بررسی اثر صمغ زانتان بر خصوصیات فیزیکی و میکروبی ماست فراسودمند سین بیوتیک از شیر شتر با استفاده از β-گلوکان جو دوسر

ژاله سادات لاجوردی[1] ، محمد سعید یارمند[2] ، زهرا امام جمعه[3*]، امیر نیاسری نسلجی[4]

١- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
٢- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
٣- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
٤- استاد، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ٩٤/٠٤/٠٧ تاریخ پذیرش: ٩٥/٠٧/٠٦)

چکیده

در این پژوهش اثر صمغ زانتان بر بافت و سایر ویژگی‌های ماست سین بیوتیک مورد مطالعه قرار گرفت. اثرات پنج متغیر صمغ زانتان (٠/٥، ١ و ١/٥ ٪)، چربی شیر شتر (٠، ٢/٥ و ٥٪)، β-گلوکان به عنوان عامل پری بیوتیک (٠، ١ و ٢٪) و میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک *(استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی و بولگاریکوس)* (٠/٥، ١ و ١/٥٪) در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از تولید بررسی شد. بر اساس نتایج بدست آمده، افزایش صمغ زانتان و درصد چربی شیر مصرفی موجب افزایش گرانروی محصول تولیدی می‌گردد، در حالیکه میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک تاثیر معکوس بر تغییرات گرانروی دارد. با افزایش میزان β-گلوکان (٢٪) و تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک (١/٥٪) در شیر شتر کم چرب تعداد قابل توجهی (9×10^{7} cfu/mL) باکتری‌های پروبیوتیک در روزهای اولیه تولید، زنده و قابل مصرف هستند. اسیدیته ماست سین بیوتیک تولیدی رابطه مستقیمی با تغییرات β-گلوکان و مقدار تلقیح آغازگر دارد و در صورتیکه از شیر کم چرب استفاده شود، با گذشت زمان اسیدیته روند افزایشی خواهد داشت. طبق نتایج، تیمار بهینه جهت تولید ماست سین‌بیوتیک از شیر شتر به همراه بهینه صمغ زانتان (١/٥ ٪)، β-گلوکان (٢ ٪)، باکتری پروبیوتیک (١/٢٣ ٪) و حداقل درصد چربی (٠/٧٢٪) در حداکثر زمان ماندگاری (٨ روز) شاهد حداکثر گرانروی (١٦٩٣٨/٨ سانتی پواز)، ظرفیت نگهداری آب (١٠٠ ٪) و زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک (80×10^{6} cfu/mL) بودیم. با اعمال شرایط ذکر شده ماست تولیدی دارای بهینه pH (٤/٢) و اسیدیته (٩/٣٦ گرم بر لیتر) بوده و حداقل درصد آب اندازی (٠٪) مشاهده گردید. به طور کلی محصول تولیدی با ویژگی‌های مطلوب، دارای مقبولیت مناسبی در بین مصرف کنندگان می‌باشد.

کلید واژگان: ماست سین بیوتیک، شیر شتر، صمغ زانتان، β-گلوکان

* مسئول مکاتبات: emamj@ut.ac.ir

۱- مقدمه

با ارتقا سطح آگاهی مردم در قرن اخیر از رابطه بین رژیم غذایی و سلامت آنها، تقاضا جهت استفاده از محصولات غذایی که حامی سلامت مصرف کننده باشند، افزایش پیدا کرده است. یکی از این محصولات ماست می‌باشد. ماست اساسا همه اجزای مغذی شیر را دارا است [۱]. این محصول با اختلاط شیر با محیط کشت باکتریایی که شامل استرپتوکوکوس‌ها (لاکتیس)، ترموفیلوس‌ها و لاکتوباسیلوس‌ها (*دلبروکی و بولگاریکوس*) تولید می‌شود [۲].

جهت افزایش خواص سلامت بخشی محصولات لبنی می‌توان از شیر سایر دام‌ها در تولید این محصولات استفاده کرد. شیر شتر به دلیل دارا بودن فاکتورهای سلامت بخشی بسیار بالا گزینه مناسبی جهت تغییر عادت غذایی مردم به سمت مصرف بیشتر محصولات فراسودمند می‌باشد. از خواص منحصر به فرد شیر شتر می‌توان به خواص آنتی باکتریالی و ضد ویروسی، وجود آنتی بادی‌ها و ترکیبات ضد سرطانی [۳،٤،٥] و همچنین دارا بودن درصدهای بالایی از ویتامین‌ها و مواد معدنی از جمله پتاسیم، ویتامین C [٦]، سدیم، کلسیم، منیزیم، اسیدهای چرب غیر اشباع [۷،۸]، کلر، اسید فولیک و پروتئین لاکتوفرین [۹] نسبت به شیر سایر دام‌ها اشاره کرد. طبق تحقیقات انجام شده، محققان دریافتند که شیر شتر قابلیت مبارزه با بیماری-هایی مثل سرطان، آلزایمر، هپاتیت C، HIV، سل، زخم معده را دارا است که این خواص عملکردی را به وجود پپتیدهای زیست فعال در این شیر نسبت داده اند [۱۰]. با توجه به وجود ترکیبات شبه انسولین [۱۱] و لاکتوز مناسب برای افراد حساس به لاکتوز در شیر شتر [۱۲]، می‌توان این محصول لبنی را به عنوان یک غذا-دارو در اختیار مصرف کنندگان قرار داد.

از آنجاکه چربی شیر نقش مهمی در بافت، طعم و رنگ فراورده‌های لبنی [۱۳] دارد و از سوی دیگر به دلیل آگاهی از اثر نامطلوب چربی بر سلامت انسان، عادات غذایی مصرف کنندگان به استفاده از محصولات کم چربی تغییر کرده است [١٤]. از آنجا که کاهش چربی موجب کاهش محتوای مواد جامد، تضعیف شبکه ماست و جدایی آب از ساختار و سایر تغییرات نامطلوب دیگر در محصول تولیدی می‌گردد، بسیاری از محققان مواد غذایی به دنبال یک جایگزین مناسب برای چربی می‌باشند. بنابر مطالب گفته شده بهترین راه حل استفاده از هیدروکلوئیدها در تولید فرآورده‌های لبنی است. هیدروکلوئیدها در صنعت غذا به عنوان قوام دهنده، تثبیت کننده ژل و عوامل امولسیفایر استفاده می‌شود. این ترکیبات موجب بهبود بافت، افزایش میزان آب در شبکه داخلی، بافت منسجم، بهبود قوام (افزایش گرانروی[1]) و کاهش آب اندازی در محصولات غذایی می‌گردند [۱۵].

