



### بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و ارگانولپتیکی ژله سیب سین بیوتیک حاوی اینولین بر پایه کاراگینان

اکرم پیمان نیا<sup>۱</sup>، علیرضا شهاب لواسانی<sup>۲\*</sup>، نازنین زند<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی،

ورامین، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله:	در این مطالعه تولید ژله سیب سین بیوتیک حاوی اینولین (۰ تا ۳ درصد) و باکتری
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۵	لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس ( $10^{11}$ cfu/ml) مورد مطالعه قرار گرفت و آزمون های pH،
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۳	بریکس، سینرسیس، کدورت، زنده مانی، خصوصیات بافتی و ارزیابی حسی بر روی نمونه ها
کلمات کلیدی:	صورت پذیرفت. این ارزیابی ها در دوره نگهداری ۳۰ روزه انجام شد. نتایج نشان داد، با
ژله سیب،	افزایش مقدار اینولین، مقادیر pH، بریکس و کدورت نمونه ها افزایش یافت. سینرسیس
ژله سین بیوتیک،	نمونه های ژله سیب نیز با افزایش مقدار اینولین کاهش یافت. افزودن باکتری پروبیوتیک به
لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس،	ژله سیب باعث افزایش آب اندازی نمونه ها گردید. با افزایش زمان pH نمونه های ژله سیب
اینولین	از ۴/۰۷ تا ۳/۹۸ کاهش یافت. کدورت نمونه ها نیز در طی دوره نگهداری به صورت معنی
DOI:10.22034/FSCT.22.159.267.	داری افزایش یافت. بیشترین تغییرات در دوره نگهداری ۳۰ روزه به آزمایشات سینرسیس
* مسئول مکاتبات:	مربوط بود که با افزایش زمان نگهداری، سینرسیس نمونه ها افزایش یافت. نمونه های ژله
shahabam20@yahoo.com	سیب سین بیوتیک از بافت نرم تری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. نمونه ژله سیب
	سین بیوتیک قابلیت جویدن بهتری نسبت به نمونه شاهد داشت. لاکتوباسیلوس
	اسیدوفیلوس قابلیت زنده مانی بالاتری در نمونه حاوی اینولین دارا بود که با افزایش زمان
	قابلیت زنده مانی آن کاهش یافت.

## ۱- مقدمه

مانند ژلاتین، پکتین، آگار، نشاسته، شکر، رنگ، اسانس‌های مجاز خوراکی یا عصاره‌های طبیعی میوه‌ها، اسیدهای مجاز خوراکی و سایر مواد متشکله فرعی، پس از فرآوری تهیه می‌شود. اینولین ترکیبی قندی (از نوع الیگوساکارید) و غیر قابل هضم یا با قابلیت هضم اندک می‌باشد که در بیش از ۳۰۰۰۰ گونه گیاهی یافت می‌شود. ریشه کاسنی در کشورهای بلژیک، هلند و فرانسه تولید، فراوری و صادر می‌گردد [۳]. علاوه بر آن اینولین ترکیبی با قابلیت انحلال در آب بوده که در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، می‌تواند تا ۳۵ درصد در آب حل شود [۴]. یکی از بهترین جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات‌ها می‌باشد. اینولین یک فیبر رژیمی قابل حل در آب می‌باشد که شامل مخلوطی از الیگومرها و پلیمرهای فروکتوز با اتصالات  $\beta$  ۱→۲ تشکیل شده است. اینولین پس از رسیدن به محیط روده به عنوان منبع کربن یا انرژی به طور انتخابی سبب رشد و یا فعالیت پروبیوتیک‌ها (باکتری‌های مفید روده‌ای مانند لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها) می‌شود [۵]. از تحقیقات انجام شده می‌توان به تولید دسرهای ژلی پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و نیز تحقیق انجام شده توسط رجب پور و همکاران (۱۳۹۹) در خصوص امکان تولید و ارزیابی ویژگی‌های کیفی ژله پروبیوتیک و سین بیوتیک دارای باسیلوس کوآگولانس اشاره داشت [۶ و ۷]. مطالعات بسیاری در استفاده از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به عنوان یک پروبیوتیک صورت گرفته اما از این میکرواورگانیسم در حضور پری بیوتیک اینولین در ژله‌ها تا کنون استفاده‌ای نشده است. از این رو هدف از انجام این مطالعه تولید ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی آن در طی دوره نگهداری می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- تولید نمونه‌های ژله

