مهندسی بیوسیستم ایران، دورۀ ۴۶، شمارۀ ۲، تابستان ۱۳۹۴ (ص ۱۱۶-۱۰۵)

امکان‌سنجی تولید ماست فراسودمند سین‌بیوتیک از شیر شتر با استفاده ازβ-گلوکان جو دوسر

ژاله‌سادات لاجوردی[۱]، محمدسعید یارمند[۲]، زهرا امام‌جمعه[۳*]، امیر نیاسری نسلجی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکدۀ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکدۀ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکدۀ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴. استاد، گروه علوم درمانگاهی، دانشکدۀ دامپزشکی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۲- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴)

چکیده

با توجه به خواص منحصربه‌فرد شیر شتر، این محصول می‌تواند به‌عنوان غذا-دارو مصرف شود. از این رو در این تحقیق به بررسی تولید ماست فراسودمند سین‌بیوتیک از شیر شتر پرداخته شد. در این مطالعه متغیرهای مستقل (در سه سطح) عبارت‌اند از: β-گلوکان (عامل پری‌بیوتیک) ۰-۱-۲درصد، میزان چربی ۰-۲/۵-۵درصد، میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک ۰/۵-۱-۱/۵درصد، در مدت زمان نگهداری ۰-۷-۱۴ روز. کم‌ترین میزان آب‌اندازی ماست تولیدی (۰درصد)، با بیشترین درصد β -گلوکان (۳درصد) و چربی (۵درصد) به‌دست آمد. کمترین مقدار pH (pH=۴/۰۶) در ماست بدون چربی (چربی ۰درصد) با افزایش میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک (۱/۵درصد) و β –گلوکان (۲درصد) در روز چهاردهم مشاهده شد. با افزایش میزان β -گلوکان و کاهش درصد چربی در روزهای اولیۀ نگهداری، زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در حد مطلوب (10^7 cfu/mL) در ماست تولیدی حاصل شد. بیشترین گرانروی با افزایش میزان β -گلوکان (۳درصد)، درصد چربی (۲/۵درصد) در روز هفتم نگهداری در محصول مشاهده گردید. طبق نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی حسی محصول، با افزایش β -گلوکان در مدت زمان نگهداری، محصول تولیدی از طعم و پذیرش کلی بالاتری در بین مصرف‌کنندگان برخوردار بود.

کلیدواژگان: آب‌اندازی، اسیدیته، پری‌بیوتیک، زنده‌مانی پروبیوتیک.

مقدمه

با توجه به شیوۀ نوین زندگی و تغییر عادت‌های غذایی مردم به تهیۀ غذاهای آماده و به‌تبع آن مخاطراتی که این غذاها برای سلامتی انسان‌ها ایجاد می‌کنند، تقاضا برای مصرف غذاهای فراسودمند (مواد غذایی که علاوه بر خواص تغذیه‌ای مناسب، خواص سلامت‌بخش نیز داشته باشند) افزایش پیدا کرده است و از آنجاکه محصولات لبنی در صنعت غذا و تغذیۀ روزانۀ مردم جایگاه ویژه‌ای دارند، بحث تولید محصولات لبنی فراسودمند جدید ازقبیل فرآورده‌های لبنی پروبیوتیک و پری‌بیوتیک کم‌چرب و ارتقای کیفیتشان مطرح می‌شود.

شتر دامی مقاوم به شرایط سخت همچون دمای بالا و خشکی است و برای مناطقی که به‌دلیل مطلوب‌نبودن آب‌وهوا، قابلیت پرورش دام‌های دیگر را ندارند، بسیار مناسب است. مقدار شیردهی شتر در شرایط گرم‌وخشک و بیابانی از ۳/۵ تا ۴ لیتر در روز است (Hashim *et al*., 2009 ; Ayadi *et al*., 2009).

تغذیه و آب مصرفی شتر بر ترکیبات و طعم شیر مؤثر است (Konuspayeva *et al*., 2009; Khaskheli *et al*., 2005).

با توجه به خواص غذایی-دارویی منحصربه‌فرد شیر شتر در مقایسه با شیر گاو مانند پنج برابر پتاسیم و ویتامینC (Sawaya *et al*., 1984)، چهار برابر سدیم، سه برابر کلسیم و منیزیم، و مقدار بیشتری اسیدهای چرب غیر اشباع (Niasari-Naslaji *et al*., 2012; Stahl *et al*., 2006)، کلر، اسیدفولیک، پروتئین لاکتوفرین (Haddadin *et al*., 2008)، و همچنین خواص آنتی‌باکتریال و ضد ویروسی و وجود آنتی‌بادی‌ها، ترکیبات ضدسرطانی، و پپتیدهای زیست‌فعال در این شیر، که به آن قابلیت مبارزه با بیماری‌هایی مثل سرطان، آلزایمر، هپاتیت C، HIV، سل، زخم‌معده می‌دهد (lami *et al*., 2011; Meisel *et al*., 2004; Fiat *et al*., 1993; Clare *et al*., 2000)، چربی و لاکتوز آن به نسبت شیر گاو کمتر (Shamsia *et al*., 2009)، و دارای مادۀ شبه‌انسولین است، گزینۀ مناسبی برای افراد دیابتی (Agrawal *et al*., 2005) و حساس به لاکتوز است (Khaskheli *et al*., 2005). بررسی‌ها نشان داده است که این شیر عوامل دارویی دارد و برای سلامتی انسان بسیار مفید است

* نویسندۀ مسئول: ememj@ut.ac.ir

(Agrawal *et al*., 2007). این ویژگی‌های منحصربه‌فرد شیر شتر موجب شده است که این محصول بتواند گزینهٔ مناسبی برای ورود به زنجیرهٔ غذایی مردم باشد، ولی با توجه به قابلیت ماندگاری کم شیر شتر و محدودیت فصل شیردهی این دام، ضرورت روشی برای نگهداری طولانی‌مدت آن مطرح می‌شود که یکی از این روش‌ها تولید ماست از شیر شتر است که دارای ماندگاری طولانی‌تر و خواص تغذیه‌ای بهتری به نسبت شیر خام آن باشد.

پروبیوتیک‌ها براساس تعریف FAO/WHO ریززنده‌هایی هستند که اگر به تعداد کافی (در برخی منابع $۱۰^{۶}$ cfu/mL و برخی $۱۰^{۷}$-$۱۰^{۸}$ cfu/mL) به‌صورت زنده استفاده شوند، تأثیرات سلامت‌بخش در میزبان خود بروز می‌دهند. لاکتوباسیلوس‌ها (*Lactobacillus*) به عنوان مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک حاوی تأثیرات سلامت‌بخشی مانند بهبود عدم تحمل لاکتوز، جلوگیری و کنترل سرطان‌ها، کاهش کلسترول و تنظیم چربی خون، درمان زخم معده و التهاب روده، تسهیل و بهبود جذب املاح، و تقویت سیستم ایمنی بدن هستند (Faraji *et al*., 2012). زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها هنگام استفاده در محصول نهایی را می‌توان با کمک کربوهیدرات‌های پری‌بیوتیکی بهبود بخشید که ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک، سین‌بیوتیک نامیده شده است، که درنتیجه موجب افزایش تعداد باکتری‌های پروبیوتیک و کاهش باکتری‌های بیماری‌زا و پاتوژن در محصول تولیدی می‌گردد (Mishra *et al*., 2012).

