیر و دانه‌های کفیر است. از خصوصیات این محصول می‌توان به ویسکوزیته مناسب و اسیدی بودن آن اشاره نمود. در کفیر مقدار کمی گاز تولید می شود و میزان الکل آن نیز اندک است (Marquina *et al.*, 2002).

مصرف کفیر بر روی حرکت روده، سهولت در هضم، تقویت ایمنی، کاهش شدت و مدت اسهال، اختلال خواب، افسردگی و اختلالات زیاد فکری مؤثر می‌باشد و به بازسازی فلور میکروبی غشاهای مخاطی سراسر دستگاه گوارش کمک می‌کند (Ninane *et al.*, 2005; Otés & Cagindi, 2003). میکروارگانیزم‌های آن غیربیماریزا است و برای تولید کفیر به مقدار زیادی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و ساکارومایسز کفیر، نیاز می‌باشد. ترکیب کفیر، تغییرپذیر بوده و به عواملی همچون منبع چربی شیر، ترکیب دانه‌ها و تکنولوژی فرآوری کفیر مربوط می‌شود (Roberts &Yarunin, 2000)

امروزه با توجه به گرایش به تولید صنعتی این محصول، مواردی از جمله خصوصیات حسی و رئولوژیکی نیز مد نظر تولید کنندگان می‌باشد. در این راستا استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان عاملی در جهت افزایش ویسکوزیته مطلوب مطرح می‌باشد. آلژینات مهمترین هیدروکلوئیدی است که در صنایع غذایی کاربرد دارد. کاربردهای تجارتی آلژینات در مواد غذایی بر اساس واکنش بین آلژینات سدیم و کاتیون‌ها است که معمولاً با تشکیل یک شبکه‌ی ژل در حضور یون‌های کلسیم صورت می‌گیرد و در نتیجه باعث تغییر خاصیت رئولوژی مواد غذایی می شود. یون‌های دو ظرفیتی کلسیم بین مولکول‌های هیدروکلوئید که بار منفی دارند، پیوند عرضی برقرار می‌کنند و یک شبکه‌ی ژل تشکیل می‌دهند. به دلیل افزایش بازده ی انرژی این عمل معمولاً در سرما صورت می‌گیرد، چون آلژینات در آب سرد هیدراته می شود. وقتی ژل تشکیل شد، در طول تمام فرآیندهای حرارتی که بر مواد غذایی اعمال می‌شود، شکل و خواص جریانی خود را حفظ خواهد کرد (قنبری، ۱۳۸۵).

در این راستا، Hashim و همکاران (۲۰۰۸) بر روی اضافه کردن هیدروکلوئیدها به شیر شتر و تولید ماست کار کردند. یکی از هیدروکلوئیدهای به کار رفته آلژینات بود. نتایج نشان داد که اضافه کردن آلژینات و کلسیم باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH نمی‌گردد. همچنین ماست‌های که حاوی ۰/۷۵٪ آلژینات و ۰/۰۷۵٪ کلسیم بودند، بیشترین سفتی بافت را از خود نشان دادند. ولی از لحاظ طعمی تفاوت معنی‌داری بین این ماست‌ها و نمونه شاهد وجود نداشت.به علاوه Elagamy (۲۰۰۰) نشان داد. اضافه کردن مقادیر مختلف آلژینات و کلسیم به ماست می‌تواند باعث بهبود کیفیت آن شود.

گرانول‌های کفیر به دلیل اینکه در داخل یک ماتریکس پلی ساکاریدی و پروتئینی قرار می‌گیرند در عمل بهینه سازی دچار مشکل بوده، به همین دلیل نمی توان برای بهبود بافت ،از باکتری‌های خارجی استفاده نمود. لذا بهترین راه استفاده از پایدار کننده‌ها از جمله آنزیم ترانس گلوتامیناز می‌باشد. استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز به شیر در طی مرحله کفیر سازی باعث کاهش پروتئین های مزاحم در عمل یکسان سازی بافت می‌شود (Poulsen, 2004).

آنزیم ترانس گلوتامیناز که یک δ - glutamyltransferase Protein – glutamine است با شماره (EC 2.3.2. 13) مشخص می شود. این آنزیم دارای توانایی کاتالیز نمودن واکنش های انتقال آسیل است و باعث ایجاد یک پیوند متقاطع کوالانسی بین پروتئین‌ها می‌گردد (Nonakam *et al.*, 1989). این پیوند میان پپتیدها و انواع آمین های اولیه اتفاق می افتد. زمانی که یک گروه آمینی از آمینواسید لایزین موجود در یک رشته پروتئینی با آمینواسید گلوتامین از رشته دیگر، یک پیوند آسیلی برقرار می‌کند که باعث استحکام دو رشته می‌شود (Ando *et al.*, 1989).که نتیجه این عمل بالا بردن ویسکوزیته محصول می باشد. از آنجاییکه این آنزیم منشأ گیاهی دارد، برای کاربرد در صنعت بسیار مناسب است (Goes- Favoni *et al.*, 2014). از این جنبه در صنایع غذایی از این آنزیم به طور خاص استفاده می کنند و از آنجاییکه عملکرد این آنزیم متوسط و تولید مواد سمی توسط آن کم است، روز به روز استفاده از آن در صنعت رو به افزایش است (Ozrenk, 2006).

در این راستا Wróblewska و همکاران (۲۰۰۹) بر روی افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز به کفیر سنتی کارکردند. در طی این پروسه تخمیری، پروتئین‌های شیر توسط باکتری های اسید لاکتیک و مخمرها هیدرولیز شده

و تولید پپتیدهای کوچکی را نمودند و نتایج آنالیز کروماتوگرافی نشان داد که پروتئین‌ها توسط ترانس گلوتامیناز، به حالت متجمع در آمدند. الکتروفورز دو بعدی نیز نشان داد که گلوتامیناز باعث اتصال پروتئین‌ها به یکدیگر می‌شود. کفیرهایی که به آنها آنزیم ترانس گلوتامیناز اضافه شده بود از لحاظ کیفیت بهترین بودند.

هدف از این تحقیق، استفاده از آلژینات و ترانس گلوتامیناز جهت تولید کفیر و بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی محصول می باشد.

مواد و روش ها

- کشت استارتر

کشت استارتر کفیرkef opotiferm شامل Lactococcus lactis spp. Lactis biovar diacetylactis Leuconostoc & Lactococcus lactis spp. cremoris, Lactococcus lactis spp. Lactis, از شرکت آرمان صنعت نماینده انحصاری اپتی فرم آلمان[1] تهیه شد.

- مواد

شیر خشک از شرکت شیر پگاه فارس، پودر آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز صنعتی، از شرکت بهین آزما، شیراز تهیه شد.

- روش تهیه کفیر

۳۰ کیلوگرم شیر ۲/۵٪ چربی از کارخانه شیر آندیا تهیه گردید. آزمایشات اسیدیته، درصد چربی، پروتئین، دانسیته، الکل، شمارش کلی باکتری ها و ماده خشک بدون چربی طبق استانداردهای ملی ایران به شماره های ۶۳۸،۳۶۶، ۵۴۸۴،۶۳۹،۶۳۸،۱۵۲۸،۶۳۷ و نقطه انجماد به وسیله دستگاه کریوسکوپ Advanced® Model 4D3, Advanced Instruments. Inc, Norwood, USA, در آزمایشگاه مرکزی شرکت بهین آزما انجام شد. مراحل تولید کفیر در پایلوت کارخانه بهین آزما انجام گردید. ۳۰ کیلو گرم شیر تا دمای $30^{\circ}C$ در تانک پروسس پیش گرم شد. مواد پودری شامل شیر خشک ۱/۵٪ چربی به میزان دو درصد به تمام نمونه ها به صورت یکسان و آلژینات مطابق با جدول ۱ در دمای $30^{\circ}C$ الی $40^{\circ}C$ به تدریج اضافه تا در دمای $60^{\circ}C$ کل آن در شیر به طور یکنواخت حل شد. یک نمونه نیز به عنوان شاهد انتخاب شد. هر کدام از تیمارها به دستگاه هموژن انتقال داده شده و با فشار ۱۵۰ bar یکنواخت شدند درمرحله بعد، پاستوریزاسیون در دمای $75^{\circ}C$ به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. آنزیم ترانس گلوتامیناز در مرحله بعد به آن اضافه شد و در دمای $45^{\circ}C$ به مدت یک ساعت نگهداری گردید. سپس تا $25^{\circ}C$ خنک شدند. در این دما استارتر کفیر به آن اضافه شد .بسته بندی در لیوان‌های ۵۰ گرمی و ظرف‌های ۲۵۰ گرمی انجام شد و گرمخانه گذاری در دمای $25^{\circ}C$ انجام گردید بعد از ۱۲ ساعت وقتی که اسیدیته کفیر به ۷۵ درجه دورنیک رسید آن را از گرمخانه خارج و به سردخانه $4^{\circ}C$ منتقل شد.

در روز بعد آزمایشات اسیدیته، pH ، آزمون حسی، ویسکوزیته و رنگ برای هر یک از تیمارها با ۳ مرتبه تکرار انجام شد. بعد از بیست و یک روز جهت اندازه گیری پروفایل اسید چرب به آزمایشگاه گروه صنایع غذایی دانشگاه شیراز ارسال شد. کلیه آزمایشات به غیر از آزمایش پروفایل اسید چرب، در روز اول و هر ۷ روز تا ۲۱ روز تکرار شد (Horwitz & Latimer, 2010;Tamime & Robinson, 2007).