به منظور تهیه نمونه‌های ژله ابتدا شکر (۱۶ تا ۱۸ درصد)، کاراگینان (۰/۶ تا ۰/۸ درصد)، سدیم سیترات (۰/۲ درصد)،

مصرف فرآورده‌های شیرین، به شکل‌های مختلف یکی از عادات تغذیه‌ای روزمره در سراسر جهان به شمار می‌رود. مصرف فرآورده‌های شیرین در طول تاریخ متجاوز از سه هزار سال، سیری صعودی و تنوع پذیر داشته و از مصرف انواع میوه‌های شیرین و ترشحات گیاهی و عسل آغاز شده و به انواع شیرین‌کننده‌های سنتزی گسترش یافته است. میان وعده آماده که به دلیل بافت، طعم و شکل مطلوب از جذابترین محصولات مورد توجه کودکان است، اغلب دارای مواد مغذی کم و رنگهای با منشاء غیر طبیعی است که در دراز مدت منجر به سوء تغذیه و تهدید سلامت این قشر از جمعیت در حال رشد خواهد [۱]. در طی سالیان اخیر محققان بسیاری مواد غذایی حاوی میکرواورگانیسم‌های پروبیوتیک فراوری و تولید نموده‌اند. در این میان، ژله یکی از انواع مواد غذایی است که به عنوان دسر، طرفداران زیادی خصوصاً در بین کودکان دارد. با توجه به پرطرفدار بودن این محصول، بالاتر بردن ارزش غذایی آن می‌تواند حائز اهمیت باشد. ژله انواع مختلفی مانند ژله‌های آماده به مصرف، ژله دسر، ژله قنادی و ژله نوشیدنی دارد. ژله آماده به مصرف، فرآورده‌ای است که از مخلوط کردن مواد ژله‌کننده مانند کاراگینان، ژلاتین، پکتین، آگار و... به همراه شکر و یا سایر شیرین‌کننده‌ها، حجم دهنده‌های مجاز خوراکی، رنگ، اسانس مجاز خوراکی و یا پودر عصاره طبیعی میوه‌ها، اسیدهای مجاز خوراکی و سایر مواد متشکله فرعی (همچون پودر تخم مرغ، پودر کاکائو، زعفران و...) پس از فرآوری تهیه می‌شود [۲]. ژله میوه یکی از انواع دسر و از میان وعده‌های مناسب است که در کشورهای مختلف انواع آن مورد تحقیق قرار گرفته است. در این محصولات از ترکیباتی مانند ژلاتین، نشاسته اصلاح شده، پکتین، کاراگینان و... برای رسیدن به بافت مطلوب استفاده شده است. این فرآورده‌ها به آسانی قابل خوردن هستند، زمان ماندگاری بالایی دارند، ظاهر مناسب و بازار پسندی دارند، احساس دهانی خوبی دارند و از نظر سلامتی نیز مفید هستند. ژله طبق تعریف استاندارد فرآورده‌ای است که از مخلوط کردن مواد ژله‌کننده

که در آن  $W_0$  وزن اولیه و  $W_t$  وزن نهایی نمونه در زمان مورد نظر می‌باشد.

#### ۲-۲-۳- اندازه گیری میزان کدورت نمونه‌ها

کدورت نمونه‌های ژله توسط دستگاه کدورت سنج ( Aqua Lytic, Model: AL450T) اندازه‌گیری شد [۶].

#### ۲-۲-۴- اندازه گیری بریکس

بریکس نمونه‌ها نیز توسط دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری گردید [۷].