هیدروکلوئید مورد استفاده در این تحقیق صمغ زانتان می‌باشد. صمغ زانتان یک پلی ساکارید خارج سلولی با ساختار اولیه متشکل از واحد پنتاساکارید (*pentasaccharide*) توسط دو واحد گلوکز، دو واحد مانوز و اسید گلوکورونیک [١٦] بوده که توسط زانتاموناس کامپستریس تولید می شود. این باکتری (*Compestris Xanthomonas*) مسئول پوسیدگی سیاه و سفید در کلم بروکلی، گل کلم و دیگر سبزیجات برگ دار است. به دلیل فعالیت β-گالاکتوزیداز در زانتوموناس کامپستریس، این باکتری قادر به مصرف لاکتوز به عنوان تنها منبع کربن است و با رشد در محیط دارای لاکتوز، مقدار کمی زانتان و بیومس تولید می کند [۱۷]. صمغ زانتان خصوصیات رئولوژیکی ویژه ای دارد و در صنایع مختلف به عنوان پایدار کننده، امولسیون کننده، سوسپانسیون کننده و قوام دهنده و ... کاربردهای گسترده ای دارد. خاصیت سودوپلاستیسیته صمغ زانتان باعث می‌شود مواد غذایی احساس دهانی بهتر و رهاسازی طعم بیش تری داشته باشند و کیفیت اولیه خود را بهتر حفظ کنند [۱۷]. استفاده از این هیدروکلوئید با افزایش محتوای مواد جامد ماست مشابه چربی عمل کرده و موجب بهبود در گرانروی (ویسکوزیته) و افزایش ظرفیت نگهداری آب و سایر خواص مطلوب در ماست تولیدی می‌شود [۱۸].

در این مطالعه از β-گلوکان استخراج شده از جودوسر که دارای خواص تغذیه ای بالا از جمله کاهش دهنده اسید اوریک خون، محرک سیستم ایمنی بدن، بهبود فعالیت روده‌ها (وظیفه فیبرها)، کاهش قند خون و کلسترول (HDL) [۱۹،۲۰] استفاده شده است. قابلیت بافت دهندگی مناسب β-گلوکان استخراج شده از جودوسر [۲۱] موجب شده است که علاوه بر خاصیت پری بیوتیکی (محرک رشد و فعالیت

1. Viscosity

باکتری‌های پروبیوتیک)، به صورت یک افزودنی ساختاری جهت بافت دهندگی و جایگزین چربی در محصولات لبنی کم چرب مد نظر محققان قرار بگیرد.

هدف از انجام این پژوهش این بوده است تا محصولی با خواص سلامت بخشی بسیار بالا و کیفیت قابل قبول در اختیار مصرف کنندگان قرار داده شود. در این مطالعه اثر افزودن زانتان بر بافت ماست سین بیوتیک حاصل از شیر شتر با استفاده از β-گلوکان استخراجی از جو دوسر بررسی گردید. ماست تولیدی علاوه بر ارزش تغذیه ای بالا دارای کیفیت مناسب بوده و سعی بر آن بوده تا این محصول از جهات مختلف مورد پسند و رضایت مصرف کنندگان قرار بگیرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیر شتر مورد نیاز در این پژوهش با ترکیبات مشخص (جدول ۱) از دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران تهیه گردید. β-گلوکان مصرفی را طبق روش مورا و همکارانش (۲۰۱۱) [۲۲] از جو دوسر خریداری شده از موسسه تهیه و فرآوری گیاهان دارویی طارونه استان قم، استخراج شد. کارخانه پگاه تهران آغازگر پروبیوتیک تجاری (ABY1) از شرکت کریستین هانسن و صمغ زانتان از شرکت (Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA) را در اختیار این پژوهش قرار داد.

Table 1 Chemical analysis of camel milk

Factors	Dry material (٪)	Ash (٪)	Fat (٪)	Protein (٪)	Lactose (٪)	pH	Acidity (g/L)
Amount	9±0.01	0.9±0.001	4.1±0.01	2.7±0.01	3.1±0.01	≈6.49	0.306±0.001

N=3 and P=0.05

۲-۲- تهیه ماست

شیر شتر مصرفی در این تحقیق توسط سانتریفیوژ (Hettich, Universal 320, Germany) در سه سطح چربی صفر، ۲/۵ و ۵٪ استاندارد سازی شد. شیر شتر به همراه β-گلوکان در سه سطح صفر، ۱ و ۲٪ و صمغ زانتان در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ مطابق طرح آزمایش (جدول ۲)، توسط یکنواخت کننده اولتراتراکس (T25, IKA, Staufen, Germany) با سرعت ۹۰۰۰ دور

در دقیقه به مدت ۹۰ ثانیه همگن شدند. نمونه‌ها در حال تولید در دمای ۷۵±۱ºC به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه شدند و در دمای ۴۲±۱º C آغازگر تجاری حاوی باکتری‌های پروبیوتیک *(استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی و بولگاریکوس)* طبق طرح آزمایش جدول ۲ در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ به نمونه‌ها افزوده شد و پس از انتقال به ظروف ۵۰ می لی لیتری، گرمخانه گذاری شد. نمونه‌هایی که به pH=٤/٦ رسیدند به یخچال با دمای ٤±١°C انتقال داده شدند و در روزهای اول، هفتم و چهاردهم، آزمایشات لازم بر روی نمونه-ها انجام گرفت.

۲-۳- روش‌ها

۲-۳-۱- اندازه گیری گرانروی ظاهری

گرانروی ظاهری با استفاده از ویسکومتر (DV-II+Pro, Brookfield, Middleboro, MA, U.S.A.) با سرعت ۲۵ دور در دقیقه، توسط اسپیندل شماره ٦٠ در ثانیه ۳۰م بررسی شد. این اندازه گیری در دمای ٤±١°C و در طی نگهداری انجام پذیرفت [۲۳].

۲-۳-۲- تعیین ظرفیت نگهداری آب[۲] (WHC)

جهت انجام این آزمایش، ۵ گرم از نمونه را در یک فالکون ۱۵ میلی لیتری ریخته و سپس در دمای ۱۰ºC به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ٤٥٠٠ دور در دقیقه توسط دستگاه (Mikro 220R, Hettich, Tuttlingen, Germany) سانتریفیوژ شد و WHC را از طریق رابطه ۱ با دانستن مقدار فاز رویی جدا شده محاسبه گردید [۲۱].

رابطه ۱

$$WHC = \left(1 - \frac{W_t}{W_i}\right) \times 100$$

که در آن W_t، وزن فاز رویی (g)؛ W_i، وزن اولیه نمونه ماست (g).

2. Water Holding Capacity (WHC)

Table 2 Experimental design

Sample's number	β-glucan(٪)	Probiotic inoculum(٪)	Fat(٪)	Storage time(day)	Xanthan (%)
1	2	1	5	7	1
2	2	1	2.5	7	1.5
3	2	1	2.5	0	1
4	1	0.5	2.5	7	1.5
5	1	1	0	7	0.5
6	1	0.5	5	7	1
7	1	1	2.5	7	1.5
8	1	0.5	0	7	1
9	1	1	2.5	7	1
10	0	1	2.5	0	1
11	1	1	2.5	7	1
12	2	1	2.5	7	1
13	1	1	2.5	0	1
14	1	0.5	2.5	7	0.5
15	0	1	0	7	1
16	2	1	2.5	14	1
17	1	1	2.5	14	1
18	1	1	5	7	0.5
19	1	1	2.5	0	0.5
20	1	1	5	0	1
21	1	1	5	7	1.5
22	2	1	0	7	1
23	0	1	2.5	7	0.5
24	2	0.5	2.5	7	1
25	1	1	2.5	0	1.5
26	1	1	0	0	1
27	1	0.5	2.5	14	1
28	1	1	2.5	7	1
29	1	1	2.5	7	0.5
30	1	1	2.5	14	1.5
31	1	1	2.5	14	0.5
32	1	1	2.5	7	1
33	1	1	0	14	1
34	1	1	5	7	1
35	1	1	2.5	7	1
36	1	0.5	2.5	0	1
37	0	0.5	2.5	7	1
38	1	2	0	7	1
39	0	1	2.5	7	1.5
40	0	1	5	7	1
41	1	1	2.5	7	1
42	0	1	2.5	7	1
43	1	1	5	14	1
44	2	1	2.5	7	0.5
45	1	1	0	7	1.5
46	0	1	2.5	14	1