جدول۱- نمونه های کفیر تولیدی با مقادیر مختلف آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز

نمونه	درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز	درصد صمغ آلژینات
شاهد	۰	۰
۱	۰/۱	۰
۲	۰/۰۳۳	۰/۰۶۶
۳	۰/۰۶۶	۰/۰۳۳
۴	۰	۰/۱

- اندازه گیری اسیدیته و pH

اندازه گیری اسیدیته بر طبق روش استاندارد ۲۸۵۲ سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و بر اساس درجه دورنیک انجام شد. میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل Sanxin 5021 , Ltd,Shanghi , China. کالیبره شده، با الکترودهای شیشه‌ای استاندارد در دمای $25^{\circ}C$ در دامنه بین ۶-۴ اندازه گیری شد.

[1] Optiform, Germany

- **ارزیابی ویژگی‌های حسی کفیر**

این ارزیابی توسط ۹ نفر ارزیاب آموزش دیده انجام گرفت. ارزیابی حسی بر روی ویژگی‌های رنگ، بافت، بو، طعم، دیدگاه کلی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ امتیازی انجام شد. این ارزیابی یک روز بعد از تولید و هر ۷ روز یکبار تا ۲۱ روز تکرار شد.

- **بررسی ویسکوزیته**

به منظور بررسی رفتار جریانی از ویسکومتر NDJ-8S Shanghai, China استفاده شد. یک ساعت قبل از انجام آزمایش، نمونه‌ها از درون یخچال بیرون آورده می شوند. در زمان انجام آزمون‌ها، دمای نمونه ها بر روی ^{o}C ۱±۱۹ تنظیم شد. آزمایش بر اساس روش Gauche و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد. اندازه‌گیری ویسکوزیته با اسپیندل شماره ۱ سرعت ۳rpm و مربع گردش ۲۸/۳ بعد از ۲۰ ثانیه اندازه گیری شد (هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۹۰).

- **ارزیابی پروفایل اسید چرب**

جهت بررسی اسیدهای چرب نمونه‌های کفیر، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل (Beifen, SP-3429A, China Shanghi, مجهز به ستون سیلیسی) طول ۳۰ متر، ضخامت ۲۵ میکرومتر و قطر ۲۵ میلی متر و شناساگر FID 1075 system استفاده شد دمای انژکتور $^{\circ}C$ ۲۵۰ ، دتکتور $^{\circ}C$ ۳۰۰ ، ستون هم بر طبق برنامه دمایی بین ۹۰ تا $^{\circ}C$ ۲۱۰ متغیر می باشد و به منظور تعیین ترکیب اسید چرب از استاندارد AOCS به شماره ۱۳-۲۹۶ در ازمایشگاه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز استفاده شد.

- **ارزیابی رنگ**

ارزیابی رنگ توسط سیستم عکس برداری و با انتقال تصاویر به رایانه و با استفاده از نرم افزار فتوشاپ صورت پذیرفت (افشاری جویباری و همکاران، ۱۳۹۰).

- **تجزیه و تحلیل آماری**

برای آنالیز داده‌ها از جدول ANOVA یک طرفه و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها ($p\leq$۰/۰۵) استفاده شد. داده ها توسط نرم افزار SPSS(21) آنالیز گردید. برای رسم نمودار ها از نرم افزار Excel (2007) استفاده شد.

یافته‌ها

- **بررسی خصوصیات شیر اولیه**

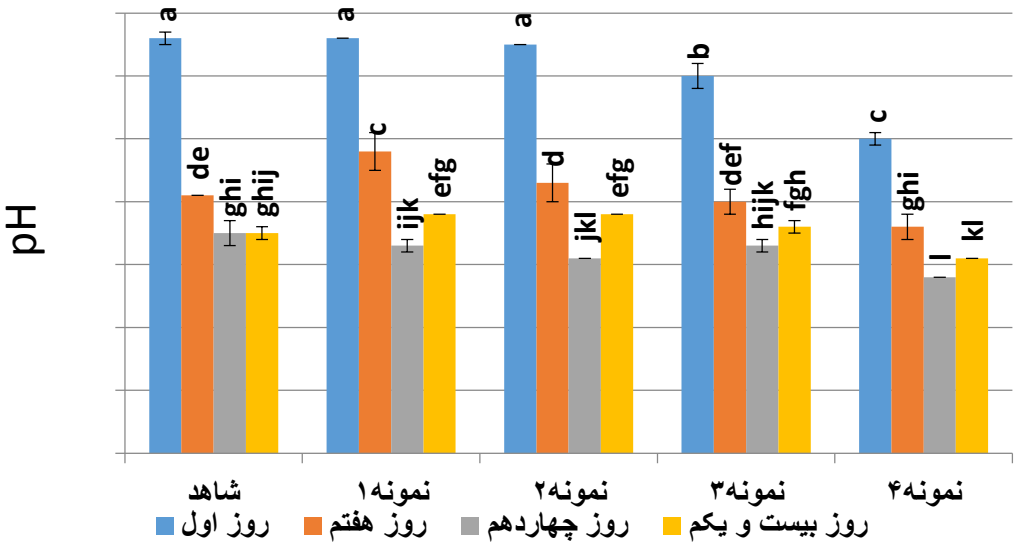
خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیر مصرفی در تولید کفیر غنی شده توسط صمغ الژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در جدول ۲ مشخص شده است.

- **بررسی میزان pH در نمونه‌های کفیر**

نمودار ۱ تغییرات pH در کفیر غنی شده در ^{o}C ۴ به مدت بیست و یک روز نگهداری را نشان می‌دهد. در نمونه‌های شاهد، ۱، ۲، ۳ و ۴ در طول مدت نگهداری بیست و یک روز با کاهش pH روبرو هستیم.در بررسی نمونه شاهد در روزهای مختلف نگهداری مشخص گردید که pH در روز اول با روز هفتم دارای اختلاف معنی داری ($p<$۰/۰۵) بوده است. ولی روزهای چهاردهم و بیست و یکم دارای اختلاف معنی‌داری با هم نیستند. لذا عمده ترین کاهش pH مربوط به روز هفتم نگهداری است. نمونه ۱ در روز اول نسبت به روزهای دیگر دارای اختلاف معنی داری ($p<$۰/۰۵) می‌باشد. از طرفی در نمونه ۲ و نمونه ۳ نیز در روز اول دارای بیشترین pH و به ترتیب در طول زمان، میزان pH کاهش می‌یابد. بررسی بین نمونه‌های مختلف در روز اول نگهداری نشان می‌دهد که بیشترین pH مربوط به نمونه شاهد، ۱ و ۲ است. و نمونه ۴ دارای کمترین pH می باشد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی شیر مصرفی در تولید کفیر غنی شده

نام آزمایش	نتیجه	نام آزمایش	نتیجه
وزن مخصوص	۱/۰۳۵gr/cm^3	pH	۶/۶
نقطه انجماد	۰/۵۲۴ $^{\circ}C$	چربی	٪۲/۵
آزمایش الکل	منفی	SNF	۸/۱ $m/_m$
آزمایش آنتی بیوتیک	منفی	پروتئین	٪۳/۲
اسیدیته	۱۶ درجه دورنیک	بار میکروبی	$۱۰^{۵}$ cfu/ml



نمودار ۱- تغییراتpH در نمونه های کفیر غنی شده در ٤°C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری ،با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.

- **بررسی میزان اسیدیته در نمونه های کفیر**

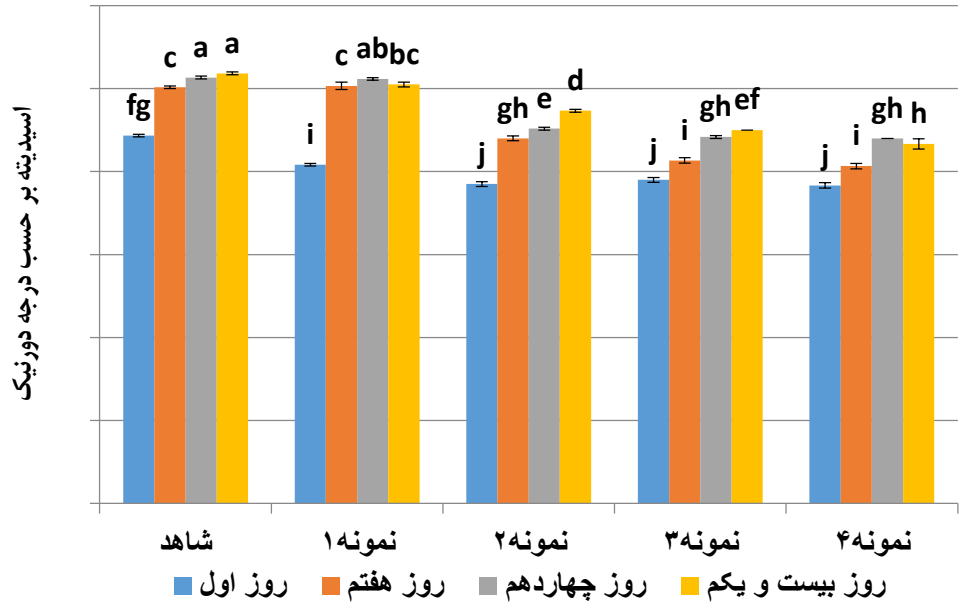
نمودار ۲ تغییرات اسیدیته در نمونه های کفیر غنی شده در ۴°C به مدت بیست و یک روز نگه داری را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود. در روز اول، بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه شاهد است. نمونه های ۲، ۳و ۴ دارای اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۵$) با نمونه شاهد هستند. از سوی دیگر در طول مدت نگهداری مشاهده می‌شود که اسیدیته به مرور زمان افزایش پیدا می کند. به عنوان مثال نمونه ۴، طی بیست و یک روز نگهداری دارای افزایش اسیدیته بوده است. ولی معمولاً در روزهای چهاردهم و بیست و یکم نگهداری افزایش اسیدیته چندانی مشاهده نمی شود. چرا که در این روزها بیشتر میزان لاکتوز موجود در محصول مصرف شده و تبدیل به اسید گردیده است. لذا سیر افزایش معنا دار اسید در روزهای انتهای نگهداری کم می گردد. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که نمونه شاهد نسبت به نمونه های ۱، ۲، ۳ و ۴ دارای اسیدیته بالاتری است.