پری‌بیوتیک‌ها، کربوهیدرات‌های پیچیدهٔ غیرقابل هضمی هستند که موجب بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های روده‌ای می‌شوند و زنده‌مانی آنها را افزایش می‌دهند و درنتیجه تأثیر خوبی بر سلامت مصرف‌کننده دارند (Vasilievic *et al*., 2007). ترکیب پری‌بیوتیک مطالعه‌شده در این تحقیق، β -گلوکان استخراج‌شده از جو دوسر است. β -گلوکان پلی‌ساکارید ذخیره‌ای طبیعی موجود در دیوارهٔ سلولی (در دیوارهٔ سلول‌های آندوسپرم) جو دوسر، گندم، و برخی دیگر از غلات و دارای ساختار (1→3) (1→4)-β-D-glucan با باندهای گلوکوزیدی (1→3) است که موجب بیشترشدن حلالیت آن در آب و امکان استفاده از β -گلوکان در محصولات لبنی می‌شود. از آنجاکه اتصالات β با آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان قابل هضم نیستند، به‌عنوان فیبر رژیمی و عامل پری‌بیوتیکی استفاده می‌شوند (Sahana *et al*., 2008; Vasilievic *et al*., 2007). β-گلوکان ترکیبی فراسودمند است که دارای خواص تغذیه‌ای-درمانی شامل بهبود فعالیت روده‌ها (وظیفهٔ فیبرها)، کاهندهٔ اسیداوریک خون، محرک سیستم ایمنی بدن، کاهش کلسترول (HDL) و قند خون (Chao *et al*., 2013; Xu *et al*., 2013) و همچنین قابلیت بافت‌دهندگی مناسب آن (Sahana *et al*., 2008) موجب شده است که علاوه بر خاصیت پری‌بیوتیکی، به‌صورت افزودنی ساختاری برای بافت‌دهندگی و جایگزین چربی در محصولات لبنی کم‌چرب مدنظر ما قرار بگیرد.

هدف این تحقیق، با استناد بر مسائل مطرح‌شده در قسمت‌های پیشین، تولید محصول لبنی (ماست) سین‌بیوتیک از شیر شتر و β -گلوکان استخراجی از جو دوسر است. با تولید این محصول می‌توان فرآوردهٔ باارزشی مانند شیر شتر را که تاکنون زیاد مورد توجه صنعت قرار نگرفته است، وارد چرخهٔ غذایی مردم کرد. هدف نهایی تولید محصول لبنی سین‌بیوتیک (فراسودمند) با استفاده از β -گلوکان جو دوسر برای افزایش خواص تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی است.

مواد و روش‌ها

مواد

در این پژوهش شیر شتر از دانشکدهٔ دامپزشکی دانشگاه تهران تهیه شد. جو دوسر از مؤسسهٔ تهیه و فرآوری گیاهان دارویی طارونهٔ استان قم خریداری شد و β -گلوکان طبق روش (Moura *et al*., 2011) از جو دوسر استخراج شد. استارتر پروبیوتیک تجاری (ABY1) از شرکت کریستین هانسن ازطریق کارخانهٔ پگاه تهران تهیه شد.

تهیهٔ ماست

برای تهیهٔ نمونه، ابتدا شیر شتر با سانتریفیوژ (Hettich, Universal 320, Germany) استانداردسازی شد و در سه سطح چربی ۰–۲/۵–۵درصد آماده گردید، سپس β -گلوکان در سه سطح ۰–۱–۲درصد مطابق طرح آزمایش (جدول ۱) به شیر افزوده شد و توسط یکنواخت‌کنندهٔ اولتراتراکس (IKA, T25, Germany) با سرعت ۹۰۰۰ دور در دقیقه همگن شد و در دمای ۷۰°C به‌مدت ۱۵ دقیقه عمل پاستوریزاسیون بر شیر شتر انجام پذیرفت و پس از خنک‌شدن تا دمای ۴۲°C استارتر تجاری حاوی میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک در سطوح ۰/۵–۱–۱/۵درصد طبق طرح آزمایش جدول ۱ افزوده شد و سپس به ظروف ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و گرمخانه‌گذاری شد. بعد از رسیدن به pH=۴/۶ نمونه‌ها به یخچال با دمای ۴°C انتقال داده شدند و در روزهای ۰ و ۷ و ۱۴ آزمایش‌های لازم بر نمونه‌ها انجام گرفت.

جدول ۱. طرح آزمایش تهیهٔ ماست از شیر شتر

شمارهٔ نمونه	β-گلوکان (درصد)	چربی (درصد)	تلقیح پروبیوتیک (درصد)	زمان (روز)
۱	۲	۵	۰/۵	۱۴
۲	۱	۰	۱	۷
۳	۱	۲/۵	۱	۰
۴	۱	۲/۵	۰	۷
۵	۲	۰	۰/۵	۱۴
۶	۱	۲/۵	۱	۷
۷	۰	۵	۰/۵	۱۴
۸	۰	۵	۱/۵	۰
۹	۲	۵	۱/۵	۰
۱۰	۰	۵	۱/۵	۱۴
۱۱	۱	۲/۵	۱	۷
۱۲	۱	۲/۵	۲	۷
۱۳	۱	۲/۵	۱	۷
۱۴	۲	۵	۱/۵	۱۴
۱۵	۱	۲/۵	۱	۲۱
۱۶	۰	۰	۱/۵	۱۴
۱۷	۰	۵	۰/۵	۰
۱۸	۳	۲/۵	۱	۷
۱۹	۰	۲/۵	۱	۷
۲۰	۱	۲/۵	۱	۷
۲۱	۱	۲/۵	۱	۷
۲۲	۱	۲/۵	۱	۷
۲۳	۰	۰	۰/۵	۱۴
۲۴	۰	۰	۰/۵	۰
۲۵	۰	۰	۱/۵	۰
۲۶	۲	۵	۰/۵	۰
۲۷	۱	۲/۵	۱	۷
۲۸	۲	۰	۱/۵	۰
۲۹	۲	۰	۰/۵	۰
۳۰	۲	۰	۱/۵	۱۴

روش‌ها

بررسی ترکیبات شیر شتر

محتوای مواد جامد، پروتئین، و خاکستر و محتوای چربی طبق روش AOAC برای شیر شتر دریافتی اندازه‌گیری شد.

بررسی تغییرات pH

تغییرات با دستگاه pHسنج دیجیتال (Crison, GLP22, Spain) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی

۲۵ گرم از نمونه روی کاغذ صافی ۱۲۵ میلی‌متر (شمارهٔ ۵۸۹^{۳}) (Schlricher & Schuell, Germany) و قیف و استوانهٔ مدرج اندازه‌گیری شد، بعد از گذشت ۲ ساعت (۱۲۰ دقیقه) میزان سرم جداشده اندازه گرفته شد و درصد آب‌اندازی در مقایسه با مقدار نمونهٔ اولیه و مقدار سرم جداشده محاسبه شد (Sahana *et al*., 2008).

بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک

۱ گرم از نمونه با ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و یکنواخت شد و تا غلظت 10^{-6} و 10^{-7} رقت‌سازی انجام شد و سپس ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در ۲ تکرار در پلیت حاوی محیط کشت MRS-Agar (Merck, Germany) به‌همراه ۰/۱۵درصد Bile-Bovin (Sigma-Aldrich, U.S.A) منتقل و بعد از اختلاط کامل، پلیت‌های حاوی محیط کشت و نمونه به‌مدت ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری شد، بعد از گذشت این زمان، با شمارش کلنی‌های رشدکرده در محیط کشت، تعداد باکتری پروبیوتیک زنده‌مانده در نمونه مشخص شد (Faraji *et al*., 2012).

اندازه‌گیری گرانروی ظاهری

گرانروی ظاهری با ویسکومتر (DV-II+Pro, Brookfield, Middleboro, MA, U.S.A.) در ۲۵ دور در دقیقه، در ثانیه ۳۰ام، با اسپیندل شمارهٔ ۶۰ اندازه‌گیری شد. این سنجش در مدت نگهداری و در دمای ۴±۱^{o}C انجام پذیرفت (Faraji *et al*., 1391؛ Chiavaro*et al*., 2007).

بررسی خواص حسی

ارزیابی خواص حسی نمونه‌های ماست منجمد توسط ۱۰ نفر از دانشجویان رشتهٔ علوم و صنایع غذایی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران و بر اساس مقیاس پنج‌نقطه‌ای هدونیک انجام شد (۱= بسیار بد، ۲= بد، ۳= متوسط، ۴= خوب، ۵= بسیارخوب) از داوران خواسته شد نمونه‌ها را از نظر طعم و پذیرش کلی بررسی کنند.