#### ۲-۲-۵- تعیین فعالیت زنده ماننی گونه پروبیوتیک:

برای شمارش باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس پس از تهیه رقت از نمونه‌ها، در محیط کشت MRS آگار کشت داده شد و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری و سپس شمارش شد [۹]. کشت میکروبی و بررسی قابلیت زیستی باکتری پروبیوتیک، با نمونه برداری از نمونه‌های ژله تهیه شده، به صورت هفتگی در دو تکرار انجام گرفت.

#### ۲-۲-۶- ارزیابی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژل

بافت نمونه‌های ژل توسط دستگاه بافت سنج (Stable Micro system, Model: TA XT-Plus) و به وسیله آزمون TPA مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون خواص بافتی نمونه‌ها از جمله سختی، چسبندگی، قابلیت جویدن و فنریت اندازه‌گیری شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای با قطر ۷۵ میلی‌متر، سرعت حرکت ۱ میلی‌متر بر ثانیه و درصد فشردگی ۷۰ درصد استفاده شد [۷].

#### ۲-۲-۷- ارزیابی حسی و ارگانولپتیک نمونه‌ها

این آزمون به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (امتیازی) توسط پانزده نفر از ارزیابان حسی انجام شد. به هر یک از ارزیابان نمونه‌های با کد متفاوت داده شد و فاکتورهای مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی در مورد نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۷].

اسید سیتریک (۰/۲ درصد) و اسانس و رنگدانه طبیعی با یکدیگر مخلوط شدند. مخلوط بدست آمده به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. pH نهایی محصول نیز توسط سیتریک اسید در محدوده ۴-۳ تنظیم گردید. در نهایت نمونه‌ها به صورت داغ درون ظرف‌های استریل شده پر و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

نمونه‌های ژله در سه گروه تهیه شدند:

۱- نمونه فاقد ماده پری بیوتیک و گونه پروبیوتیک (نمونه شاهد).

۲- نمونه دارای گونه پروبیوتیک (با غلظت CFU/g  $10^{11}$ ).

۳- نمونه سین بیوتیک که حاوی اینولین و باسیلوس اسیدوفیلوس بود (به میزان ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/وزنی).

#### ۲-۲-۲- آزمایشات فیزیکو شیمیایی و میکروبی

##### ۲-۲-۱- اندازه گیری pH

pH نمونه‌های تولید شده با استفاده از دستگاه pH متر (Metrohm 827 pH lab) در طی روزهای نگهداری اندازه‌گیری شد [۶].

##### ۲-۲-۲- اندازه گیری میزان سینرسیس نمونه‌های ژله

برای اندازه‌گیری میزان سینرسیس، نمونه‌های ژل به ابعاد ۳۰ در ۸۰ میلی‌متر برش داده شد و در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد، درون پایت‌های شیشه‌ای، در طی دوره نگهداری، سردخانه‌گذاری گردید. در طی این مدت آب خارج شده از نمونه‌ها توسط دستمال جاذب رطوبت حذف و اختلاف وزن اولیه و نهایی نمونه و با استفاده از فرمول زیر به عنوان سینرسیس آن گزارش شد [۸].

$$\text{Syneresis\%} = \frac{(w_0 - w_t)}{w_t} \times 100$$

## ۲-۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع آوری شده به صورت طرح کامل تصادفی در ۳ تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

## ۳- نتایج

## ۳-۱- بررسی تغییرات pH نمونه‌های ژل

با توجه به آنالیز واریانس صورت گرفته بر روی مقادیر pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، مشخص گردید که تغییرات اعمال شده، باعث ایجاد تغییرات معنی دار در مقادیر pH نمونه‌ها گردید ( $p < 0.05$ ). بدین صورت که با تغییر مقدار درصد اینولین، باکتری پروبیوتیک و زمان نگهداری ژله سیب، مقدار pH نمونه‌ها به صورت معنی داری تغییر نمود.