- **بررسی میزان ویسکوزیته در نمونه های کفیر**

نمودار ۳ تغییرات ویسکوزیته در نمونه‌های کفیر غنی شده در ۴°C به مدت بیست و یک روز نگهداری را نشان می‌دهد. نمونه ۱ نسبت به سایر نمونه ها دارای بالاترین میزان ویسکوزیته بر اساس سنتی پویز، در روز اول می‌باشد. بعد از آن نمونه‌های ۲، ۳ و ۴ قرار دارند. بالا بودن ویسکوزیته نمونه شماره ۱ دال بر این است که آنزیم ترانس گلوتامیناز می‌تواند نسبت به ترکیبات مشابه و دیگر پایدار کننده ها مانند آلژینات از عملکرد بهتری برخوردار باشد. در طول مدت نگهداری ویسکوزیته محلول‌ها افزایش می‌یابد. ولی این تغییر آن چندان زیاد نمی باشد. به عنوان مثال نمونه ۴ در روز هفتم دارای افزایش ویسکوزیته است ولی این افزایش ویسکوزیته در بین روزهای هفت و چهارده و بیست و یک، اختلاف معنی داری ندارد. در سایر نمونه ها هم افزایش ویسکوزیته چنانچه معنی دار هم باشد، از ارزش بسیار پایین برخوردار است. نمونه ۴ در روز اول نسبت به نمونه شاهد از ویسکوزیته بالاتری برخوردار می باشد.

- **بررسی فاکتورهای حسی در نمونه های کفیر**

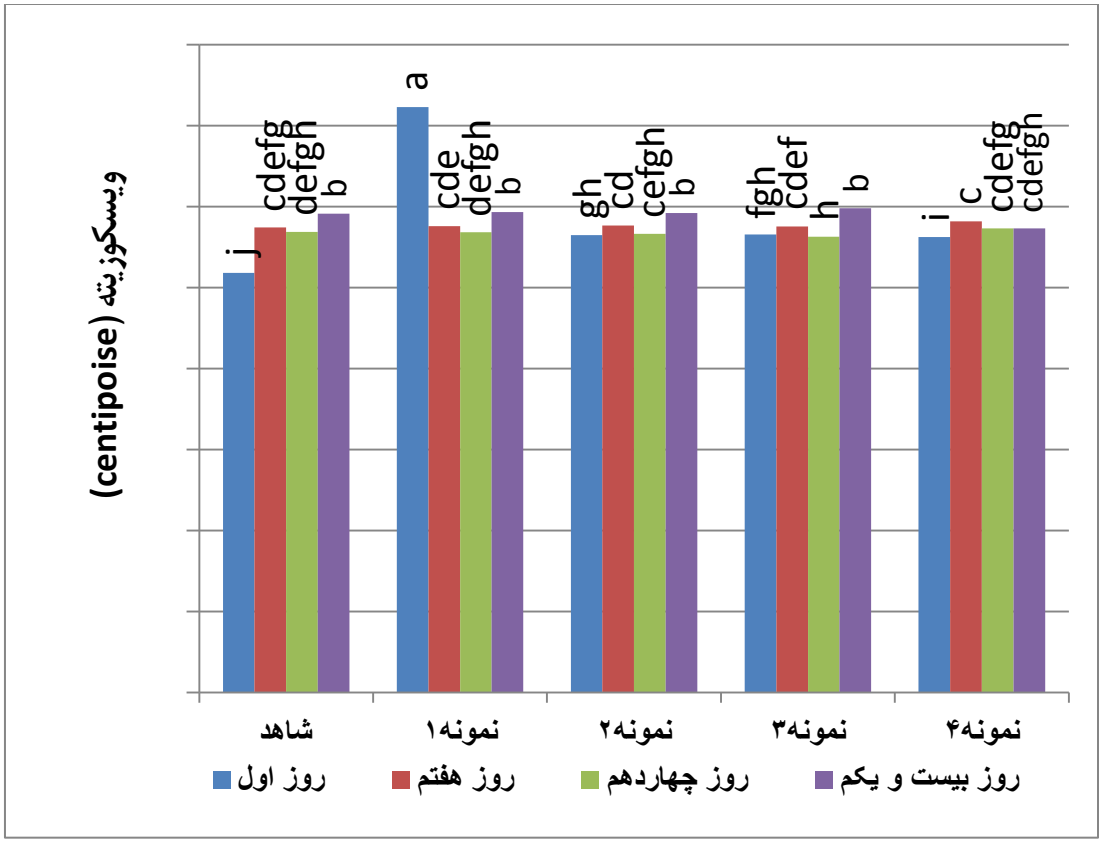
منحنی a-۴ تغییرات امتیاز بو و رایحه در نمونه های کفیر غنی شده در ۴ °C را به مدت بیست و یک روز نگهدرای نشان می دهد. همانطور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود، نمونه ۲، ۳ و ۴ دارای بیشترین امتیاز بو و رایحه می باشد. یکی از دلایل بالا رفتن میزان امتیاز بو و رایحه در این نمونه‌ها را می توان به هیدروکلوئید آلژینات نسبت داد. بررسی نتایج روز هفتم نشان می‌دهد که نمونه‌های حاوی آلژینات به مراتب از امتیاز بالاتری برخوردار هستند و



نمودار ۲- منحنی تغییرات اسیدیته در نمونه های کفیر غنی شده در ٤°C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری ،با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.



نمودار ۳- منحنی تغییرات ویسکوزیته در نمونه های کفیر غنی شده در ٤°C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری، با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.

بالاترین امتیاز در بین آنها مربوط به نمونه‌های ۲ و ۳ می‌باشد که ترکیبی از آلژینات و ترانس گلوتامیناز را همراه دارد. در روز چهاردهم و در روز بیست و یکم نیز این مسأله صادق است. در روز چهاردهم اختلاف معنی داری بین نمونه ۲، ۳ و ۴ وجود ندارد. شواهد دال بر این است که اضافه کردن پایدار کننده‌ها می‌تواند به تثبیت رایحه و بو کمک نماید. در روز بیست و یکم اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین نمونه های ۲ و ۳ با نمونه شاهد وجود دارد. بنابراین بر طبق نتیجه گیری کلی نمونه های ۳ و ۴ به دلیل استفاده از ترکیبی از آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در کفیر امتیاز بهتری در بو و رایحه دارند. نکته دیگر اینکه در طول مدت نگهداری بیست و یک روز انواع مختلف کفیرها امتیاز بو به تدریج کاهش می‌یابد و بیشترین کاهش آن مربوط به روز هفتم است.

نمودار b-۴ تغییرات امتیاز طعم در نمونه‌های کفیر غنی شده در دمای ^{o}C ۴ به مدت بیست و یک روز نگهداری می‌باشد. بیشترین امتیاز طعم مربوط به نمونه ۲ ، ۳ و ۴ می‌باشد. نمونه های ۲، ۳ و ۴ که ترکیبی از هیدروکلوئید آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز است. بنابراین این ترکیب می‌تواند درتولید و نگهداری، طعمی بهتر، ایجاد نماید. با گذشت زمان امتیاز طعم کاهش می‌یابد. در روز بیست و یکم بیشترین امتیاز مربوط به نمونه ۳ می‌باشند. اختلاف معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه ۱ و ۴ وجود ندارد. بنابراین پایدار کننده ها در ایجاد و نگهداری طعم محصول موثرند.

نمودار ۴- c نشان دهنده تغییرات امتیاز بافت در نمونه‌های کفیر غنی شده در ^{o}c۴ به مدت ۲۱ روز نگهداری می‌باشد. چنانچه در منحنی c-۴ مشاهده می‌شود امتیاز بافت با افزایش میزان آلژینات افزایش می‌یابد ولی این افزایش معنادار نمی‌باشد. با گذر زمان و در طول بیست و یک روز نگهداری امتیاز بافت کاهش می یابد. استفاده همزمان فاکتورهای آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز توانسته است امتیاز بهتری را در محصول ایجاد نماید.

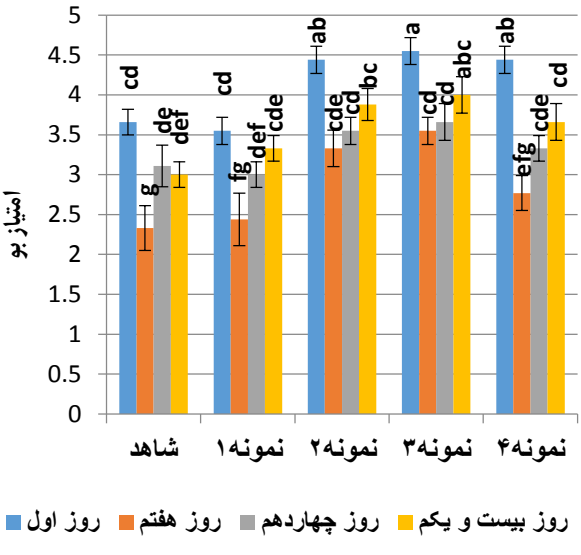
نمودارd-۴ منحنی تغییرات امتیاز رنگ در نمونه‌های کفیر غنی شده در ^{o}C ۴ به مدت ۲۱ روز نشان داده شده است. در روز اول نگهداری اختلاف معنی داری بین نمونه‌ها دیده نمی شود. نمونه ۴ به دلیل استفاده مطلق از آلژینات، در روز هفتم نگهداری ، دارای کاهش امتیاز رنگ از لحاظ مصرف کنندگان بوده است. معمولاً هیدروکلوئیدها با تغییر در رنگ می توانند نظر منفی را در مصرف کنندگان ایجاد نمایند. در روزهای دیگر نیز همانطور که مشاهده شده است کمترین امتیاز مربوط به نمونه ۴ می‌باشد. ولی اختلاف ناچیزی بین نمونه ۴ و سایر نمونه‌ها در اواخر دوره نگهداری مشاهده می شود.