تجزیه و تحلیل آماری

طرح آزمایش و تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش سطح پاسخ (RSM) ازطریق نرم‌افزار Design Expert 8 و با استفاده از جدول تجزیهٔ واریانس (α<0/05) در سه تکرار انجام پذیرفت. طرح آماری آزمایش به‌صورت مربع مرکزی (CCD) در نظر گرفته شد (جدول۱).

نتایج و بحث

بررسی ترکیبات شیر شتر

نتایج بررسی ترکیبات (آنالیز شیمیایی) شیر شتر دریافتی در جدول ۲ آورده شده است. نتایج به‌دست‌آمده در محدودهٔ مقدارهای تعیین‌شده (Hashim *et al*., 2009) قرار داشت.

جدول ۲. آنالیز شیمیایی شیر شتر

فاکتور	مادهٔ خشک (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	لاکتوز (درصد)	چربی (درصد)	pH	اسیدیته (g/L)
مقدار	۹±۰/۰۱	۰/۹±۰/۰۰۱	۲/۷±۰/۰۱	۳/۱±۰/۰۱	۴/۱±۰/۰۱	≈ ۶/۴۹	۳/۰۶±۰/۰۰۱

N=۵

بررسی میزان آب‌اندازی محصول

مدل معنی‌دار برای پیش‌بینی تغییرات میزان آب‌اندازی محصول، مدل خطی (Linear) است که در رابطهٔ ۱: A، B، C، و D به‌ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β -گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است:

(۱) مدل آب‌اندازی

$$synersis=+12.21-(8.95\times A)-(1.71\times B)-(0.13\times C)-(3.50\times D$$

مدل به‌دست‌آمده دارای ضریب تبیین بالا (R^2 =۰/۹۲) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ مناسب (R^2-Adj=۰/۹۰) است، که بیانگر این است که مدل ۱ معنی‌دار و توجیه‌پذیر بوده است.

محصول تولیدی دارای درصد آب‌اندازی مطلوب و ظرفیت نگهداری آب مناسبی است که ما با استفاده از عوامل گوناگون توانستیم این میزان‌ها را نیز بهبود بخشیم.

جدول ۳. جدول ANOVA برای بررسی تغییرات میزان آب‌اندازی محصول

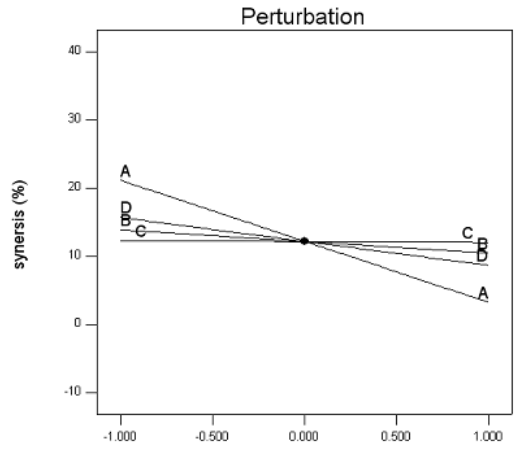
فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۱۲/۲۷	۴	<۰/۰۰۰۱ *
A-پری‌بیوتیک	-۸/۹۵	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B-چربی	-۱/۷۱	۱	۰/۰۰۹۴ *
C-تلقیح پروبیوتیک	-۰/۱۳	۱	۰/۸۴۴۲ ns
D-زمان	-۳/۵۰	۱	<۰/۰۰۰۱ *
عدم برازش	-	۱۹	۰/۱۳۱۶ ns
خطا	-	۲۴	-

* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیرمعنی‌دار

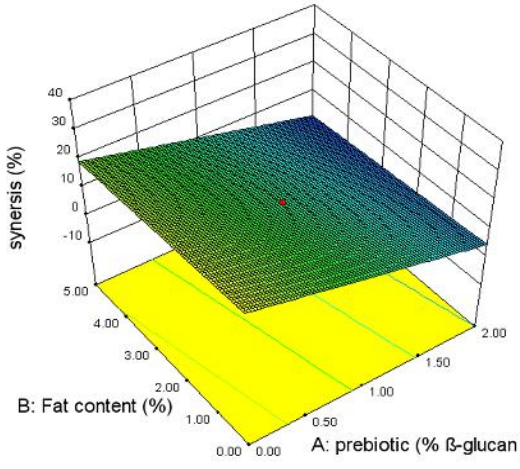
با توجه به جدول ۳ تغییرات میزان β -گلوکان و درصد چربی و گذشت زمان، تأثیرات معنی‌داری بر میزان آب‌اندازی ماست تولیدی دارد و طبق شکل ۱ با افزایش هر کدام از فاکتورها، آب‌اندازی کاهش می‌یابد که بیشترین کاهش در میزان آب‌اندازی، با افزایش میزان β -گلوکان رخ داده که مشابه نتایج Vasilievic *et al*. (2007) بر شیر گاو است، که از مقایسهٔ نتیجهٔ به‌دست‌آمده درمی‌یابیم که نوع شیر مصرفی در تولید ماست در این مرحله تأثیر شایان توجهی بر میزان آب‌اندازی ندارد. طبق این نتیجه محصول تولیدی خصوصیاتی فیزیکوشیمیایی مشابه با سایر محصولات رایج داشته و در دسترس مصرف‌کنندگان است (محصولات تولیدی از شیر گاو). با این تفاوت که ماست حاصل از شیر شتر دارای خواص سلامت‌بخشی بسیار بالاتری به نسبت محصولات تولیدی از شیر گاو است و از این محصول تولیدی می‌توان به‌عنوان محصولی فراسودمند و یک غذادارو با ویژگی‌های مطلوب یاد کرد. کاهش آب‌اندازی مشاهده‌شده به‌علت ساختار فیبرمانند β -گلوکان است که با هیدراته‌شدن و ایجاد ساختار شبکه‌ای، مولکول‌های آب را در خود به دام انداخته و از خروج آب ممانعت به‌عمل آورده و درنتیجه آب‌اندازی محصول تولیدی حتی با گذشت زمان، کاهش پیدا کرده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده درمی‌یابیم که β -گلوکان علاوه بر خاصیت پری‌بیوتیکی عامل مؤثری برای کاهش آب‌اندازی و بهبود بافت ماست تولیدی است. گذشت زمان و تغییر درصد چربی نقش کاهشی کم ولی معنی‌داری بر آب‌اندازی دارند. با افزایش درصد چربی به‌دلیل افزایش ویسکوزیتهٔ محصول تولیدی، بافت و ساختار مستحکم‌تری در ماست ایجاد شده درنتیجه مولکول‌های آب در شبکهٔ مستحکم‌تری به دام افتاده و از خروج خودبه‌خودی آنها جلوگیری به عمل آمده است، درنتیجه از میزان آب‌اندازی محصول تولیدی به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود. گذشت زمان نیز به‌دلیل افزایش هیدراتاسیون و به‌دام‌افتادن مولکول‌های آب بیشتر در شبکهٔ مستحکم ذکرشده، موجب ممانعت بیشتر از خروج آب از این ساختار در طول مدت نگهداری می‌شود و تأثیر معنی‌دار کاهشی بر میزان آب‌اندازی محصول تولیدی دارد. این رفتار مشابه نتایج به‌دست‌آمده در تحقیقات انجام‌گرفته روی شیر گاو توسط Sahana *et al*., (2008) است و این محققان نیز مشاهده کردند که با گذشت زمان و افزایش درصد چربی در ماست تولیدی از شیر گاو، می‌توان از میزان آب‌اندازی این محصول کم کرد به‌طوری که کیفیت محصول در طول نگهداری مشابه روزهای اولیهٔ تولید باشد.

طبق نمودار شکل ۲ با افزایش درصد پری‌بیوتیک و درصد چربی، آب‌اندازی کاهش می‌یابد ولی این دو، تأثیر هم‌افزایی برهم ندارند به‌طوری که شیب تغییرات آب‌اندازی بر اثر تغییرات درصد پری‌بیوتیک (β -گلوکان) در مقدارهای زیاد یا کم درصد چربی تغییر نمی‌کند و همچنین با تغییرات درصد پری‌بیوتیک،

اثر چربی تغییر نکرده است، درنتیجه تغییرات این دو فاکتور بر فاکتور دیگر تأثیر معنی‌داری ندارد و مدل خطی مدل مناسبی برای بررسی تغییرات آب‌اندازی است.