۲-۳-۳- بررسی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک

جهت بررسی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک *(استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی و بولگاریکوس)* ۱ گرم از نمونه را با ۹ میلی لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط کرده و پس از یکنواخت شدن تا غلظت $۱۰^{-۶}$ و $۱۰^{-۷}$ رقت سازی نموده، سپس ۱ میلی لیتر از هر رقت را در ۲ تکرار در پلیت حاوی محیط کشت (Merck, Germany) MRS-Agar به همراه ۰/۱۵درصد Bile-Bovin (Sigma-Aldrich, U.S.A) انتقال داده و بعد از اختلاط کامل، پلیت‌های حاوی نمونه و محیط کشت به مدت ۷۲

ساعت گرمخانه گذاری در دمای ۳۷±۱°C شد. بعد از سپری شدن زمان مشخص شده، با شمارش کلنی‌های رشد کرده در محیط کشت، تعداد باکتری پروبیوتیک زنده مانده در نمونه در مدت نگهداری مشخص گردید [۲۳].

۲-۳-٤- اندازه گیری اسیدیته

۵ گرم نمونه توسط ۵ گرم آب مقطر رقیق سازی شد و بعد از افزودن ٤ قطره فنل فتالئین (Merck, Darmstadt, Germany) توسط سود (NaOH) ۰/۱ نرمال (Merck, Darmstadt, Germany) تا رسیدن به رنگ صورتی تیتر گردید و سپس با دانستن حجم سود مصرفی از طریق رابطه ۲ اسیدیته نمونه‌های ماست بر حسب گرم در صد اسید لاکتیک محاسبه گردید [٢٤].

رابطه ۲

$$Acidity = \left(\frac{A \times 0.009}{B}\right) \times 100$$

که در آن A، مقدار سود مصرفی (mL)؛ B، وزن اولیه نمونه (g).

۲-۳-۵- آنالیز شیمیایی

محتوی مواد جامد، پروتئین، خاکستر و محتوای چربی طبق روش AOAC (۱۹۹۰) برای شیر شتر اندازه گیری شد [۳۱].

۲-۳-٦- بررسی خواص حسی

ارزیابی خواص حسی نمونه‌های ماست توسط ۱۵ نفر از دانشجویان رشته علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و بر اساس مقیاس پنج نقطه ای هدونیک انجام شد (۱=بسیار بد، ۲=بد، ۳=متوسط، ٤=خوب و ۵=بسیار خوب) از داوران خواسته شد نمونه‌ها را از نظر پذیرش کلی و مطلوبیت ارگانولپتیکی مورد ارزیابی حسی قرار دهند.

۲-۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها و طرح آزمایش با روش سطح پاسخ (RSM) از طریق نرم افزار (Version Design Expert 8 8.0.7.1, Minneapolis, MN, U.S.A) و با استفاده از جدول تجزیه واریانس (α<۰/۰۵) در سه تکرار انجام پذیرفت. طرح آماری آزمایش به صورت مربع مرکزی (CCD) در نظر گرفته شد.(جدول۲).

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی گرانروی ظاهری

طبق نتایج بدست آمده جهت پیش بینی رفتار جریانی (گرانروی) محصول تولیدی، مدل خطی با ضریب تبیین بالا (R^2 =۰/۹۲) و ضریب تبیین اصلاح شده مناسب (R^2-۰/۹۱ =Adj)، مدل معنی‌داری می‌باشد. در رابطه ۳ A، B، C، D و E به ترتیب بیانگر درصد پری بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، مدت زمان نگهداری و درصد صمغ زانتان می‌باشد:

$$\text{Viscosity (cP)} = +15480.87 - (334.44 \times A) + (1851.87 \times B) - (602.00 \times C) - (163.56 \times D) + (4030.25 \times E)$$

رابطه ۳ مدل تغییرات گرانروی

مدل پیشنهادی فوق مقدار گرانروی ماست تولیدی را به طور رضایت بخشی در نمونه‌های حاصل توجیه می‌کند.

Table 3 ANOVA Table for viscosity

Source	df	coef	p-value
Model	5	14878.87	<0.0001*
A-prebiotic (% ß-glucan)	1	-334.44	0.1095 ns
B-Fat content (%)	1	1851.87	<0.0001*
C-Probiotic	1	-602	0.0053 *
D-Time (day)	1	-163.56	0.4281 ns
E-Xanthan (%)	1	-4030.25	<0.0001*
Lack of Fit	35	–	0.1292 ns

*significant at p<0.05
ns non-significant

با توجه به جدول ۳ و شکل ۱ تغییرات میزان زانتان و درصد چربی تاثیر معنی دار (α=۰/۰۵) افزایشی و میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک تاثیر معنی دار کاهشی بر گرانروی ماست تولیدی دارد. صمغ زانتان به دلیل خاصیت بافت دهندگی و هیدراته شدن مناسب، موجب ایجاد یک بافت مستحکم پروتئین-پلی ساکارید به همراه پروتئین‌های شیر شتر در محصول شده و به همین دلیل گرانروی ماست تولیدی را افزایش داده است. محققانی از جمله همتیار و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعات خود بر روی شیر گاو نیز به نتایج مشابهی از تاثیر افزایشی زانتان بر گرانروی محصولات لبنی از جمله ماست از شیر گاو را گزارش کردند [۲۵].

طبق نتایج بدست آمده، نمونه‌هایی که جهت تولید آن‌ها از شیر با درصد چربی بالاتری استفاده شد، دارای گرانروی بیشتری بودند. نتیجه اخیر، نقش بافت دهندگی چربی موجود در محصولات لبنی را نشان می‌دهد به طوریکه لاجوردی و همکاران و همچنین سوزا و همکاران به ترتیب‌های (۲۰۱۵) و (۲۰۱۱) نیز در تحقیقات خود بر افزایش گرانروی و ایجاد شبکه داخلی قوی تر محصولات لبنی به دلیل افزایش چربی تاکید داشته اند [۲۳،۲۶].

افزایش درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک اثر کاهنده ای بر گرانروی دارد. با افزایش درصد تلقیح آغازگر در حضور یک صمغ، آب و مواد غذایی بیشتری در اختیار باکتری‌ها قرار گرفته در نتیجه با افزایش تعداد آنها و همچنین ایجاد یک شرایط محیطی مناسب، باکتری‌ها اسید بیشتری تولید کرده و ایجاد بافتی با گرانروی کم می‌کنند.

گذشت زمان و درصد β-گلوکان تاثیر معنی‌داری (α=۰/۰۵) بر گرانروی محصول ندارند و در طول نگهداری، خصوصیات جریانی (گرانروی) محصول مشابه با روز اول است و کاهش قوام (به دلیل سست و باز شدن شبکه‌های ایجاد شده در ماست) با گذشت زمان در محصول تولیدی مشاهده نمی‌شود [۲۱].