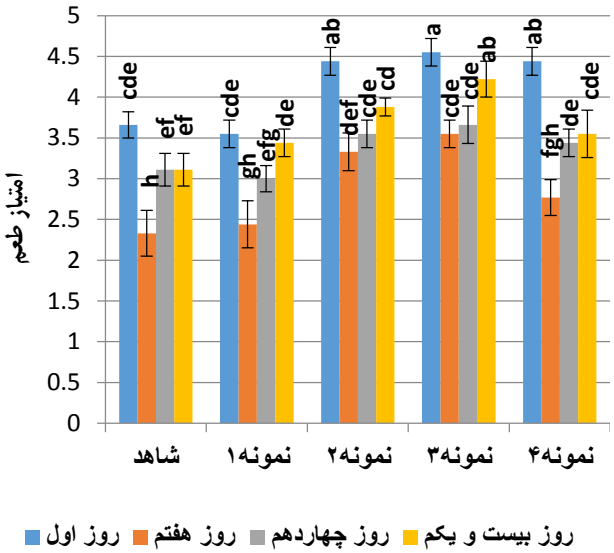
نمودار e-۴ تغییرات امتیاز کل را در نمونه های کفیر غنی شده در ^{o}C۴ در بیست و یک روز نگهداری نشان می‌دهد. در روز اول اختلاف معنی داری بین نمونه ها از لحاظ امتیاز نظر کلی وجود ندارد. ولی با گذر زمان این امتیاز کاهش می یابد. به عنوان مثال در نمونه شاهد در بیست و یک روز نگهداری امتیاز نظر کلی کاهش یافته است. ولی در نمونه هایی که حاوی هیدروکلوئید هستند این کاهش کمتر مشاهده می شوند. بنابراین استفاده از هیدروکلوئیدها می توانند به عنوان عامل بر روی طعم و سلیقه مصرف کننده اثر بگذارد.

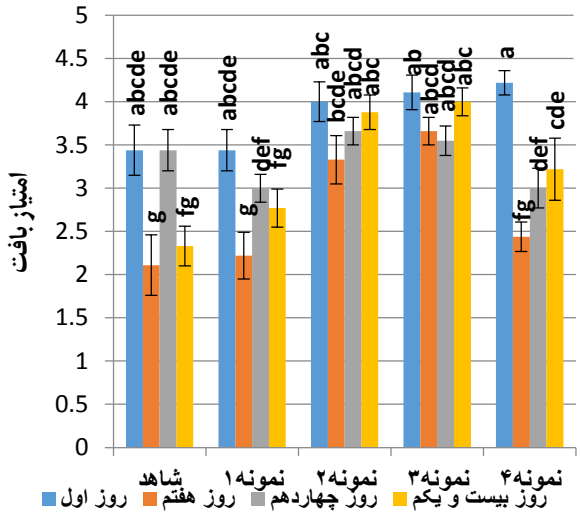
- بررسی فاکتورهای رنگ در نمونه های کفیر

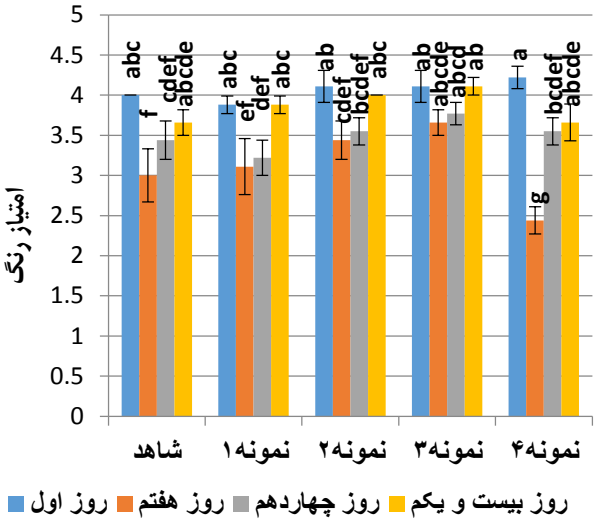
نمودار ۵ بررسی پارامتر L بین ماست‌های غنی شده با ترانس گلوتامیناز و آلژینات با نمونه شاهد را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی روز اول نشان می‌دهد که بین نمونه شاهد و نمونه ۱ و ۲ اختلاف معنی داری از لحاظ پارامتر L وجود ندارد. ولی بین نمونه ۱ با سایر نمونه‌ها اختلاف معنی داری($p<۰/۰۵$) از لحاظ درخشندگی دیده می‌شود. بین نمونه شاهد و سایر نمونه ها از لحاظ رنگ اختلاف معنی‌داری به چشم نمی‌خورد. در روز هفتم بین نمونه ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در روز چهاردهم کمترین درخشندگی مربوط به نمونه ۱ می‌باشد که با نمونه شاهد دارای اختلاف معنی‌دار نیست. در طول بیست و یک روز مدت نگهداری، در هر نمونه تغییر رنگی وجود ندارد.

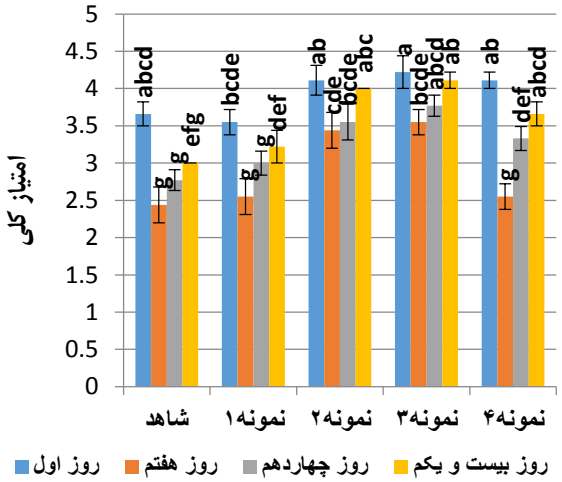
از لحاظ گزینه a در روز اول بین نمونه شاهد ، نمونه ۱، نمونه ۲ ونمونه ۳ اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود. ولی بین نمونه ۴ با نمونه ۲ و ۳ اختلاف معنی داری ($p<۰/۰۵$) وجود دارد. ترکیبی از آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز به میزان ۰/۰۳۳و۰/۰۶۶ درصد می تواند باعث کاهش گزینه a در روز هفتم گردد. در روز چهاردهم بین نمونه ۴ و سایر نمونه ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) مشاهده می‌شود. افزایش میزان آلژینات در فرمولاسیون







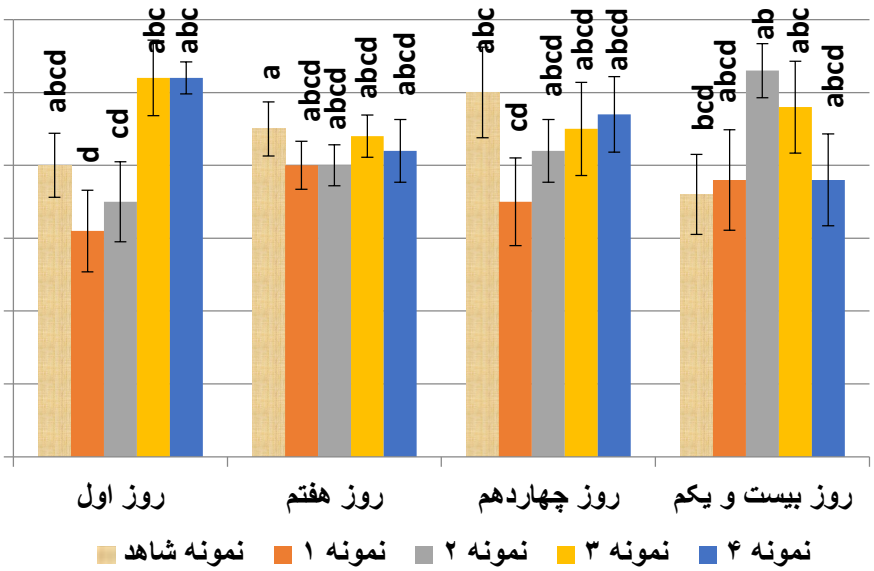




نمودار ٤ – منحنی تغییرات امتیاز حسی در نمونه‌های کفیر غنی شده در ٤ °C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

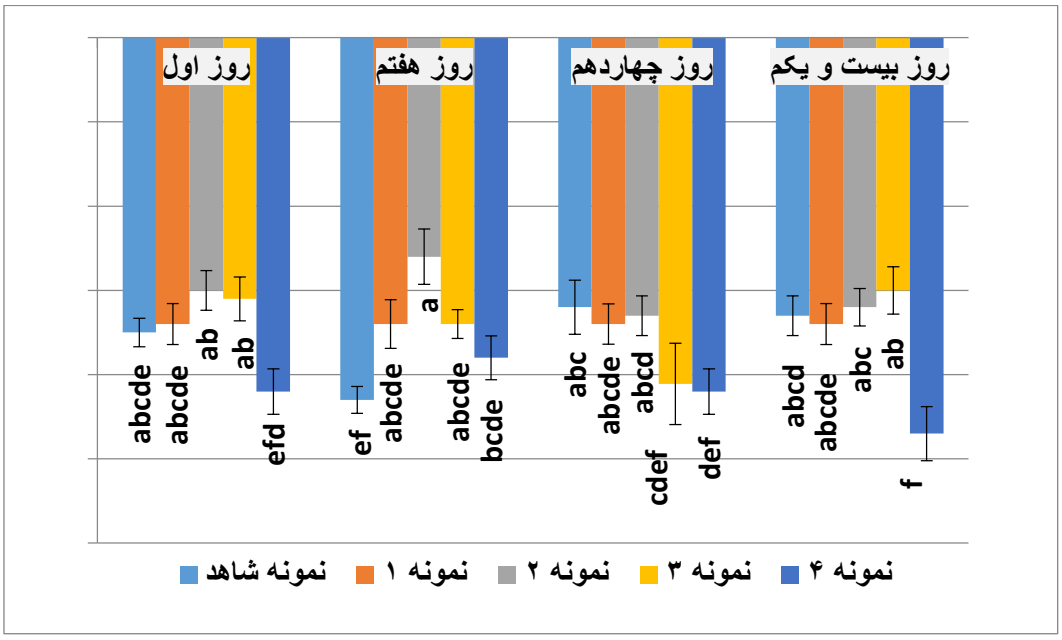
نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری ،با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.