شکل ۱. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر میزان آب‌اندازی ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر. A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است.



شکل ۲. نمودار سه‌بعدی برای بررسی میزان آب‌اندازی بر اثر تغییر در درصد β-گلوکان و درصد چربی

بررسی تغییرات pH

مدل خطی (Linear)، مدل پیشنهادی و معنی‌دار برای توجیه تغییرات pH است و دارای ضریب تبیین مناسب (R^2=۰/۹۳) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ بالا (R^2-Adj=۰/۹۲) است. میزان pH مشاهده‌شده در نمونه‌ها برای مصرف مطلوب و مورد پسند مصرف‌کننده‌گان است. در رابطهٔ ۲: A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و مدت زمان نگهداری است:

(۲) مدل pH

$$pH=+4.20-(0.072\times A)+(0.028\times B)-(0.093\times C)-(0.046\times D)$$

جدول ۴. جدول ANOVA برای بررسی تغییرات pH

فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۴/۲۰	۴	<۰/۰۰۰۱ *
A-پریبیوتیک	-۰/۰۷۲	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B-چربی	-۰/۰۲۸	۱	۰/۰۰۰۲ *
C-تلقیح پروبیوتیک	-۰/۰۹۳	۱	<۰/۰۰۰۱ *
D-زمان	-۰/۰۴۶	۱	<۰/۰۰۰۱ *
عدم برازش	-	۱۹	۰/۰۹۱۴ ns
خطا	-	۲۴	-

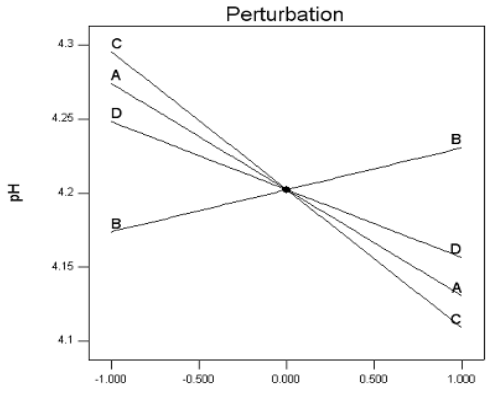
* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیر معنی‌دار

با توجه به جدول ۴ تمام فاکتورهای درنظرگرفته‌شده بر تغییرات pH تأثیر معنی‌داری دارند و طبق نمودار Perturbation در شکل ۳ با افزایش متغیرهایی مانند درصد تلقیح پروبیوتیک‌ها، درصد β -گلوکان و گذشت زمان، pH محصولات کاهش یافته (Shori *et al*., 2011) ولی افزایش درصد چربی، موجب افزایش pH شده است. بیشترین تأثیر را افزایش میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک دارند که با افزایش میزان تلقیح و گذشت زمان، تعداد باکتری بیشتری وارد محیط شده و مقدار اسیدلاکتیک تولیدی افزایش یافته و درنتیجه pH کاهش بیشتری داشته که مشابه نتایج Mishra *et al*., (2012) البته بر شیر گاو است و همچنین با افزایش میزان β-گلوکان (پری‌بیوتیک)، محیط برای رشد پروبیوتیک‌ها مناسب‌تر شده بنابراین باکتری‌های پروبیوتیک، فعالیت بیشتری داشته است و درنتیجه اسیدهای تولیدی بالاتر و کاهش بیشتری در pH محصول مشاهده شد ولی افزایش درصد چربی عامل مناسبی برای رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیکی نیست به‌طوری که دسترسی پروبیوتیک‌ها را به مواد غذایی لازم کاهش داده و درنتیجه مانعی برای رشد و فعالیت این باکتری‌ها است و به‌تبع آن تولید اسید کاهش می‌یابد و از کاهش pH (در حد مطلوب) در نمونه‌ها جلوگیری به عمل می‌آورد.

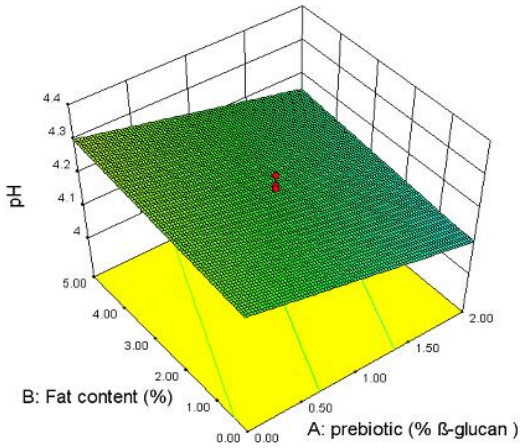
طبق شکل ۴ با افزایش درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان) pH کاهش یافته است ولی با افزایش درصد چربی، افزایش pH ملاحظه می‌شود و همچنین طبق مدل خطی پیشنهادی، فاکتورها برهم تأثیر متقابل ندارند و شیب تغییرات یک متغیر در سطوح بالا و پایین متغیر دیگر یکسان است.

با توجه به اینکه Sahana *et al*., (2008) بیان کرده‌اند که

افزایش میزان β-گلوکان در شیر گاو تأثیر معنی‌داری بر تغییرات pH ندارد ولی با توجه به سین‌بیوتیک‌بودن محصول تولیدی و استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک در ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر، سعی بر آن شد که تغییرات pH تابعی از میزان β-گلوکان مصرفی در محصول قرار داده شود.



شکل ۳. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر تغییرات pH محصول به‌دست‌آمده از شیر شتر. A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است.



شکل ۴. نمودار سه‌بعدی برای بررسی تغییرات pH بر اثر تغییر در درصد β-گلوکان و درصد چربی

بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک

مدل پیشنهادی برای تغییرات زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها، مدل درجهٔ دوم (Quadratic) با ضریب تبیین مناسب (R^2 =۰/۹۳) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ (R^2-Adj=۰/۸۶) است بدین صورت طبق جدول ۵ فاکتورهایی مانند درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی، و زمان، تأثیر معنی‌داری بر تغییرات رخداده بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها دارند و به‌صورت جالب توجهی تغییر در درصد تلقیح پروبیوتیک‌ها تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها نداشت، درواقع تلقیح بیشتر موجب افزایش زنده‌مانی در محصول نهایی نمی‌گردد و این نکته می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی را به ما بدهد که برای افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصول نهایی در هنگام مصرف، نیاز خاصی به افزایش میزان تلقیح و استفادهٔ بیشتر از استارتر و صرف هزینهٔ بالاتر نیست و ما با همان مقدار تلقیح لازم و طبیعی (با توجه به شرایط به‌وجودآمده در محصول ازطریق دیگر افزودنی‌ها) می‌توانیم زنده‌مانی مناسبی را در محصول نهایی خود مشاهده کنیم و یک نکتهٔ بسیار مهم شایان ذکر است که طبق تحقیقات Salami *et al.*, (2011) با اینکه شیر شتر مادهٔ آنتی‌باکتریال است ولی در این تحقیق سعی شد با ایجاد محیط مناسب و غذای کافی برای باکتری‌های پروبیوتیک، این میکروارگانیسم‌های با ارزش را در ماست فراسودمند از شیر شتر پرورش داده، به‌طوری که در محصول نهایی از مقدار مطلوبی از باکتری‌های پروبیوتیک به‌صورت زنده وجود داشته باشد تا بتوانند تأثیرات سلامت‌بخشی خود را در میزبان بروز دهد.

در رابطهٔ ۳: A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است.