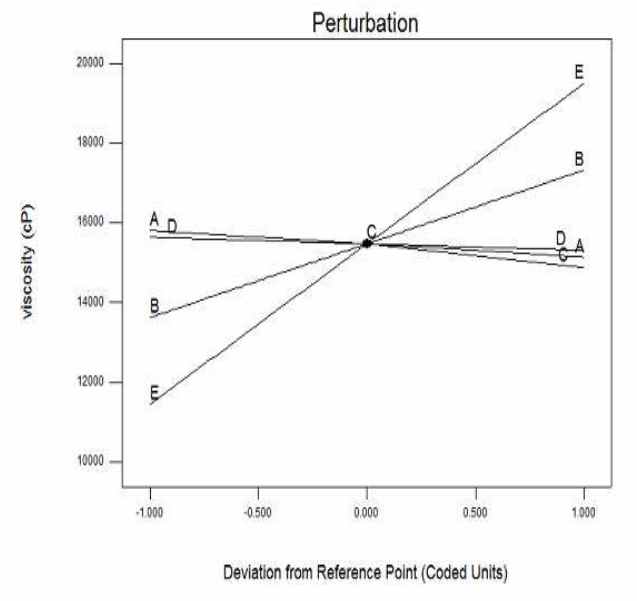

Fig 1 displays the type and degree of influence of various factors on the viscosity is camel milk is obtained from the A, B, C, D and E, respectively, represent the percentage of prebiotic (β- glucan), camel milk fat percentage, the percentage inoculation probiotic, maintenance and the percentage is xanthan gum.

طبق نمودار حاصل در شکل ۲ در کمترین درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک وبالاترین میزان چربی گرانروی در بیشترین حالت خود می‌باشد و هیچ کدام از فاکتورها تاثیر هم افزایی بر هم ندارند و مدل خطی مدل مناسبی جهت بررسی تغییرات گرانروی می‌باشد.

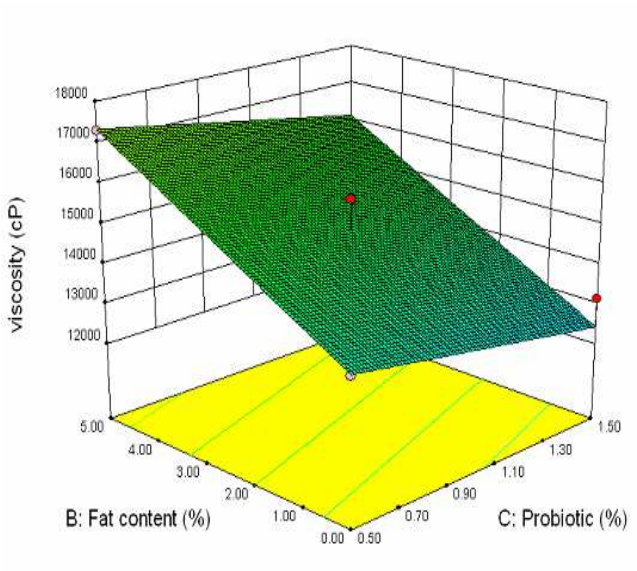

Fig 2 Three-dimensional diagram of viscosity changes due to changes in fat and probiotic bacteria inoculation

۳-۲- بررسی میزان ظرفیت نگهداری آب محصول (WHC)

با توجه به شکل ۳ نظر به اینکه در محصول تولیدی از درصدهای بالایی از صمغ استفاده شد با تغییر در دیگر فاکتورها و حتی گذشت زمان نیز، آب اندازی در محصول مشاهده نشد و محصول تولیدی دارای ۱۰۰ ٪ ظرفیت نگهداری آب در مدت انجام آزمایش بود که نتایج به دست آمده در این مطالعه مشابه نتایج این محققان می‌باشد [۲۱،۲۵،۲۷].

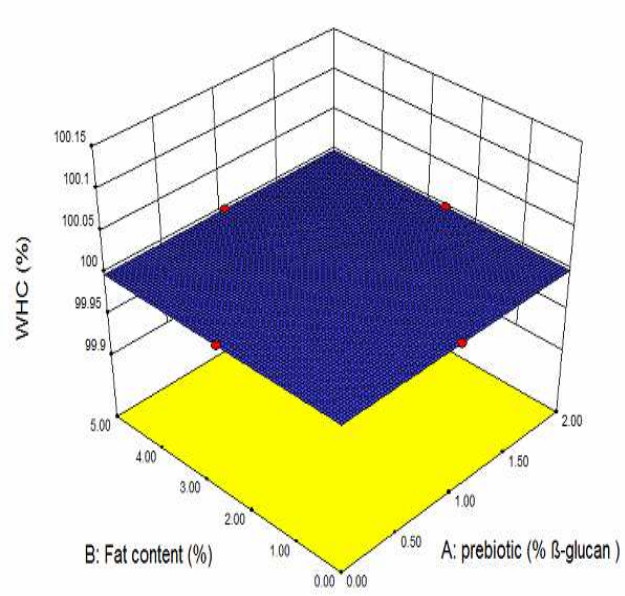

Fig 3 three-dimensional study of water-holding capacity (WHC) as a result of the change in the percentage of β- glucan and fat

۳-۳- بررسی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک

مدل معنی‌دار پیشنهادی جهت پیش بینی تغییرات زنده مانی پروبیوتیک‌ها در محصول تولیدی، مدل درجه دوم (Quadratic) می‌باشد. در رابطه ٤ A ، B، C، D و E به ترتیب بیانگر درصد پری بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، مدت زمان نگهداری و درصد صمغ زانتان می‌باشد:

$$\text{Bac. count } (10^6 \text{ cfu/mL}) = +71.67 + (22.81\times A) - (11.75\times B) + (14.56\times C) - (31.44\times D) - (0.56\times E) + (2.25\times A\times B) + (0.75\times A\times C) - (9.50\times A\times D) + (2.25\times A\times E) - (4.00\times B\times C) + (16.25 B\times D) + (1.00\times B\times E) - (13.75\times C\times D) - (0.25\times C\times E) + (6.75\times D\times E) - (3.56\times A^2) - (10.31\times B^2) - (4.40\times C^2) - (29.56\times D^2) - (4.40\times E^2)$$

رابطه ٤ مدل بررسی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک

مطابق با نتایج بدست آمده از آزمایش‌های انجام شده، مدل ارائه شده دارای ضریب تبیین بالا (R^2=۰/۹٤) و ضریب تبیین اصلاح شده مناسب (R^2-Adj=۰/۸۹) می‌باشد، که بیانگر معنی‌دار بودن مدل فوق می‌باشد و مقدار زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در ماست تولیدی را به طور رضایت بخشی در نمونه‌ها توجیه می‌نماید.

طبق جدول ٤ فاکتورهایی مانند درصد پری بیوتیک، درصد چربی، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و زمان، تاثیر معنی‌داری (α=۰/۰۵) بر تغییرات رخ داده بر زنده مانی پروبیوتیک‌ها دارند و مشاهده شد که افزودن صمغ زانتان موجب تغییراتی در زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصول تولیدی نشد. بطوریکه لاجوردی و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود با شرایط شابه ولی بدون حضور صمغ زانتان در ترکیبات ماست تولیدی مشاهده نمودند درصد تلقیح، در زنده مانی پروبیوتیک‌ها بی تاثیر بوده ولی در این نمونه با توجه به سامانه ایجاد شده در محصول بواسطه صمغ زانتان و محبوس شدن آب در ساختار نمونه با افزایش میزان تلقیح، زنده مانی نیز افزایش یافته است [۲۳].