نمودار ۵ – منحنی تغییرات امتیاز L در نمونه های کفیر غنی شده در ٤ °C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری، با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.



نمودار ٦– منحنی تغییرات امتیاز a در نمونه های کفیر غنی شده در ٤ °C به مدت ۲۱ روز نگهداری

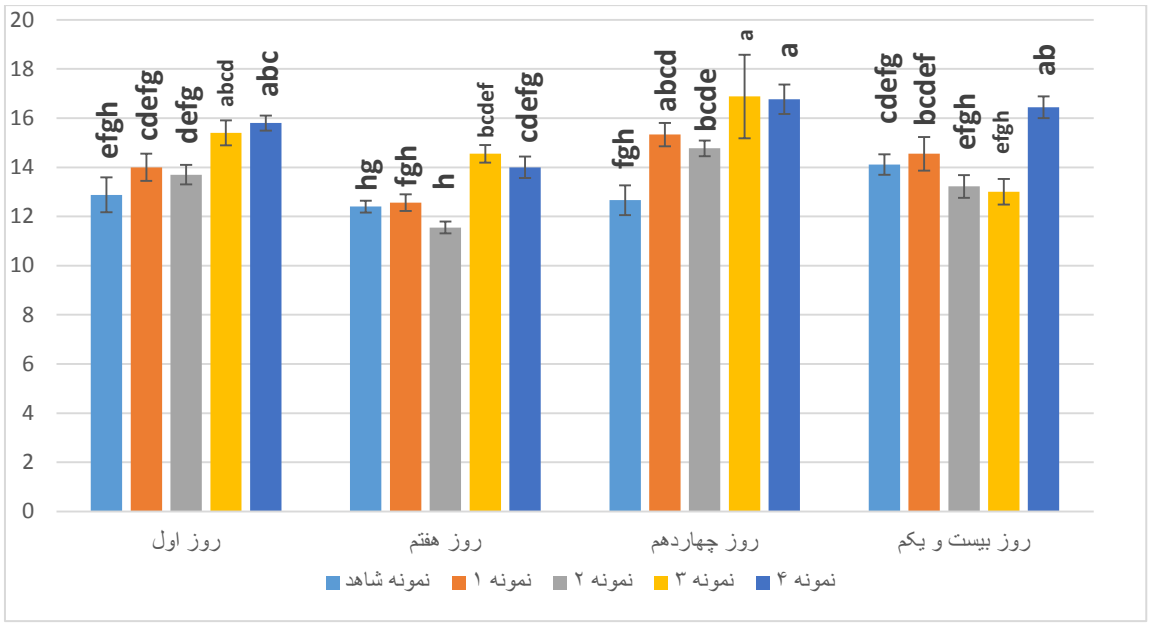
اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری، با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.

باعث افزایش رنگ قرمز سبز درمحصول می‌گردد.

از لحاظ گزینه b در روز اول، نمونه ۴ دارای بیشترین امتیاز است. نمونه شاهد با نمونه ۴ دارای اختلاف معنی دار ($p<0/05$) است. بنابراین اضافه کردن آلژینات باعث افزایش رنگ زرد – آبی در محصول می شود. در روز هفتم بین نمونه شاهد، ۱ ، ۲ و۳ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

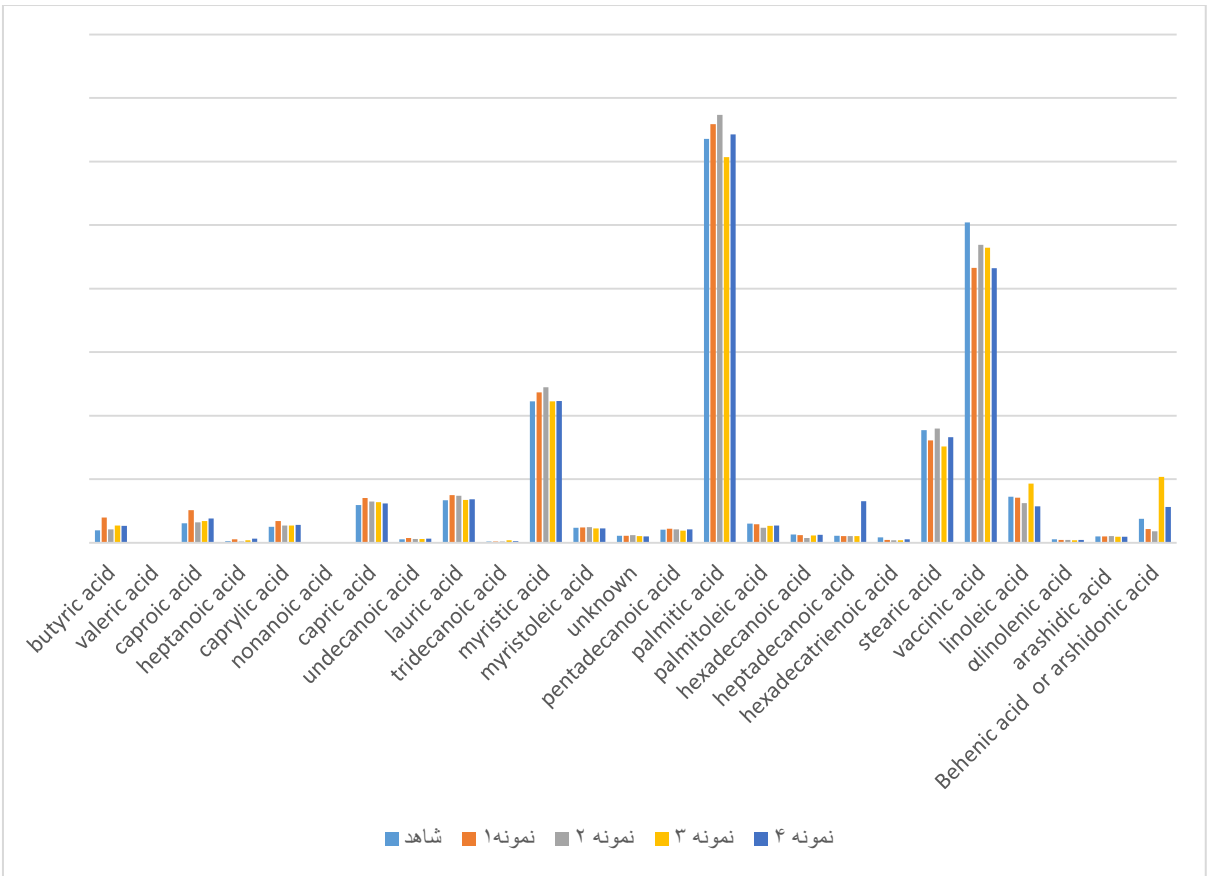
شواهد نشان می‌دهد که افزایش آلژینات باعث افزایش فاکتور b در محصول گردیده است. در روز بیست و یکم بین نمونه شاهد و نمونه ۱، ۲ و ۳ اختلاف معنی داری وجود ندارد. در بین نمونه‌ها، نمونه ۴ دارای ارزش b بالاتری نسبت به سایر نمونه ها است.



نمودار ۷ – منحنی تغییرات امتیازb در نمونه های کفیر غنی شده در٤ °C به مدت ۲۱ روز نگهداری

اعداد (میانگین± خطای استاندارد) سه تکرار هستند.

نتایج با حروف فوقانی متفاوت از لحاظ آماری ،با احتمال خطای ۵ ٪ تفاوت آماری معنی دار دارند.



نمودار ۸– مقایسه ی میزان اسید چرب در بیست و یکمین روز نگهداری کفیر غنی شده

در این تحقیق ۲۴ نوع اسید چرب شناسایی شد.با توجه به نمودار ۱۲، بیشترین میزان اسیدچرب آزاد مربوط به پالمتیک اسید است. بعد از آن اسیدهای واکسینیک اسید، میرستیک اسید و استئاریک اسید در بیشترین میزان قرار

دارند. کمترین میزان اسیدهای چرب آزاد مربوط به α-لینولنیک اسید و C5:0 می باشد. در بین اسیدهای چرب آزاد درنمونه‌های مختلف، اختلاف چندانی مشاهده نمی‌شود. میزان لینولیک اسید در حدود ۴ درصد بوده که از لحاظ تغذیه ای ارزش بالای را به خود اختصاص می دهد.

بحث

در این تحقیق تاثیر دو تیمار آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی کفیر صنعتی و پروفایل اسید چرب آزاد بررسی گردید. شیر خام مورد استفاده، دارای آزمایش الکل منفی، آنتی بیوتیک منفی و اسیدیته آن در حدود۱۶درجه دورنیک بود لذا شیر مناسبی برای تهیه کفیر بوده است.

بررسی درصدهای مختلف آلژینات نشان داد که هر چه میزان آلژینات در نمونه ها افزایش یابدبه همان نسبت pH کاهش یافته است. یکی از دلایل این موضوع افزایش ماده خشک و تحریک فعالیت متابولیک باکتری‌های استارتر می‌باشد (Milani and Koocheki, 2010). نتایج تحقیقات سایرین نیز این مطلب را تایید می کند به عنوان مثال ماست کم چرب حاوی ژلاتین از لحاظ pH دارای تغییر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ با نمونه شاهد است (آقازاده مشگی و همکاران، ۱۳۸۹).