(۳) مدل زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک

$$\text{Bac.count } (10^6 \text{ cfu/mL}) = +6.50 + (11.3\times A) - (10.83\times B) + (6.0\times C) - (29.00\times D) - (4.6\times A\times B) - (4.13\times A\times C) - (9.75\times A\times D) - (5.63\times B\times C) + (13.25\times B\times D) - (4.00\times C\times D) + (5.81\times A^2) + (0.31\times B^2) + (14.96\times C^2) + (8.43\times D^2)$$

جدول ۵. جدول ANOVA برای بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک

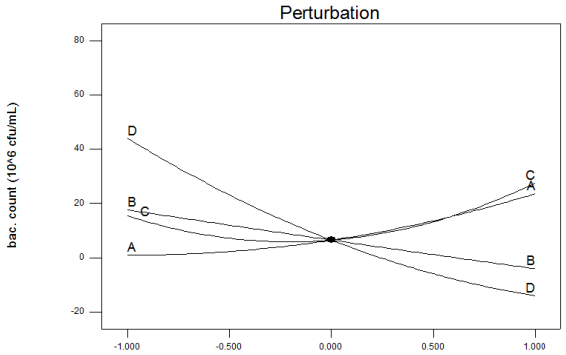
فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۱۱/۵	۱۴	<۰/۰۰۰۱ *
A-پری‌بیوتیک	۱۱/۵	۱	۰/۰۰۱ *
B-چربی	-۹/۵۸	۱	۰/۰۰۴۰ *
C-تلقیح پروبیوتیک	۶/۲۵	۱	۰/۰۷۸ ns
D-زمان	-۲۹/۳۳	۱	<۰/۰۰۰۱ *
AB	-۴/۱۲	۱	۰/۲۴ ns
AC	-۲/۲۵	۱	۰/۵۲ ns
AD	-۱۱/۶۳	۱	۰/۰۰۴۲ *
BC	-۵/۱۳	۱	۰/۱۵ ns
BD	۱۲/۷۵	۱	۰/۰۰۲۲ *
CD	-۵/۸۸	۱	۰/۱۰۶ ns
A^2	۴/۶۳	۱	۰/۱۰۱ ns
B^2	-۰/۶۳	۱	۰/۸۱ ns
C^2	۱۴/۲۵	۱	۰/۰۰۰۹ *
D^2	۷/۵۰	۱	۰/۰۱۳۱ *
عدم برازش	-	۹	۰/۱۴۱۴ ns
خطا	-	۱۴	-

* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیرمعنی‌دار

به‌منظور پی‌بردن به نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها می‌توان به شکل ۵ مراجعه کرد. همان‌طور که مشاهده شد، برخلاف نظر (Vasilievic *et al.*, 2007) دربارهٔ شیر گاو، با افزایش میزان β -گلوکان به‌عنوان عامل پری‌بیوتیک زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک موجود در ماست به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد و این افزایش زنده‌مانی به‌دلیل افزایش غذای لازم باکتری‌های پروبیوتیک (تأمین منابع ازت و کربن (Souza *et al.*,2011; Mayo *et al.*,2010) است و اینکه شرایط محیطی مناسبی برای رشد و فعالیت بیشتر و بهتر این میکروارگانیسم‌ها فراهم شده است و ما در محصول نهایی تعداد بیشتری از باکتری‌های پروبیوتیک داریم. درنتیجه β -گلوکان به‌عنوان عامل پری‌بیوتیک (مناسب‌تر از اینولین) (Vasilievic *et al.*, 2007; Guggisberg *et al.*, 2009) موجب بهبود زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک و افزایش استقامت شبکهٔ پروتئین-پلی‌ساکاریدی و همچنین بافت بهتر ماست حاصل از شیر شتر شده است.

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود افزایش میزان چربی از زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها می‌کاهد و این موضوع به این دلیل است که وجود چربی با کاهش دسترسی میکروارگانیسم‌ها به مواد غذایی باعث می‌شود محیط برای رشد و فعالیت پروبیوتیک‌ها نامناسب شود به‌طوری که زنده‌مانی این میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌کند. اگرچه وجود چربی موجب بهبود بافت و کاهش آب‌اندازی در محصول میشود ولی ما با تغییر در دیگر عوامل ازقبیل درصد β -گلوکان نیز، می‌توانیم به بافت بهینه دست یابیم. با توجه به این موضوع که هدف اصلی ما تولید محصول فراسودمند با ارزش تغذیه‌ای بالاست، در این صورت بالابودن میزان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصول برای ما مهم‌تر است و می‌توان گفت هرچه چربی شیر مصرفی کمتر باشد محصول پروبیوتیک ما ارزش تغذیه‌ای بالاتری خواهد داشت و ما به هدف خود نزدیک‌تر می‌شویم و درمی‌یابیم چربی تأثیر نامطلوبی در این زمینه بر محصول ما دارد.

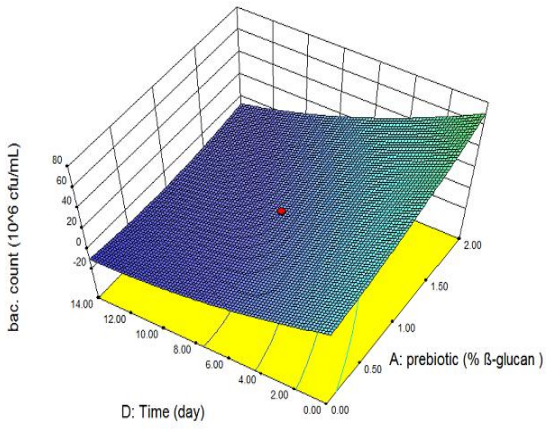
متغیر دیگری که تأثیر کاهشی دارد، گذشت زمان است و همان‌طور که انتظار می‌رفت با نگهداری محصول به‌مدت طولانی‌تر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک کاهش یافت که مشابه نتایج (Faraji *et al.*, 2012) روی شیر گاو است. این تغییر به‌دلیل مصرف و به‌تبع آن کاهش مواد غذایی در محیط و نامناسب‌شدن شرایط رشد و فعالیت برای پروبیوتیک‌ها در اثر تولید اسیدهای آلی حاصل از فعالیتشان است و با گذشت زمان از زنده‌مانی آن‌ها کاسته می‌شود.



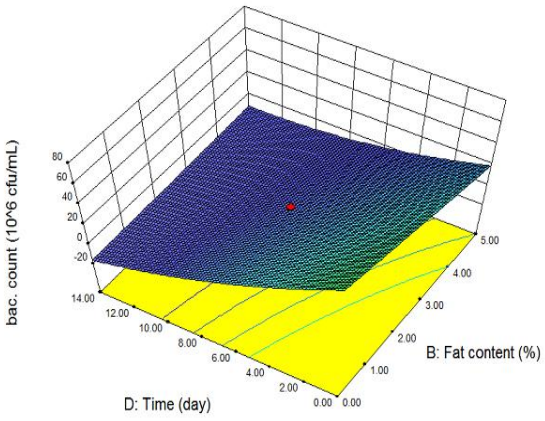
شکل ۵. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر. A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است.

با توجه به جدول ۵ فاکتورهای درصد پری‌بیوتیک (β - گلوکان) و زمان بر هم تأثیر متقابل و معنی‌داری بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها دارند و همچنین تغییر در میزان چربی و زمان نیز دارای تأثیر متقابل بر هم هستند که در شکل‌های ۶ و ۷ می‌توان این تأثیرات را در نمودارهای سه‌بعدی رسم‌شده نیز مشاهده کرد. همان‌طور که در شکل ۶ ملاحظه می‌کنیم در درصدهای کمتر پری‌بیوتیک شیب کاهش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک با گذشت زمان، کمتر است و همچنین در روزهای اولیه در مقایسه با روز چهاردهم، با افزایش میزان پری‌بیوتیک زنده‌مانی افزایش بیشتری داشته است.

در شکل ۷ملاحظه می‌شود که با افزایش میزان چربی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک کاهش یافته و همچنین در میزان چربی ثابت با گذشت زمان زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها کاهش پیدا کرده است. همان‌طور که در جدول ۵ هم مشاهده شد این دو فاکتور بر هم تأثیر متقابل داشتند و با افزایش درصد چربی در مدت نگهداری طولانی‌تر کمترین میزان زنده‌مانی مشاهده شد.