Table 4 ANOVA Table for the viability of probiotic bacteria changes

Source	df	coef	p-value
Model	20	71.67	<0.0001*
A-prebiotic (% ß-glucan)	1	22.81	<0.0001*
B-Fat content (%)	1	-11.75	<0.0001*
C-Probiotic	1	14.56	<0.0001*
D-Time (day)	1	-31.44	<0.0001*
E-Xanthan (%)	1	-0.56	0.8212 ns
AB	1	2.25	0.6518 ns
AC	1	0.75	0.8802 ns
AD	1	-9.5	0.0652 ns
AE	1	2.25	0.6518 ns
BC	1	-4	0.4244 ns
BD	1	16.25	0.0029 *
BE	1	1	0.8404 ns
CD	1	-13.75	0.0099 *
CE	1	-0.25	0.9599 ns
DE	1	6.75	0.1828 ns
A^2	1	-3.56	0.2956 ns
B^2	1	-10.31	0.0048 *
C^2	1	-4.40	0.1994 ns
D^2	1	-29.56	<0.0001*
E^2	1	-4.40	0.1994 ns
Lack of Fit	20	–	0.7766 ns

*significant at p<0.05
ns non-significant

با توجه به شکل ٤ مشاهده شد هرچه از درصدهای بالاتری از β-گلوکان و مقدار بیشتری باکتری پروبیوتیک تلقیح شده در فرآیند تولید در محصول استفاده شود، تعداد باکتری‌های پروبیوتیک بیشتری در هنگام مصرف در اختیار مصرف کننده قرار می‌گیرد. تاثیر ذکر شده به دلیل افزایش میزان عوامل مطلوب باکتری‌های پروبیوتیک از جمله غذا (منابع کربن و ازت) در محیط رشد و فعالیت آن‌ها می‌باشد در نتیجه β-گلوکان به عنوان عامل پری بیوتیک، به زنده مانی تعداد بیشتری از این باکتری‌های مفید جهت دستگاه گوارش انسان کمک می‌کند [۲۳].

طبق شکل ٤ و مشابه نتایج لاجوردی و همکاران (۲۰۱۵) وجود چربی و گذشت زمان به دلیل نامناسب نمودن محیط رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک موجب کاهش زنده مانی پروبیوتیک‌ها در محصول شده است. تاثیر دو فاکتور ذکر شده از طریق کاهش دسترسی میکروارگانیسم به مواد غذایی مورد نیاز، کم شدن مواد مغذی و افزایش مواد زائد تولید شده توسط خود باکتری‌ها در نمونه با گذشت زمان در ماست فراسودمند تولیدی می‌باشد.

با توجه به جدول ٤ فاکتورهایی از قبیل درصد چربی و زمان (شکل ٥) و تغییر در میزان تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و زمان (شکل ٦) بر هم تاثیر متقابل و بر زنده مانی پروبیوتیک‌ها تاثیر معنی دار (α=۰/۰۵) دارند.

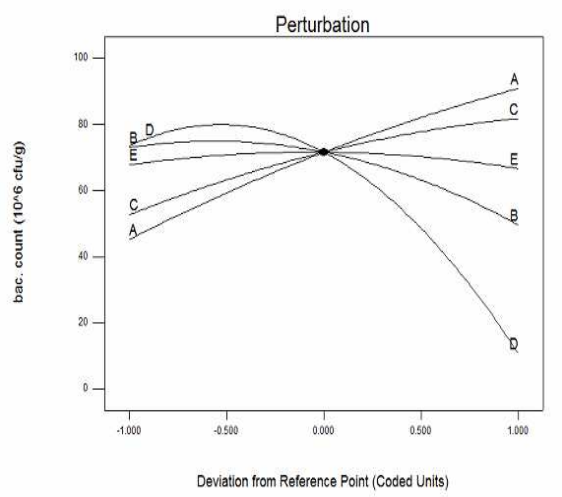

Fig 4 displays the type and degree of influence of various factors on the survival of probiotic bacteria in yogurt, camel milk is obtained from the A, B, C, D and E, respectively, represent the percentage of prebiotic (β- glucan), fat camel milk the percentage of inoculated probiotic bacteria, maintenance and the percentage is xanthan gum

همانطور که در شکل ٥ ملاحظه می‌شود در مدت زمان نگهداری، با افزایش میزان چربی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک کاهش یافته [٢٨]، این دو فاکتور بر هم تاثیر متقابل داشته بطوریکه با افزایش درصد چربی در مدت زمان نگهداری، شبکه ایجاد شده در محصول مستحکم تر و آب و مواد غذایی به دام افتاده و خارج شده از دسترس باکتری‌ها در این ساختار، بیشتر شده و در نتیجه کمترین میزان زنده مانی در محصول مشاهده شد [٢٣].

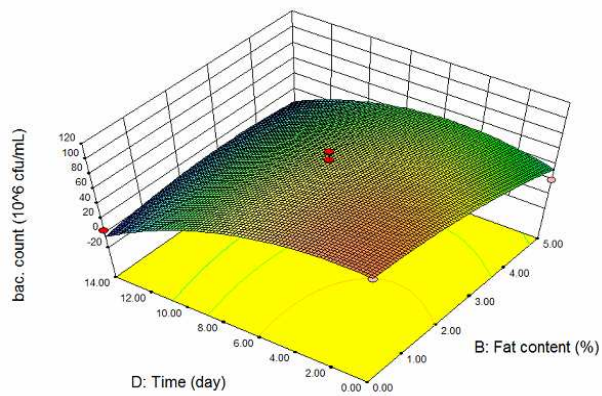

Fig 5 three-dimensional study of the viability of probiotic bacteria due to changes in fat content and storage time

با توجه به شکل ٦ درمی‌یابیم، درصورتیکه میزان بیشتری از باکتری پروبیوتیک (آغازگر) به شیر تلقیح شده باشد با گذشت زمان، در محصول تولیدی، تعداد بیشتری از باکتری‌ها زنده می‌مانند. به عبارت دیگر بیشترین تعداد باکتری‌های زنده مانده در محصولاتی زمانی مشاهده شد که، دارای بیشترین میزان باکتری‌های پروبیوتیک (آغازگر) تلقیح شده و در روزهای اولیه تولید بودند. در نتیجه جهت برخورداری از خواص سلامت بخشی بالاتر، می‌بایست این ماست فراسودمند سین بیوتیک از شیر شتر در روزهای اولیه تولید مصرف گردد.