بعلاوه تفاوت معناداری در pH نمونه کنترل و نمونه ۲ که حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز است وجود نداشت. در تایید این موضوع، نتایج تحقیقات Wróblewska و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که آنزیم ترانس گلوتامیناز اثری بر میزان pH ندارد و هیچگونه تغییر معنی‌داری در میزان تولید اسید ایجاد نمی کند. بعلاوه در مطالعات مشابه دیگر محققین بیان کردند که آنزیم ترانس گلوتامیناز در ماست قالبی اثر قابل توجهی بر اسیدیته و pH ندارد (فدایی نوغانی و همکاران، ۱۳۹۳; Faergemande *et al*., 1999; Sanli *et al*., 2011).

به علاوه فدایی نوغانی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی تولید ماست اسفناج با استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز کار کردند و نتایج تحقیقات آنان نشان داد که با افزایش غلظت آنزیم اسیدیته قابل تیتر ومیزان نزول pH آن کاهش یافته است. یکی از دلایل این امر، رشد کند استارترها است. پپتیدهایی با وزن مولکولی کم و یا اسید آمینه‌ای در شیر وجود دارند که برای رشد استرپتوکوکوس ترموفیلوس حیاتی هستند، این پپتید ها توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز دچار اتصالات عرضی شده تا حدودی برای استرپتوکوکوس غیر قابل دسترس می‌شوند.

نتایج این تحقیق نشان داد که هیدروکلوئید آلژینات باعث کاهش اسیدیته می‌گردد. در تحقیقی مشخص شد که افزایش ماده خشک کل تا میزان ۲۷٪ می‌تواند باعث افزایش میزان اسید لاکتیک تا سطح ۱/۶۸٪ گردد که این مقدار دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد که حاوی ۱۴٪ ماده جامد کل بود، می‌باشد. بنابراین افزایش ماده خشک باعث افزایش تولید اسید می‌گردد (مهدیان و مظاهری، ۱۳۸۶). علت بالا رفتن اسیدیته ماست بواسطه افزایش ماده خشک محصول می‌تواند تحریک فعالیت متابولیکی باکتری‌های استارتر اسیدزا توسط هیدروکلوئید باشد.که با نتایج تحقیقات ما مطابقت ندارد (Milani and Koocheki, 2011). یکی از دلایل آن را می‌توان به دلیل اختلاف درصد به کار رفته هیدروکلوییدر در این تحقیق در مقایسه با تحقیقات مشابه باشد. بعلاوه در تحقیقی که بر روی ماست غنی شده با اینولین انجام شده است نمونه حاوی اینولین دارای اسیدیته ای کمتر از نمونه شاهد بود (Codigo Alimentario, 2006) که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج آزمون اسیدیته نشان داد که تفاوت معناداری ($p<۰/۰۵$) بین نمونه شاهد و نمونه کفیر غنی شده با آنزیم ترانس گلوتامینازدر روز اول وجود دارد. در این راستا نتایج تحقیقات Faergmand و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد که آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث اتصال پپتیدهای کوچک به یکدیگر و یا به مولکول کازئین می‌گردند. لذا در دسترس کمتر استارترها قرار می‌گیرند. بنابراین استارتر ها فعالیت کمتری دارند. که با نتایج ما همخوانی دارد. به علاوه نتایج تحقیقات Bonish و همکاران(۲۰۰۷) نشان داد زمانیکه از آنزیم ترانس گلوتامیناز در فرایند ماست سازی استفاده می‌شود، ۸۰٪ پیوندها در یک ساعت اول به وقوع می‌پیوندد در طول مدت اولیه سردخانه‌گذاری هیچگونه تغییراتی در پروفایل پروتئین‌ها ایجاد نمی‌کند. چرا که در این زمان تعداد باکتری‌های ترموفیل، مزوفیل محصول افزایش نمی‌یابد ولی با افزایش زمان، تعداد باکتری‌های سرماگرا بیشتر شده، آنزیم‌های پروتئولیز کننده را ترشح می‌نماید. لذا

در پایان مرحله نگهداری با افت جزیی در سرعت اسید تولیدی مواجه هستیم.که با نتایج این تحقیق که با افزایش زمان، مقدار اسیدیته نسبت به نمونه شاهد افزایش می یابد منطبق است.

بررسی انجام شده بر روی ویسکوزیته محصولات تولیدی نیز نشان داد که آنزیم ترانس گلوتامیناز و صمغ آلژینات باعث افزایش ویسکوزیته در روز اول می‌گردد. همچنین ترکیب آنزیم و صمغ ،در روز اول باعث افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های ترکیبی نسبت به نمونه شاهد شده‌اند. هیدروکلوئیدها در افزایش بافت محصول موثرند به عنوان مثال نتایج مطالعات Janhoj و همکاران (۲۰۰۷) بر روی کربوکسی متیل سلولز نشان داد که این ماده باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردد.

در بین نمونه‌ها، نمونه حاوی ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین ویسکوزیته در روز اول نگهداری می‌باشد. ولی در روزهای بعد این ویسکوزیته کاهش می یابد.در تایید نتایج این تحقیق، Wróblewska و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش معنی‌داری در ویسکوزیته نسبت به‌نمونه شاهد می‌گردد. میکروارگانیزم‌ها در طی مرحله نگهداری با تولید آنزیم‌های پروتئولیتیک پیوندها را شکسته و باعث افت بافت محصول می‌گردند. از آنجاییکه تشکیل پیوندها سریع‌تر از هیدرولیز آنها می‌باشد در ابتدای دوره نگهداری محصول معمولاً با افزایش ویسکوزیته روبرو هستیم ولی در پایان دوره با کاهش ویسکوزیته روبرو هستیم چرا که پیوندهای آن از بین رفته است. در اغلب موارد، ظهور پپتیدهای کوچک ناشی از پروتئولیز میکروب‌ها در پایان مدت نگهداری می‌باشد. این پپتیدهای کوچک باعث کاهش بافت محصول نیز می‌گردند. بنابراین همانطور که در منحنی ویسکوزیته مشاهده می‌شود یکی از عواملی که باعث کاهش ویسکوزیته در طول مدت نگهداری می‌شود. از بین رفتن پیوندهای ایجاد شده توسط آنزیم ترانس گلوتامیناز در طی نگهداری به واسطه پروتئولیز میکروبی می‌باشد (Lorenzen *et al*., 2002). این موضوع با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

مقایسه نمونه‌های حاوی آلژینات نشان داد که ویسکوزیته، در طی مرحله نگهداری در هر نمونه افزایش داشته است. که یکی از دلایل آن را می‌توان تبخیر آب در محصول ذکر نمود.از سوی دیگر بین درصد های مختلف آلژینات اختلاف چندانی وجود ندارد. که این امر شاید به دلیل میزان کم آلژینات بکار رفته در محصول باشد. بعنوان مثال در تحقیقی که توسط عباسی و همکاران (۱۳۸۸) صورت پذیرف. برای ایجاد یک ویسکوزیته مناسب از ۰/۲۵ درصد وزنی گوار استفاده گردید.

بررسی فاکتورهای حسی در نمونه‌های کفیرنشان داد که نمونه ۲ و نمونه ۳ به دلیل استفاده از ترکیب آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز از امتیاز بالاتری نسبت به سایر نمونه ها برخوردارند. همچنین پایدار کننده‌ها در ایجاد و نگهداری طعم در محصول موثرند.

در کفیر سنتی طعم ویژه و مواد فراری که بوجود می‌آیند که در اثر فعالیت باکتری ها و مخمرهای موجود در کفیر می‌باشند. موادی مانند دی استیل، استالدئید، اتانل، بوتانل و ... مسئول این طعم‌ها می‌باشند. لاکتوباسیلوس بولگاریکوس یکی از عمده ترین باکتری‌های تولید کننده این مواد طعمی می‌باشد (Bechkhowaa *et al*., 2003).

در کفیر تولیدی در این طرح ،پایدار کننده‌ها باعث افزایش طعم در طول مدت نگهداری هستند .در این راستا تحقیقات Wróblewska و همکاران(۲۰۰۹) نشان داد که پیوندهای داخلی ایجاد شده بواسطه آنزیم ترانس گلوتامیناز می تواند باعث کاهش آمینواسیدهای آزاد محصول شود. که این عمل باعث افزایش ویژگی حسی در کفیر می‌شود.

Janhoj و همکاران (۲۰۰۷) دو هیدروکلوئید پکتین و کربوکسی متیل سلولز را به صورت مجزا به دوغ اضافه کردند. فاکتورهایی مانند طعم خامه ای یا همان ویسکوزیته دهانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وجود بعضی از طعم‌ها در دوغ می تواند بر روی ویژگی‌های حسی دوغ اثرگذار باشد. به عنوان مثال طعم خامه‌ای، طعم کره‌ای، طعم لیمویی و مهمتر از همه چربی در احساس دهانی مناسب برای دوغ موثرند. از لحاظ رنگ نیز خصوصیت شفافیت رنگی از جمله عواملی است که می‌تواند بر ظاهر دوغ تأثیر گذار باشد. که با یافته‌های ما هماهنگی دارد. در تحقیقات دیگری مشخص شد که ماست حاوی ترانس گلوتامیناز در طی مرحله نگهداری دارای طعمی خفیف‌تر و بافتی خشک، صاف، درخشنده و سفید است (Lorenzen *et al*., 1999).