شکل ۶. نمودار سه‌بعدی برای بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک بر اثر تغییر در درصد β-گلوکان و زمان



شکل ۷. نمودار سه‌بعدی برای بررسی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک بر اثر تغییر در درصد چربی و زمان

بررسی گرانروی ظاهری

مدل معنی‌دار پیشنهادی برای پیش‌بینی رفتار جریانی (گرانروی) محصول تولیدی، مدل درجهٔ دوم (Quadratic) است، در رابطهٔ ۴: A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری هستند:

(4) مدل تغییرات گرانروی

$$Viscosity= +8.02+ (4.17\times A) + (2.79\times B) + (0.45\times C) + (0.96\times D) + (1.50\times A\times B) - (0.14\times A\times C) -(0.039\times A\times D) + (0.63\times B\times C) -(0.50\times B\times D) + (0.19\times C\times D) + (3\times A^2) + (1.15\times B^2)+(0.39\times C^2)+(0.60\times D^2)$$

نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش نشان می‌دهد که مدل ارائه‌شده دارای ضریب تبیین بالا (R^2=۰/۹۴) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ مناسب (R^2-Adj=۰/۸۸) است که بیانگر معنی‌داربودن رابطهٔ ۴ است و مقدار گرانروی ماست تولیدی را به‌طور رضایت‌بخشی در نمونه‌های حاصل توجیه می‌کند.

با توجه به جدول ۶ برای بررسی تغییرات گرانروی درمی‌یابیم تغییرات میزان β-گلوکان که به‌عنوان عامل پری‌بیوتیک در نظر گرفته شد، تأثیر معنی‌دار افزایشی بیشتری، در مقایسه با تغییرات سایر فاکتورها بر تغییرات گرانروی دارد و در شکل ۸ ملاحظه می‌شود با افزایش درصد β -گلوکان، به‌طور معنی‌داری گرانروی نیز افزایش پیدا کرد که این افزایش گرانروی را می‌توان به‌دلیل خاصیت بافت‌دهندگی β-گلوکان مصرفی به‌عنوان پلی‌ساکارید و ایجاد شبکهٔ مستحکم پروتئین-پلی‌ساکارید و بهبود بافت ماست تولیدی دانست. این نتیجه مشابه نتایج Vasiljevic *et al*. (2007); Souza *et al*. (2011) روی سامانه‌های لبنی حاصل از شیر گاو است، که در نتایج بررسی این محققان مشاهده شده که درصدهای بالاتر β-گلوکان موجب بهبود پایداری سامانه‌های لبنی از شیر گاو شده است و در این مطالعه نیز β-گلوکان باعث بهبود بافت ماست حاصل از شیر شتر شد.

جدول ۶. جدول ANOVA برای بررسی تغییرات گرانروی

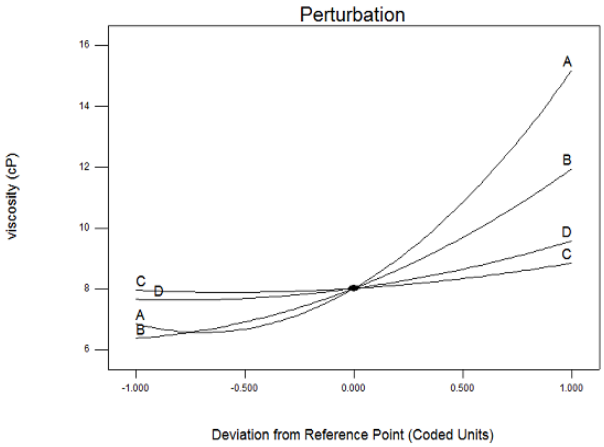
فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۸/۰۲	۱۴	<۰/۰۰۰۱ *
A-پری‌بیوتیک	۴/۱۷	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B-چربی	۲/۷۹	۱	<۰/۰۰۰۱ *
C-تلقیح پروبیوتیک	۰/۴۵	۱	۰/۳۶۱۸ ns
D-زمان	۰/۹۶	۱	۰/۰۳۱۳ *
AB	۱/۵۰	۱	۰/۰۰۸۶ *
AC	-۰/۱۴	۱	۰/۷۸۴۱ ns
AD	-۰/۰۳۹	۱	۰/۹۳۸۴ ns
BC	۰/۶۳	۱	۰/۲۱۹۷ ns
BD	-۰/۵۰	۱	۰/۳۳۰۵ ns
CD	۰/۱۹	۱	۰/۵۳۷۰ ns
A^2	۳	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B^2	۱/۱۵	۱	۰/۰۰۹۵ *
C^2	۰/۳۹	۱	۰/۴۴۵۲ ns
D^2	۰/۶۰	۱	۰/۱۳۷۷ ns
عدم برازش	-	۹	۰/۰۹۳۶ ns
خطا	-	۱۴	-

* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیرمعنی‌دار

در ارتباط با تغییرات درصد چربی شیر شتر نیز مشاهده شد که با افزایش میزان چربی، گرانروی نیز به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد و این نتیجه، نقش بافت‌دهندگی چربی موجود در محصولات لبنی را به ما نشان می‌دهد به‌طوری که هرچه شیر شتر مصرفی اولیه ما درصد چربی بالاتری داشته باشد، به‌دلیل ایجاد بافت مستحکم‌تر محصول تولیدی از گرانروی و قوام بالاتری برخوردار خواهد بود (Vasiljevic *et al*., 2007; Souza *et al*., 2011).

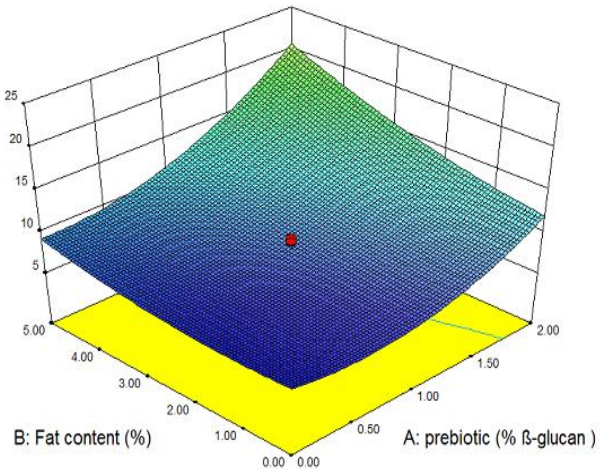
با گذشت زمان و افزایش آبگیری پلی‌ساکاریدها، محصولی با خصوصیات جریانی (گرانروی) مشابه با روز اول و حتی اندکی افزایش معنی‌دار گرانروی داریم (Guggisberg *et al*. 2009; Sahan *et al*. 2008; Souza *et al*. 2011) و این می‌تواند در کنار فاکتورهای دیگر، ازقبیل درصد β-گلوکان و چربی تأثیر مطلوبی بر گرانروی ماست حاصل داشته باشد و این نتیجه می‌تواند تأثیر مثبت کار را مشخص کند و مشکل مهم در نگهداری محصولات لبنی را که با گذشت زمان دچار افت کیفیت و کاهش قوام (به‌دلیل سست و بازشدن شبکه‌های ایجادشده در ماست) می‌شوند را حل کند.

همان‌طور که در این مطالعه و در تحقیقات دیگر که روی شیر گاو محققان (Mishra *et al*., 2012; Souza *et al*., 2011) انجام دادند، مشاهده می‌شود، تغییرات گرانروی از میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک تأثیری نمی‌پذیرند و درصدهای کم یا زیاد باکتری‌های پروبیوتیک تلقیح‌شده به محصول، تغییری در گرانروی ایجاد نمی‌کند.



شکل۸. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر گرانروی ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر است که A، B، C، و D به ترتیب بیانگر درصد پری‌بیوتیک β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، و مدت زمان نگهداری است.