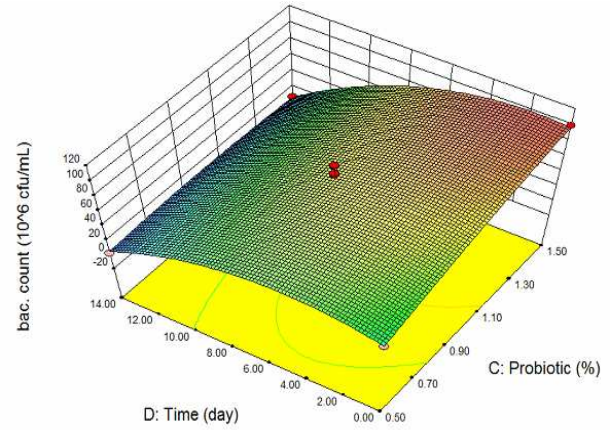

Fig 6 three-dimensional study of the viability of probiotic bacteria as a result of changes in the amount and duration of maintenance probiotic bacteria inoculation

با استناد بر نتایج به دست آمده توصیه می‌شود، جهت تولید ماست فراسودمند سین بیوتیک از شیر شتر (که دارای میزان بالایی باکتری‌های پروبیوتیک در هنگام مصرف باشد) باید از شیر با درصدهای چربی کمتر، میزان β-گلوکان و باکتری‌های پروبیوتیک تلقیح شده بیشتر استفاده نمود و محصول تولیدی را در روزهای اولیه تولید مصرف کرد.

٣-٤- بررسی تغییرات اسیدیته محصول

مدل پیشنهاد شده معنی‌دار جهت تغییرات اسیدیته مدل درجه دوم (Quadratic)، با ضریب تبیین خوب (R^2 =٠/٩٣) و ضریب تبیین اصلاح شده مناسب (R^2-Adj=٠/٨٨) می‌باشد. طبق جدول ٥ تغییرات درصد β-گلوکان، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و گذشت زمان تاثیر معنی‌دار افزایشی بر میزان اسیدیته ماست تولیدی دارد.

Table 5 ANOVA Table for acidity

Source	df	coef	p-value
Model	20	0.763	<0.0001*
A-prebiotic (% ß-glucan)	1	0.15	<0.0001*
B-Fat content (%)	1	0.012	0.2257 ns
C-Probiotic	1	0.065	<0.0001*
D-Time (day)	1	0.024	0.0209 *
E-Xanthan (%)	1	0.013	0.1986 ns
AB	1	– 0.049	0.0178 *
AC	1	0.01	0.6056 ns
AD	1	0.027	0.1628 ns
AE	1	0.031	0.1147 ns
BC	1	0.0065	0.7367 ns
BD	1	0.044	0.0292 *
BE	1	0.015	0.4327 ns
CD	1	-0.041	0.0443 *
CE	1	–0.001	0.9587 ns
DE	1	–0.017	0.3964 ns
A^2	1	–0.054	0.0003 *
B^2	1	0.0079	0.5495 ns
C^2	1	–0.012	0.3571 ns
D^2	1	–0.061	<0.0001*
E^2	1	-0.0041	0.7514 ns
Lack of Fit	20	–	0.4551 ns

*significant at $p<0.05$
ns non-significant

در رابطه ۵ A، B، C، D و E به ترتیب بیانگر درصد پری بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، مدت زمان نگهداری و درصد صمغ زانتان می‌باشد:

$$\text{Acidity (g/L)} = +0.763 + (0.147\times A) + (0.012\times B) + (0.065\times C) + (0.024\times D) + (0.013\times E) - (0.048\times A\times B) + (0.0100\times A\times C) + (0.028\times A\times D) + (0.031\times A\times E) + (0.0065\times B\times C) + (0.044\times B\times D) + (0.015\times B\times E) - (0.041\times C\times D) + (1.000\times 10^{-3}\times C\times E) - (0.017\times D\times E) - (0.054\times A^2) + (0.0079\times B^2) - (0.012\times C^2) - (0.061\times D^2) + (0.0041\times E^2)$$

طبق شکل ۷ با افزایش زمان نگهداری و افزایش درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و درصد β-گلوکان، اسیدیته محصولات افزایش یافته است.

با افزایش میزان β-گلوکان در محصولات تولیدی در واقع غذای مورد نیاز باکتری‌های موجود در ماست فراهم شده [۲۹]، در نتیجه با کمک عامل زمان نگهداری و تعداد بالای باکتری‌های تلقیح شده در ماست، فعالیت این ریزاندامگان افزایش یافته و به تبع آن اسید لاکتیک بیشتری در محصول تولید شده [۳۰]، پس طبیعی است که شاخص اسیدیته در این گروه از محصولات افزایش قابل ملاحظه ای داشته باشد.

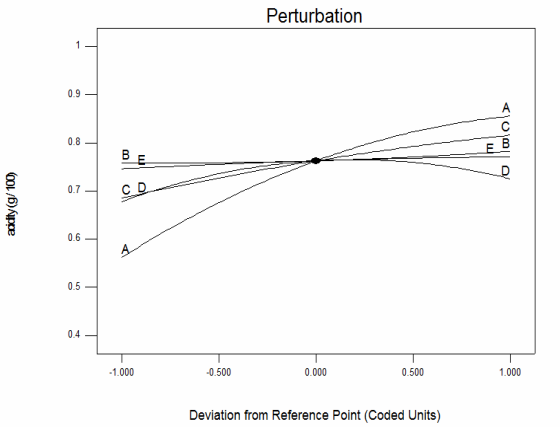

Fig 7 displays the type and degree of the impact of various factors on the acidity of camel milk is obtained from the A, B, C, D and E, respectively, represent the percentage of prebiotic (β- glucan), camel milk fat percentage, the percentage inoculation probiotic, maintenance and the percentage is xanthan gum.

در شکل ۸ مطابق مدل درجه دوم پیشنهادی، فاکتورها بر هم تاثیر متقابل و معنی‌دار (α=۰/۰۵) دارند. با افزایش درصد پری بیوتیک (β-گلوکان) اسیدیته افزایش یافته ولی افزایش درصد چربی تاثیر معکوسی در تغییرات اسیدیته ایجاد می‌کند. میزان بالای چربی به عنوان عامل مزاحم در محیط رشد باکتری‌های پروبیوتیک عمل کرده، بطوریکه دسترسی این ریزاندامگان را به غذا و مواد مورد نیاز جهت رشد و فعالیت کم می‌کند در نتیجه تاثیر معکوسی بر میزان اسید تولید شده دارد [۲۳]. درصورتیکه بخواهیم ماست تولیدی اسیدیته مناسبی داشته باشد در فرمولاسیون آن باید از بیشترین درصد β-گلوکان و کمترین درصد چربی استفاده شود و هرچه درصد چربی نمونه تولیدی کمتر باشد، با افزایش درصد پری بیوتیک (β-گلوکان) اسیدیته افزایش یافته و کاهش بیشتری در pH محصول ملاحظه می‌شود.

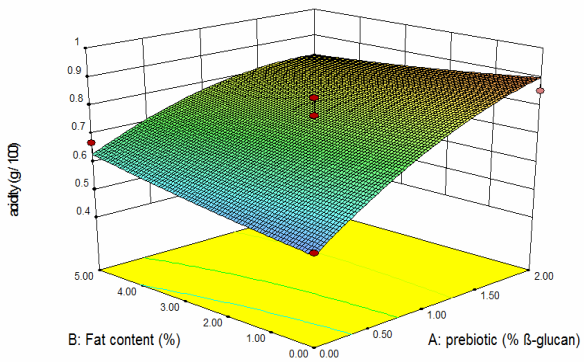

Fig 8 three-dimensional changes due to changes in the acidity of β- glucan and fat

همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود تغییرات درصد چربی و طولانی شدن مدت نگهداری دارای تاثیر هم افزایی معنی‌داری (مدل درجه دوم جهت پیش بینی تغییرات اسدیته) می‌باشند بطوریکه در درصدهای پایین چربی، گذشت زمان موجب افزایش میزان اسید لاکتیک شده و اسیدیته افزایش بیشتری داشته است.