بعلاوه Isutzu و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند که طعم دوغ رابطه مستقیمی با ویسکوزیته دهانی دارد. همچنین مشخص نمودند که احساس خامه‌ای شدید در دوغ‌ها می‌تواند باعث کاهش امتیاز حسی گردد. یکی از عوامل مهم کاهش احساس دهانی، کاهش ماده خشک بدون چربی[۱] می‌باشد. شواهد نشان می‌دهد زمانی که ماده خشک بدون چربی دوغ بالا رود، خصوصیت طعم خامه ای و ویسکوزیته دهانی افزایش می‌یابد. دلیل اینکه ماده خشک بدون چربی می تواند بر روی طعم دوغ اثر بگذارد این است که اولا هرچقدر ماده خشک بدون چربی دوغ بالاتر باشد طعم آن نزدیک تر به فرآورده‌های لبنی می‌شود، بنابراین مصرف کننده خاصیت چربی بیشتری را در دوغ احساس می‌کند. ولی چنانچه ماده خشک بدون چربی کاهش یابد طعم دوغ به سمت طعم پختگی حرکت می‌کند و عدم رضایت مصرف کننده را در پی دارد.

دوم آنکه هر چقدر ماده خشک بدون چربی بالاتر باشد ویسکوزیته محصول نیز بالاتر می‌رود که ویسکوزیته دهانی عاملی تأثیر گذار بر امتیاز مصرف کننده می‌باشد (Janhoj, 2007). به طور کلی هرچه میزان ترانس گلوتامیناز افزایش یابد، میزان پیوند کووالانسی بین پروتئین‌ها افزایش یافته و ژل قوی‌تر و ویسکوزیته بیشتر می‌گردد (Schorsch *et al.*, 2000). در واقع تیمار ترانس گلوتامیناز می‌تواند خواص تشکیل ژل در کازئین را به واسطه اتصالات عرضی بهبود بخشد (Farnsworth *et al.*, 2006). به علاوه نتایج سایر محققین این امر را تأیید می‌کند (فدایی نوغانی و همکارن، ۱۳۹۳ ;Faergemand *et al.*, 1999)

بنابراین استفاده از هیدروکلوئیدها می توانند به عنوان عامل بر روی طعم و سلیقه مصرف کننده اثر بگذارد.

در تحقیقات دیگری مشخص شد که ماست حاوی ترانس گلوتامیناز در طی مرحله نگهداری دارای طعمی خفیف‌تر و بافتی خشک، صاف، درخشنده و سفید هستند(Lorenzen *et al.*, 1998). یکی از مهمترین خواص محصولات تولید شده کسب رضایت از مصرف آنهاست. بنابراین می بایستی تا جای ممکن از خواص حسی نامطلوب جلوگیری نماییم (فدایی نوغانی و همکاران ۱۳۹۳).

بررسی فاکتورهای رنگ در نمونه‌های کفیر نشان داد که افزایش میزان آلژینات با افزایش فاکتورهای L,a,b در روز اول همراه است و آنزیم ترانس گلوتامیناز تغییری در مولفه L در طول مدت نگهداری ایجاد نمی‌کند. نمونه ۴ دارای بیشترین درصد آلژینات می‌باشد. بنابراین یکی از دلایل کاهش عددی رنگ قرمز سبز بدلیل وجود آلژینات است. بعلاوه مونه ۱ دارای آنزیم ترانس گلوتامیناز است. بنابراین نتیجه گرفته می شود که ایجاد پیوندهای متقاطع در بین پروتئین‌ها می‌تواند بر روی درخشندگی محصول اثر منفی بگذارد. در همین رابطه نتایج تحقیقات Nikoofar و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که زمانیکه از لعاب بهدانه در ماست به عنوان جایگزین چربی استفاده می‌شود هیچگونه تغییر معنا داری در مولفه‌های L,a,b با نمونه شاهد وجود ندارد. که با نتایج ما همخوانی ندارد شاید یکی از دلایل آن اختلاف در هیدروکلوئید بکار رفته و نوع محصول تولیدی باشد.در همین راستا نتایج تحقیقات Noh و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که استفاده از عصاره ذغال اخته به ماست باعث عدم تغییر معنادار در مولفه‌های L,a,b با نمونه شاهد می‌گردد. ولی چنانچه زمان نگهداری بیشتر از ۱۵ روز گردد میزان مولفه a بیشتر می‌گردد. در این تحقیق، نمونه حاوی صمغ ترانس گلوتامیناز از نظر مولفه a فاقد هرگونه تغییر معناداری با نمونه شاهد هستند. در همین راستا نتایج تحقیقات Aprodu و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که هیچگونه تغییر معنا داری در رنگ نمونه‌های ماست حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز با نمونه شاهد وجود ندارد. که با نتایج ما همخوانی دارد.

یکی از ترکیباتی که در طعم و عطر محصول اثر می‌گذارد اسیدهای چرب آزاد می‌باشد. این اسیدهای چرب بر اثر فعالیت میکرو ارگانیزم‌ها بر روی چربی‌های شیر بدست می‌آیند (Ott *et al.*, 2000). در این تحقیق مشخص گردید که بیشترین میزان اسیدچرب آزاد مربوط به پالمتیک اسید است. بعد از آن اسیدهای واکسینیک اسید، میرستیک اسید و استئاریک اسید در بیشترین میزان قرار دارند. استارتر ها بر میزان اسید چرب کوتاه زنجیر موثر بوده ولی بر اسید چرب بلند زنجیر مانند C16-C18 اثری ندارند. اسیدهای چرب میریستیک، پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، اسیدهای چرب غالب در نمونه شیر بزبوده که در ماست آن

[۱] Milk Solid Non Fat

نیز یافت می‌شوند. بیشترین میزان آن مربوط به پالمیتیک اسید است (Serafeimidou *et al*., 2012). که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط محققان انجام شد هگزا دکانوئیک اسید و تترادکانوئیک اسید و دکانوئیک اسید از جمله مهمترین اسیدهای چرب آزاد در نمونه‌های ماست گوسفند و بز بودند (Guler, 2008) که با یافته های این تحقیق مطابقت ندارد .که احتمالا به دلیل اختلاف استارتر بکار رفته در کفیراین طرح و استارترهای ذکر شده می باشد.به عنوان مثال، میزان اسید چرب دکانوییک اسید و دو دکانوئیک اسید بستگی به نوع استارتر به کار رفته دارد و در این راستا، استارتر CH_1 باعث افزایش این اسیدها می شود. ولی استارتر YF-3331 تاثیر چندانی بر آن ندارد (Kondyli *et al*., 2001).

از سوی دیگر در این تحقیق مشخص شد که هیدروکلوئید آلژینات تاثیر عمده‌ای بر پروفایل اسید چرب آزاد ندارد .در تایید این مسئله ، نتایج تحقیقات نشان داد که هیدروکلوئیدها نمی‌توانند باعث ایجاد تغییر معنادار در میزان اسیدهای چرب فرار گردند (Sahan *et al*., 2008).

آنزیم ترانس گلوتامیناز نیز تاثیر چندانی بر پروفایل اسید چرب آزاد ندارد. اسید چرب پالمیتیک بیشترین مقدار را در نمونه‌های حاوی ترانس گلوتامیناز از خود نشان داد.اسید های چرب کوتاه زنجیر مقدار ناچیزی در نمونه ها وجود داشتند.

در این طرح میزان لینولیک اسید ترکیبی حدود ۴ درصد می‌باشد. که از وضعیت مناسبی برخوردار است. میزان لینولئیک اسید در محصولات لبنی تخمیری اغلب بستگی به شیوه تغذیه چهارپایان، منطقه جغرافیایی، تنوع فصلی و منبع غذایی حیوانات در چراگاه ها و نوع علوفه مصرفی، میزان اولیه لینولئیک اسید در شیر خام، دما، نوع استارتر بکار رفته، فرایند تولید و نگهداری دارد (Serafeimidou *et al*., 2013).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی استفاده از صمغ آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در کفیر و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آن نشان داد ترکیب ترانس گلوتامیناز به همراه صمغ آلژینات به نسبت (۰/۰۳۳ و۰/۰۶۶) درصد می‌تواند در بهبود خصوصیات حسی کفیر موثر باشد. آنزیم ترانس گلوتامیناز تاثیری بر pH محصول ندارد. و نمونه حاوی ۰/۱درصد آلژینات از کمترین میزان pH برخوردار بود.همچنین آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش ویسکوزیته محصول می‌گردد و با گذشت زمان این ویسکوزیته بدلیل کاهش پیوندهای بین مولکولی توسط آنزیم پروتئولیز کننده ،کاهش می‌یابد .ترشح آنزیم‌های پروتئولیز کننده توسط باکتریهای سرمادوست و سرماگرا در برودت سردخانه اتفاق می‌افتد. نتایج آزمون‌های ویژه حسی بر روی کفیرهای غنی شده نشان داد که کفیر های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به همراه صمغ آلژینات از بالاترین امتیاز بو و رایحه برخوردار بودند. یکی از دلایل این امر می تواند به دام انداختن ترکیبات فرار به وجود آمده توسط این پایدار کننده ها باشد. نتایج امتیاز طعم نیز نشان داد مصرف همزمان آلژینات به همراه آنزیم ترانس گلوتامیناز در ایجاد و نگهداری طعم موثر است. نتایج حاصل از امتیاز بافت نشان داد که استفاده همزمان از پایدارکننده‌ها امتیاز بالاتری را در محصول ایجاد نموده است. نتایج حاصل از امتیاز رنگ نیز مشخص کرد که آلژینات باعث بد رنگی کمی در محصول تولیدی می گردد. از لحاظ پارامتر رنگ L مشخص گردید که استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز بدلیل ایجاد پیوند متقاطع در پروتیین ها باعث کاهش درخشندگی محصول می‌گردد. از لحاظ پارامتر a ،هیدروکلوئید و آنزیم، تغییر معنا داری در محصول ایجاد نکرد. از لحاظ پارامتر b مشخص گردید که آلژینات باعث افزایش رنگ زرد آبی در محصول می‌شود. و نتایج حاصل از بررسی پروفایل اسید چرب آزاد نمونه‌های کفیر نشان داد که بیشترین اسید چرب پالمتیک اسید بوده و غلظت‌های مختلف آلژینات و ترانس گلوتامیناز تاثیر چندانی بر پروفایل اسید چرب آزاد ندارد. با توجه به تحقیق انجام شده، پیشنهاد می‌گردد از طعم دهنده‌های طبیعی یا اسانس‌های مختلف از جمله زیره، کاکوتی، نعنا، آویشن در محصول استفاده شود همچنین در تحقیقات بعدی از جایگزین‌های پروتیینی در محصول استفاده گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج کمال تشکر را داریم.