با توجه به جدول ۶ و معنی‌داربودن تأثیر دو فاکتور A و B (درصد β-گلوکان و درصد چربی) بر هم، مشاهده می‌شود که شیب تغییرات گرانروی به نسبت یک متغیر در سطوح گوناگون متغیر دیگر یکسان نیست و این موضوع مدل درجهٔ دوم را توجیه می‌کند به‌طوری که در بالاترین درصد چربی، با افزایش مقدار β-گلوکان، محصول تولیدی، گرانروی بالاتری در مقایسه با محصول با درصد چربی کم، داریم و همچنین در زمینهٔ تغییرات درصد چربی در مقدارهای کم و زیاد β-گلوکان نیز این تأثیرات مشاهده می‌شود. در شکل ۹ نیز می‌توان از ارتباط این دو فاکتور بر تغییرات گرانروی ماست تولیدی مطلع شد و طبق انتظار بیشترین گرانروی در حداکثر مقدار β-گلوکان و بیشترین درصد چربی مشاهده شد، که این موضوع به‌دلیل تأثیر معنی‌دار افزایشی که درصدهای بالای β-گلوکان و چربی بر ویسکوزیته دارند، است. تأثیرات بیان‌شده موجب بافت مستحکم‌تر و ساختار پیچیده‌تر و درنتیجه گرانروی بالاتر در محصول تولیدی می‌شوند. مشابه این نتیجه را Souza *et al*. (2011) بر شیر گاو مشاهده کردند، به‌طوری که این محققان نیز بیشترین گرانروی ماست تولیدی خود را در بالاترین درصد چربی شیر گاوی که برای تولید ماست از آن استفاده کردند و β-گلوکان مشاهده کردند.



شکل۹. نمودار سه‌بعدی بررسی تغییرات گرانروی بر اثر تغییر در درصد β-گلوکان و درصد چربی

بررسی خواص حسی (طعم محصول)

مدل معنی‌دار پیشنهادی برای پیش‌بینی طعم محصول تولیدی، مدل خطی است که در فرمول ۵: A و B به ترتیب بیانگر درصد β-گلوکان و زمان نگهداری هستند

(۵) مدل خواص حسی (طعم)

$$Taste=+3.18+(0.74\times A)+(0.073\times B)$$

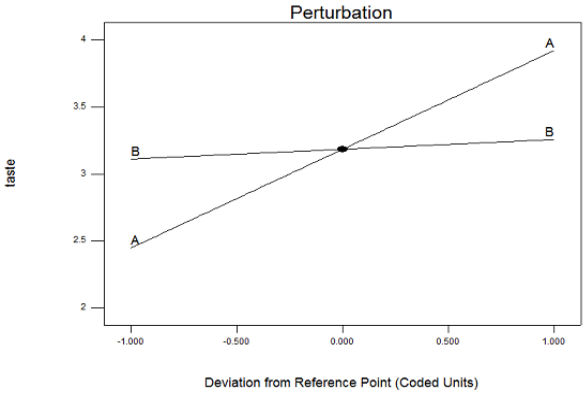
نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که مدل ارائه‌شده دارای ضریب تبیین بالا (R^2=۰/۹۳) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ مناسب (R^2-Adj=0/۹۲) است که بیانگر معنی‌داربودن رابطهٔ ۵ است.

جدول ۷. جدول ANOVA برای بررسی طعم محصول

فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۳/۱۸	۲	<۰/۰۰۰۱ *
A- β-گلوکان	۰/۷۴	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B-زمان	۰/۰۷۳	۱	۰/۲۶۰۰ ns
عدم برازش	-	۶	۰/۶۸۴۰ ns
خطا	-	۱۰	-

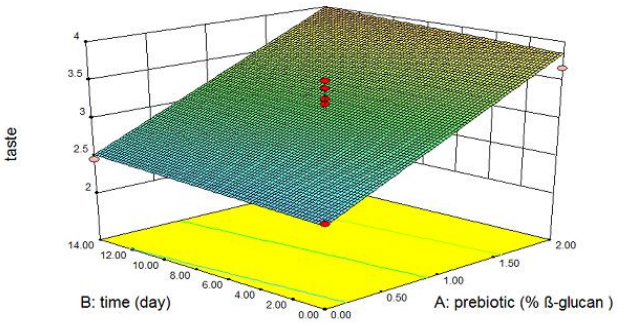
* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیرمعنی‌دار

با توجه به جدول ۷ و شکل ۱۰ فقط تغییر درصد β-گلوکان تأثیر معنی‌داری بر طعم محصول دارد که این نتیجه کاملاً قابل انتظار است، به‌طوری که افزایش درصد β-گلوکان، طعم نامطلوب ایجادشده در اثر تخمیر در محصول را کاهش می‌دهد و نمونه‌های با درصد بالای β-گلوکان مطلوبیت طعم بالاتری دارند که Hasannejad *et al*. (1383); Vahedi *et al*. (1387) در طول دورهٔ تولید ماست میوه‌ای به همین نتیجه رسیده‌اند.



شکل ۱۰. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر طعم ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر است که A و B به ترتیب بیانگر درصد β-گلوکان و زمان نگهداری است.

شکل ۱۱ تصدیقی بر مطالب بیان‌شده در مباحث قبل است. همان‌طور که قابل انتظار نیز بود بهترین طعم نمونه در نمونه‌ای با بیشترین درصد β-گلوکان و طولانی‌ترین زمان ماندگاری است.



شکل ۱۱. نمودار سه‌بعدی بررسی طعم ماست بر اثر تغییر درصد β-گلوکان و مدت زمان نگهداری

بررسی خواص حسی (پذیرش کلی محصول)

مدل معنی‌دار پیشنهادی برای پیش‌بینی پذیرش کلی محصول تولیدی، مدل درجهٔ دوم است که در رابطهٔ ۶: A و B به ترتیب بیانگر درصد β-گلوکان و زمان نگهداری است:

(۶) مدل خواص حسی (پذیرش کلی)

$$Acceptability=+3.22+(0.94\times A)+(0.12\times B)$$

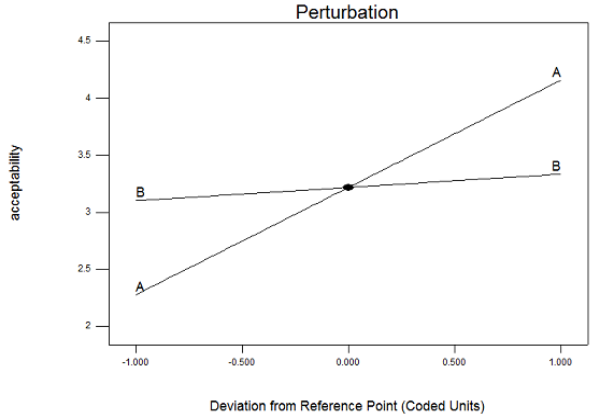
نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که مدل ارائه‌شده دارای ضریب تبیین بالا (R^2 =۰/۹۸) و ضریب تبیین اصلاح‌شدهٔ خوب (R^2-Adj=۰/۹۷) است، که بیانگر معنی‌داربودن رابطهٔ ۶ است.

با توجه به جدول ۸ و شکل ۱۲ تغییر درصد β-گلوکان و گذشت زمان تأثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی محصول دارند. همان‌طور که در قسمت‌های قبل ذکر گردید، از نظر ارزیاب‌ها در تمام خواص حسی، افزایش درصد β-گلوکان تأثیر معنی‌داری در بهبود تمام خواص حسی بررسی‌شده بر ماست دارد و همچنین گذشت زمان در بهبود رنگ، بافت، و احساس دهانی تأثیر مثبت دارد، درنتیجه با افزایش این دو فاکتور پذیرش کلی محصول بهبود می‌یابد و نمونهٔ تولیدی با درصد بالای β-گلوکان و با افزایش مدت زمان نگهداری، پذیرش کلی بالاتری دارد که نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات Vahedi *et al*. (1387)، Tamime *et al*.; (1999); Bakirci *et al*. (2008); Kim *et al*. (2009) می‌تواند تأییدی بر درستی نتایج ما باشد.