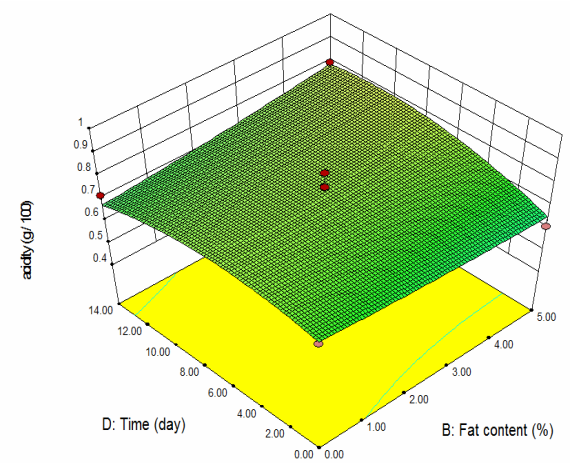

Fig 9 three-dimensional diagrams acidity changes due to changes in fat content and storage time

همانطور که شکل ۱۰ نشان می‌دهد مدل درجه دوم، مدل پیشنهادی مناسبی برای پیش بینی تغییرات اسیدیته می‌باشد. با افزایش درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و گذشت زمان اسیدیته افزایش یافته است [۲۹]. افزایش این فاکتورها بر هم تاثیر متقابل و معنی‌داری دارند. طبق نتایج، هر چه درصد باکتری‌های پروبیوتیک تلقیح شده در محصول بیشتر باشد، باکتری‌های بیشتری در محصول فعالیت داشته که در این صورت در حین نگهداری افزایش بیشتری در میزان اسیدیته محصول تولیدی مشاهده می‌شود.

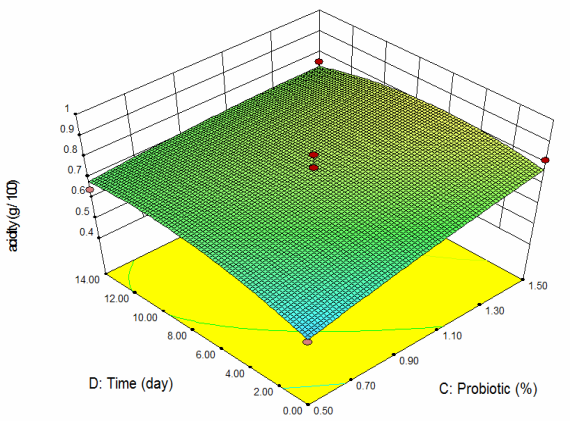

Fig 10 three-dimensional graph of pH changes due to changes in the amount and duration of maintenance probiotic bacteria inoculation

۳-۵- بررسی خواص حسی

جهت بررسی تغییرات این فاکتور مدل درجه دوم (Quadratic)، با ضریب تبیین خوب (R^2=۰/۹٤) و ضریب تبیین اصلاح شده مناسب (R^2-Adj=۰/۸۹) معنی دار می‌باشد. طبق جدول ٦ تغییرات درصد صمغ زانتان و گذشت زمان تاثیر معنی‌دار افزایشی بر خواص حسی محصول تولیدی دارند.

Table 6 ANOVA Table for organoleptic properties

Source	df	coef	p-value
Model	20	4	<0.0001*
A-prebiotic (% ß-glucan)	1	-0.13	0.1112 ns
B-Fat content (%)	1	0.062	0.4168 ns
C-Probiotic	1	0.063	0.4168 ns
D-Time (day)	1	-0.031	0.0004 *
E-Xanthan (%)	1	-0.031	0.0003 *
AB	1	4.32×10^{-17}	1.000 ns
AC	1	3.57×10^{-17}	1.000 ns
AD	1	0.025	0.1112 ns
AE	1	0.025	0.1112 ns
BC	1	-4.55×10^{-17}	1.000 ns
BD	1	-0.044	0.1112 ns
BE	1	-2.27×10^{-17}	1.000 ns
CD	1	1.90×10^{-17}	1.000 ns
CE	1	-0.25	0.1112 ns
DE	1	0.25	0.1112 ns
A^2	1	-0.021	0.8406 ns
B^2	1	-0.1	0.3129 ns
C^2	1	0.063	0.5475 ns
D^2	1	-0.06	<0.0001*
E^2	1	-1.77	<0.0001*
Lack of Fit	20	-	0. 1100 ns

*significant at p<0.05
ns non-significant

در رابطه ٦ A، B، C، D و E به ترتیب بیانگر درصد پری بیوتیک (β-گلوکان)، درصد چربی شیر شتر، درصد تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک، مدت زمان نگهداری و درصد صمغ زانتان می‌باشد:

$$\text{Organoleptic} = +4.00 - (0.13\times A) + (0.062\times B) + (0.063\times C) - (0.31\times D) - (0.31\times E) + (4.32\times10^{-17}\times A\times B) + (3.57\times10^{-17}\times A\times C) + (0.25\times A\times D) + (0.25\times A\times E) - (4.55\times10^{-17}\times B\times C) - (0.25\times B\times D) - (2.27\times10^{-15}\times B\times E) + (1.90\times10^{-17}\times C\times D) - (0.25\times C\times E) + (0.25\times D\times E) - (0.021\times A^2) - (0.10\times B^2) + (0.063\times C^2) - (0.60\times D^2) - (1.77\times E^2)$$

رابطه ٦ مدل خواص حسی

طبق شکل ۱۱ و بر اساس نظر ارزیاب‌ها، افزایش صمغ زانتان و گذشت زمان تاثیر نسبتا مشابهی بر خواص حسی محصول تولیدی دارند. بطوریکه محصولی که در تولید آن از درصدهای متوسطی (۱ ٪) از صمغ زانتان استفاده گردید، از خواص حسی مناسب تری برخوردار می باشد و طبق نظر ارزیاب ها در صورتیکه از مقدارهای خیلی کم و خیلی زیاد صمغ زانتان

استفاده شود، محصولات تولیدی خواص حسی نامطلوب و مقبولیت کمتری دارند.

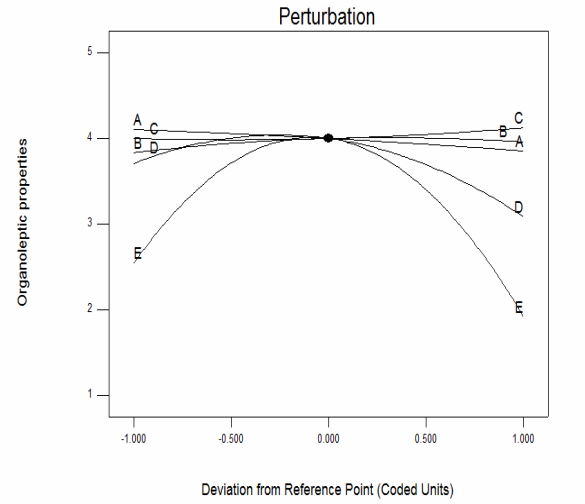

Fig 11 displays the type and degree of the impact of various factors on the organoleptic properties of camel milk is obtained from the A, B, C, D and E, respectively, represent the percentage of prebiotic (β- glucan), camel milk fat percentage, the percentage inoculation probiotic, maintenance and the percentage is xanthan gum.