منابع

آقـازاده مشـگی، م.، محمـدی، خ.، توتـونچی، س. و فراهانیان، ز. (۱۳۸۸). تولید ماست بدون چربی به هم نزده با استفاده از نشاسته ذرت و ژلاتین. علوم غذایی و تغذیـه. جلـد ۷، شماره ۳، ۷۳-۶۶.

افشـاری جویبـاری، ح. و فرحنـاکی، ع. (۱۳۸۸). امکـان استفاده از نرم افزار فتوشاپ بـرای انـدازه گیـری رنـگ مـواد غذایی: بررسی تغییرات رنـگ خرمـای مضـافتی بـم در طـی رساندن مصنوعی. پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایـران. ۵ (۱) ، صفحات ۳۷-۴۶.

بی‌نام. (۱۳۶۴). روش انـدازه گیـری مـاده خشـک بـدون چربی. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۶۷.

بی نام. (۱۳۶۶). روش تعیین اسیدیته کل و pH با تراکم هیدروژن در شیر و فرآورده هـای آن. اسـتاندارد ملـی ایـران، شماره ۲۸۵۲.

بی نام. (۱۳۷۱). روش اندازه گیریَ چربی. استاندارد ملـی ایران، شماره ۳۶۶.

بی نام.(۱۳۷۴). روش اندازه گیری دانسیته. استاندارد ملـی ایران، شماره ۶۳۸.

بی نام. (۱۳۸۱). شیر و فراورده هـای آن-روش شـمارش کلی پرگنه های میکروارگانیسم ها در ۳۰ درجـه سلسـیوس، استاندارد ملی ایران ، شماره ۵۴۸۴.

بی نام. (۱۳۸۲). تست الکل ، استاندارد ملی ایران، شـماره ۱۵۲۸.

فـدایی نوغـانی، و.، مفیـدی، ا. و زارعـی، م. (۱۳۹۳). اثـر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به عنوان بخشی از کنسـانتره پروتئین شیر بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسـی ماسـت اسـفناج. مجلـه علـوم تغذیـه و صـنایع غـذایی ایـران, ۹(۳), صفحات ۹۳-۱۰۰

قنبری، م. (۱۳۸۳). هیدروکلوییدها و خواص کاربردی آنها در صنایع غذایی. چاپ اول، انتشـارات ورسـه، ۳۸، صـفحات-۴۹.

هاشـمی نیـا، س. م.، ابـراهیم زاده موسـوی، س. م. ع.، احسانی، م. ر. و دهقـان نیـا، ج. (۱۳۹۰). تـأثیر افـزودن ژلان روی ویژگی‌های رئولوژیکی و ثابت سازی دوغ فیبردار. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۱(۲) ، صفحات ۱۹۳-۱۷۹.

Ando, H., Adachi, M., Umeda, K., Matsuura, A., Nonaka, M. & Uchio, R. (1989). Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms. Agricultural and Biological Chemistry, 53(10), 2613-2617.

Aprodu, I., Gurau, G., Ionescu, A. & Banu, I. (2011). The effect of transglutaminase on the rheological properties of yogurt. Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 12(2), 185-196.

Beshkovaa, D. M., Simovaa, E. D., Frengovaa, G. I., Simovb, Z. I. & Dimitrov, Z. P. (2003). Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. International Dairy Journal, 13, 529-535.

Bönisch, M. P., Huss, M., Weitl, K. & Kulozik, U. (2007). Transglutaminase crosslinking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. International Dairy Journal, 17(11), 1360-1371.

Elagamy, E. I. (2000). Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cows' and buffalo milk proteins. Food Chemistry, 68(2), 227-232.

Faergemand, M., Sorensen, M. V., Jorgensen, U., Budolfsen, G. & Qvist, K. B. (1999). Transglutaminase: Effect on instrumental and sensory texture of set style yoghurt. Milchwissenschaft, 54, 563-566.

Farnsworth, J. P., Li, J., Hendricks, G. M. & Guo, M. R. (2006). Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yoghurt. Small Rumin, 65, 113-121.

Firestone, D. (1989). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (Vol. 5). Champaign, IL, USA: AOCS.

Góes-Favoni, S. P. & Bueno, F. R. (2014). Microbial transglutaminase: General characteristics and performance in food processing technology. Food Biotechnology, 28(1), 1-24.

Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P. L. M. & Ogliari, P. J. (2009). Bordignon-Luiz M.T. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. LWT - Food Sci and Technol., 42: 239-43.

Guler, Z. (2008). Evaluation of lipolysis in set-type fermented milks made with different commercial yoghurts starter cultures during storage. Milchwissenschaft, 63(1), 73-77.

Hashim, I. B., Khalil, A. H. & Afifi, H. S. (2009). Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. Journal of Dairy Science, 92(11), 5403-5407.

Horwitz, W. & Latimer, G. (2010). Official methods of analysis J. Editors. ed. Available on CD.

Isutzu, T., Taneya, S., Kikuchi, E. & Sone, T. (1981). Effect of viscosity on perceived

sweetness intensity of sweetened sodium carboxymethylcellulose solutions. Journal of Texture Studies, 12(2), 259-273.

Janhoj, T., Frost, M. B. & Ipsen, R. (2008). Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. Food Hydrocolloids, 22, 798-806 .

Kondyli, E. & Katsiari, M. C. (2002). Fatty acid composition of raw ewe's milk of Boutsiko breed during lactation. Milchwissenschaft, 57(2), 74-76.

Lorenzen, P. C., Schlimme, E. & Roos, N. (1998). Crosslinking of sodium caseinate by a microbial transglutaminase. Nahrung, 42, 151-154.

Lorenzen, P. C., Neve, H., Mautner, A. & Schlimme, E. (2002). Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yogurt. International Journal of Dairy Technology, 55, 152-157.

Marquina, D., Santos, A., Corpas, I., Mut-1oz, J., Zazo, J. & Peinado, J. M. (2002). Dietary influence of kefir on microbial activities in the mouse bowel. Applied Microbiology, 35, 136-140.

Milani, E. & Koocheki, A. (2011). The effects of date syrup and guar gum on physical, rheological and sensory properties of low fat frozen yoghurt dessert. International Journal of Dairy Technology, 64(1), 121-129.

Nikoofar, E., Hojjatoleslami, M. & Shariaty, M. A. (2013). Surveying the Effect of Quince seed Mucilage as a Fat Replacer on Texture and Physicochemical Properties of Semi Fat Set Yoghurt. Int. J. Farm Alli. Sci, 2, 861-865.

Ninane, V. B. R. & Oger, S. (2005). Variability of the microbial abundance of kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. Biotechnol Agron. Soc. Environ 9(3), 191-194.

Noh, H. J., Seo, H. M., Lee, J. H. & Chang, Y. H. (2013). Physicochemical and Sensory Properties of Yogurt Supplemented with Corni fructus during Storage.Preventive nutrition and food science, 18(1), 45-49.

Nonakam, M., Tanaka, H., Okiyama, A., Motoki, M., Ando, H., Umeda, K. & Matsura, A. (1989). Polymerization of several proteins by Ca2`- independent transglutaminase derived from microorganism. Agric Biol Chem, 53, 2619-2623.

Otés, E. & Cagindi, O. (2003). Kefir: A probiotic dairy composition, nutritional and therapeutic aspects. Journal of nutrition Pakistan 2(2), 54-59.

Ott, A., Germond, J. E. & Chaintreau, A. (2000). Vicinal diketone formation in yogurt: 13C precursors and effect of branched-chain amino acids. Journal of agricultural and food chemistry, 48(3), 724-731.

Özrenk, E. (2006). The use of transglutaminase in dairy products. International Journal of Dairy Technology, 59(1), 1-7.

Poulsen, L. K. (2004). Allergy assessment of foods or ingredients derived from biotechnology, gene-modified organisms, or novel foods. Molecular Nutrition and Food Research, 48, 413-423.

Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E. & Padilla, A. P. (2012). Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltreted soy milk concentrate added with inulin. LWT-Food Science and Technology, 45(2), 142-147.

Roberts, M. & Yarunin, S. (2000). Danone moves into Russian kefir market. New Nutrition Business, 6, 22-24.

Sahan, N., Yasar, K. & Hayaloglu, A. A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids, 22(7), 1291-1297.

Schorsch, C., Carrie, H. & Norton, I. T. (2000). Cross-linked casein micelles by a microbial transglutaminase: influence of cross-links in acid-induced gelation. International Dairy Journal, 10, 529-539.

Serafeimidou, A., Zlatanos, S., Laskaridis, K. & Sagredos, A. (2012). Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. Food chemistry, 134(4), 1839-1846.

Serafeimidou, A., Zlatanos, S., Kritikos, G. & Tourianis, A. (2013). Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk. Journal of Food Composition and Analysis, 31(1), 24–30.

Tamime, Y. & Robinson, R. K. (2007). Background to manufacturing practice. In: Tamime and Robinson (Eds.) Yoghurt science and technology. Cambridge, England Wood Head Publishing.

Wróblewska, B., Kołakowski, P., Pawlikowska, K., Troszyńska, A. & Kaliszewska, A. (2009). Influence of the addition of transglutaminase on the immunoreactivity of milk proteins and sensory quality of kefir. Food Hydrocolloids, 23(8), 2434-2445.