جدول ۸. جدول ANOVA برای بررسی پذیرش کلی محصول

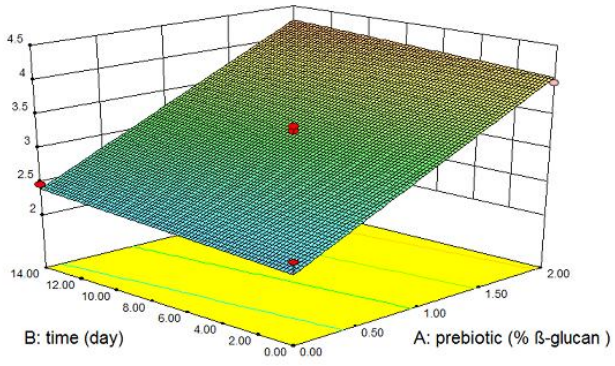
فاکتورها	ضریب	درجهٔ آزادی	p-value
مدل	۳/۲۲	۲	<۰/۰۰۰۱ *
A- β-گلوکان	۰/۹۴	۱	<۰/۰۰۰۱ *
B-زمان	۰/۱۲	۱	۰/۰۱۵۴ *
عدم برازش	-	۶	۰/۱۴۳۸ ns
خطا	-	۱۰	-

* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ ns غیرمعنی‌دار



شکل ۱۲. نمودار نمایشگر نوع و میزان تأثیر فاکتورهای گوناگون بر پذیرش کلی ماست به‌دست‌آمده از شیر شتر است که A و B به ترتیب بیانگر درصد β-گلوکان و زمان نگهداری است.

همان‌طور که در شکل ۱۳ نیز مشهود است، نمونه‌ای دارای بالاترین مقبولیت در میان ارزیاب‌هاست که درصد بالایی β-گلوکان داشته باشد و مدتی بعد از زمان تولید، مصرف شود.



شکل ۱۳. نمودار سه‌بعدی بررسی پذیرش کلی ماست بر اثر تغییر درصد β-گلوکان و مدت زمان نگهداری

نتیجه‌گیری

با توجه به آنالیزهای انجام‌شده شرایط بهینه برای تولید ماست سین‌بیوتیک از شیر شتر با افزودن ۲درصد β-گلوکان (عامل پری‌بیوتیک) به شیر با ۱/۹ درصد چربی و تلقیح‌کردن ۰/۵درصد باکتری‌های پروبیوتیک، در روز هفتم بیشترین زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها cfu/mL ۳۶×۱۰^{۶} مشاهده می‌شود و همچنین pH=4/2 محصول مطلوب است و کمترین میزان آب‌اندازی در ماست تولیدی مشاهده می‌شود که این مقدار ۴درصد است. در شرایط فوق بیشترین گرانروی محصول ۲۹/۱۶ سانتی‌پواز است و طبق نظر ارزیاب‌ها محصول طعم و پذیرش کلی بالایی دارد.

REFERENCES

Agrawal, R. P., Beniwal, R., Kochar, D. K., Tuteja, F. C., Ghorui, S. K., Sahani, M. S. & Sharma, S. (2005). Camel Milk as an Adjunct to Insulin Therapy Improves Long-Term Glycemic Control and Reduction in Doses of Insulin in Patients with Type-1 Diabetes: A 1 Year Randomized Controlled Trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 68, 176-177.

Agrawal, R. P., Budania, S., Sharma, P., Gupta, R. & Kochar, D. K. (2007). Zero Prevalence of Diabetes in Camel Milk Consuming Raica Community of North-West Rajasthan, India. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 76, 290-296.

Ayadi, M., Hammadi, M., Khorchani, T., Barmat, A., Atigui, M. & Caja, G. (2009). Effect of Milking Interval and Cisternal Udder Evaluation in Tunisian Maghrebi Dairy Dromedaries (Camelus dromedarius). *Journal of Dairy Science*, 92, 1452-1459.

Chao Xu,, Junli Lv, Y. Martin Lo, Steve W. Cuic,d, Xinzhong Hua,e & Mingtao Fana, (2013). Effects of oat β-glucan on endurance exercise and its anti-fatigue properties in trained rats. *Carbohydrate Polymers*, 92, 1159– 1165.

Clare, D. A. & Swaisgood, H. E. (2000). Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83, 1187-1195.

Faraji, N., Alizade-Khaled-Abadi, M., Khosroshahi-Asl, A. & Faraji, S. (2012) Optimization of production process Low-fat probiotic yogurt with using combined design. *Iranian Food Science and Technology*, 8(2), 121-136. (In Farsi)

Fiat, A. M., Migliore-Samour, D., Jollès, P., Drouet, L., Sollier, C. B. D. & Caen, J. (1993). Biologically Active Peptides from Milk Proteins with Emphasis on Two Examples Concerning Antithrombotic and Immunomodulating Activities. *Journal of Dairy Science*, 76, 301-310.

Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., tikofer, U. Bu. and Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal*, 19, 107–115.

Haddadin, M. S. Y., Gammoh, S. I. & Robinson, R. K. (2008). Seasonal Variation in the Chemical Composition of Camel Milk in Jordan. *Journal of Dairy Research*, 75, 8-12.

Hashim, I. B., Khalil, A. H. & Habib, H. (2009). Quality and acceptability of a set-type yogurt made from camel milk. *Journal Dairy Science*, 92, 857–862.

Khaskheli, M., Arian, M. A., Chaudhry, S., Soomro, A. H. & Qureshi, T. A. (2005). Physico- Chemical Quality of Camel Milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 2, 164-166.

Konuspayeva, G., Faye, B. & Loiseau, G. (2009). The Composition of Camel Milk: A Meta-Analysis of the Literature Data. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 95-101.

Mayo, B., Aleksandrzak-Piekarczyk, T., Fernández, M., Kowalczyk, M., Álvarez-Martín, P. & Bardowski, J. (2010). Updates in the metabolism of lactic acid bacteria. In: Mozzi, F., Raya, R.R., Vignolo, G.M. (Eds.), Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, USA, 3–33.

Meisel, H. (2004). Multifunctional Peptides Encrypted in Milk Proteins. *BioFactors*, 21, 55-61.

Mishra S and Mishra H (2012) Effect of synbiotic interaction of fructooligosaccharide and probiotics on the acidification profile, textural and rheological characteristics of fermented soy milk. *Food and Bioprocess Technology* 5(8) 2941-2350.

Moura, F. A., Pereira, J. M., Silva, D. O., Zavareze, E. R., Moreira, A. S., Helbig, E. & Dias, A. R. G. (2011). Effects of oxidative treatment on the physicochemical, rheological and functional properties of oatβ -glucan. *Food Chemistry*, 128, 982–987.

Niasari-Naslaji, A., Arabha, H., Atakpour, A., Salami, M. & Moosavi-Movahedi, A. A. (2012). Camel Milk and its Bioactive Molecules in Medical Treatments. *Science Cultivation*, 2(1). 20-24. (In Farsi)

Sahana, N., Yasarb, 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, 1291–1297.

Salami, M., Moosavi-Movahedi, A. A., Moosavi-Movahedi. F., Ehsani, M. R., Yousefi, R., Farhadi, M., Niasari-Naslaji, A., Saboury, A. A., Chobert, J. M. & Haertle, T. (2011). Biological activity of camel milk casein following enzymatic digestion. *Journal of Dairy Research*, 1- 8.

Sawaya, W. N., Kalil, J. K., Al-Shalhat, A. & Al-Mohammad, H. (1984). Chemical Composition and Nutritional Quality of Camel Milk. *Journal of Food Science*, 49, 744-747.

Shamsia, S. M. (2009). Nutritional and Therapeutic Properties of Camel and Human Milks. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 1, 52-58.

Shori, A. B., & Baba, A. S. (2011). Cinnamomum verum improved the functional properties of bioyogurts made from camel and cow milks. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10, 101–107.

Souza, R. P., Perego, P., Oliveira, M. N. & Converti, A. (2011). Effect of inulin as prebiotic and synbiotic interactions between probiotics to improve fermented milk firmness. *Journal of Food Engineering*, 107, 36–40.

Stahl, T., Sallmann, H. P., Duehlmeier, R. & Wernery,U. (2006). Selected Vitamins and Fatty Acid Patterns in Dromedary Milk and Colostrums. *Journal of Camel Practice and Research*, 13, 53-57.

Vasiljevic T, Kealy T and Mishra V K (2007) Effects of β-Glucan Addition to a Probiotic Containing Yogurt. *Journal of food science* 72 C405- C411.