همانطور که در شکل ۱۲ مشاهده می شود محصول تولیدی در روز هفتم نگهداری بیشترین مطلوبیت را دارا می باشد و از نظر ارزیاب‌ها و مصرف کنندگان، محصولات در اواسط دوره نگهداری از خواص حسی مورد پسندتری برخوردار می باشند.

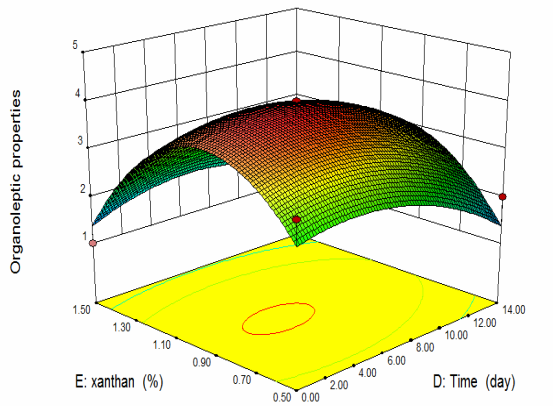

Fig 12 three-dimensional study of the organoleptic properties due to changes in xanthan gum and storage time

٤- نتیجه گیری کلی

طبق نتایج بدست آمده شرایط بهینه برای تولید ماست سین بیوتیک از شیر شتر به همراه صمغ زانتان جهت بهبود بافت محصول تولیدی با افزودن میزان بهینه β-گلوکان (٪۲)، باکتری پروبیوتیک (٪۱/۲۳) و صمغ زانتان (٪۱/۵) و حداقل درصد چربی (٪۰/۷۲) در حداکثر زمان ماندگاری (۸ روز) شاهد حداکثر گرانروی (۱٦۹۳۸/۸ سانتی پواز)، ظرفیت نگهداری آب (۱۰۰ ٪) و زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک (cfu/mL ۸۰×۱۰^{٦}) بودیم. با اعمال شرایط ذکر شده ماست تولیدی دارای بهینه pH (٤/۲) و اسیدیته (۰/۹۳٦ گرم بر۱۰۰ اسید لاکتیک) بود و حداقل درصد آب اندازی (٪۰) نیز در ماست تولیدی مشاهده گردید.

٥- منابع

[1] Khalifa, E.A., Elgasim, A.E., Zaghloul, A.H. and Mahfouz, M.B. (2011) Applications of inulin and mucilage as stabi-lizers in yogurt production. *American Journal of Food Technology*, 6, 31-39.

[2] Behnia, A., Karazhiyan, H., Niazmand, R. and Mohammadi Nafchi, A.B. (2013) Rheological properties of low fat yogurt containing cress seed gum, *Agricultural Sciences*, 4, 29-32.

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

[4] 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.

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

[6] 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.

[7] 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)

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] Haque, Z.U. and Ji, T. (2003) Cheddar whey processing and source: II. Effect on nonfat ice cream and yogurt. In-ternational *Journal of Food Science and Technology*, 38, 463-473.

[14] Brennan, C.S. and Tudorica, C.M. (2006) Carbohydrate based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: Comparative study of the utilization of barley beta glucan, guar gum and inulin. *International Journal of Food and Technology*, 43, 824-833.

[15] Lucey, J. A. (2002) Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85, 281-294.

[16] GarcõÂa-Ochoaa, F., Santosa, V.E., Casasb, J.A and GoÂmez, E. (2000) Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances*, 18, 549-579.

[17] Nasirpour, A. (2012) *Food Hydrocolloids*. 2-22. (In Farsi)

[18] Guzman-Gonzales, M., Morais, F. and Amigo, L. (2000) Influence of skimmed milk concentrate replacement by dry dairy products in a low fat set type yoghurt model system. Use of caseinates, co-precipitate and blended dairy powder. *Journal of the Science of Food and Agri-culture*, 80, 433-438.

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

[20] Xua C, Lva J, Lob M, Cuic S W, Hua X and Fana M (2013) Effects of oat *β*-glucan on endurance exercise and its anti-fatigue properties in trained rats. *Carbohydrate Polymers* 92 1159–1165.

[21] 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.

[22] 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 oat β-glucan. *Food Chemistry*, 128, 982–987.

[23] Ladjevardi, Z.,S., Yarmand, M., S., Emam-Djome, Z. and Niasari-Naslaji, A. (2015) Study on the feasibility of functional synbiotic yoghurt producted from camel milk and oat β-glucan. *Iranian Journal of Biosystems Engineering* (IJBSE), In press. (In Farsi)

[24] 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.

[25] Hematyar N, Samarin A M, Poorazarang H and Elhamirad A H (2012) Effect of gums on yogurt characteristics. *World Applied Sciences Journal* **20** 661-665.

[26] 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.

[27] El-Sayed E M, El-Gawad I A A, Murad H A and Salah S H (2002) Utilization of laboratory-produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. *European Food Research and Technology* 215 298-304.

[28] Guven M, Yasar K, Karaca O B and Hayaloglu A A (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yoghurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology* 58 180-184.

[29] 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.

[30] 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.

[31] AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th edn. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

The effect of xanthan gum on the physical and chemical properties of functional synbiotic yoghurt made by camel milk and oat β-glucan

Ladjevardi, Zh-S. [1], Yarmand, M. S. [2], Emam-Djome, Z. [3*], Niasari-Naslaji, A. [4]

[1]Master Student, Department of Food Science & Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran
[2]Lecturer, Department of Food Science & Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran
[3]Professor, Department of Food Science & Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran
[4]Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran
(Received: 2015/06/28 Accepted: 2016/09/27)

In this research, the effect of xanthan gum on texture and other characteristics of synbiotic yogurt was studied. The effects of five variables: xanthan gum (0.5, 1 and 1.5%), camel milk fat (0, 2.5 and 5%), β-glucan as a prebiotic agent (0, 1 and 2%) and inoculated probiotic bacteria *(Streptococcus thermophilus and Lactobacilus delbrueckii and ssp. bulgaricus.)* (0.5, 1 and 1.5%) were determined on the first, seventh and fourteenth day in time storage. Based on the results, xanthan gum and fat had increasing effects on viscosity but probiotic bacteria inoculation has the decreasing effect on viscosity. When increasing the amount of β-glucan (2%) and inoculated probiotic bacteria (1.5%) in low-fat milk, more significant number of probiotic bacteria (9×10^7 cfu/mL) can live in yoghurt in the early days. Acidity has directly related to changes of β-glucan and amount of starter. Acidity was increased when use from low fat milk, in storage time. The results showed that the optimum conditions for the production of synbiotic yoghurt from camel milk was added with the addition of optimal amount of β- glucan (1.82%), xanthan gum (0.3%), inoculation of probiotic bacteria (starter) (1.23%) and minimum amount of fat content (0.72%). This yogurt has maximum viscosity (16938.8 cP), water-holding capacity (100%) and viability of probiotic bacteria (80 106 cfu / mL) was observed and this product contain the optimal pH (4.2) and acidity (9.36g/L). In conclusion, this product with the suitable properties, has good acceptance between consumers.

Keywords: Synbiotic yoghurt, Camel milk, Xanthan gum, β-glucan

*Corresponding Author E-Mail Address: mamj@ut.ac.ir