Table 3-1-Analysis Variance of pH values of Samples of synbiotic apple jelly

Dependent Variable:pH						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Corrected Model	.425 <sup>a</sup>	23	.018	328.377	.000	
Intercept	1168.620	1	1168.620	2.078E7	.000	
Inulin	.316	3	.105	1.874E3	.000	
Probiotic	.010	1	.010	174.222	.000	
StorageTime	.094	2	.047	833.167	.000	
Inulin * Probiotic	.003	3	.001	15.556	.000	
Inulin * StorageTime	.001	6	.000	3.537	.006	
Probiotic * StorageTime	.001	2	.000	5.056	.010	
Inulin * Probiotic * StorageTime	.001	6	.000	1.944	.093	
Error	.003	48	5.625E-5			
Total	1169.047	72				
Corrected Total	.428	71				

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .991)

اینولین در نمونه‌های ژله سین بیوتیک، مقدار pH نمونه‌ها نیز افزایش معنی داری داشت ( $p < 0.05$ ).

تغییرات مقدار pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در برابر تغییرات مقادیر درصد اینولین در شکل ۳-۱، نشان داده شده است. در این شکل می‌توان مشاهده نمود با افزایش درصد

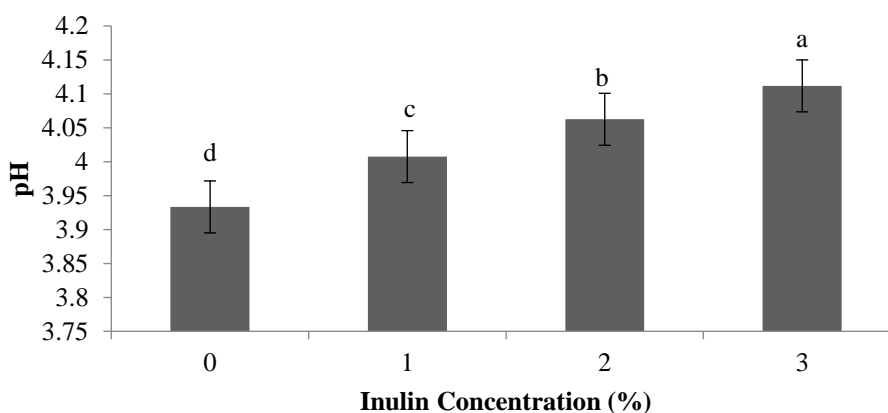
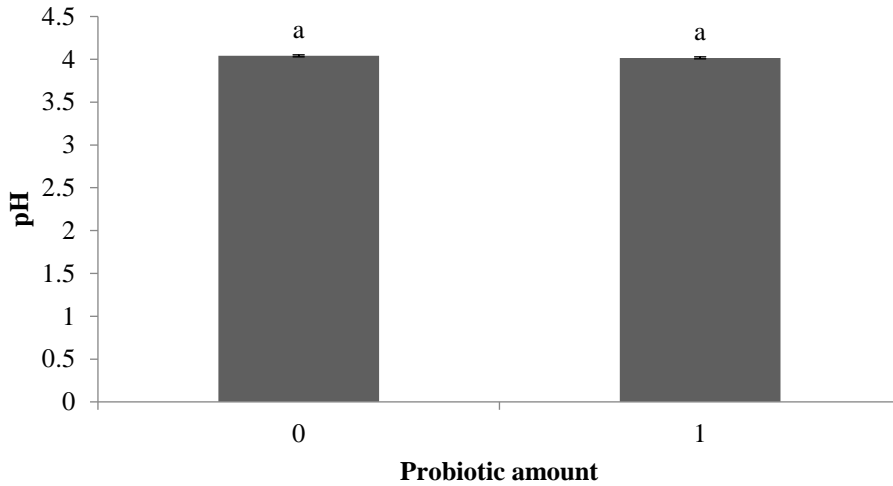


Fig. 3-1. Changes in the pH value of gel samples with changes in the percentage of inulin

با افزودن باکتری پروبیوتیک به نمونه‌های ژله، افت مقدار pH به اندازه ۰/۰۳ واحد بود.

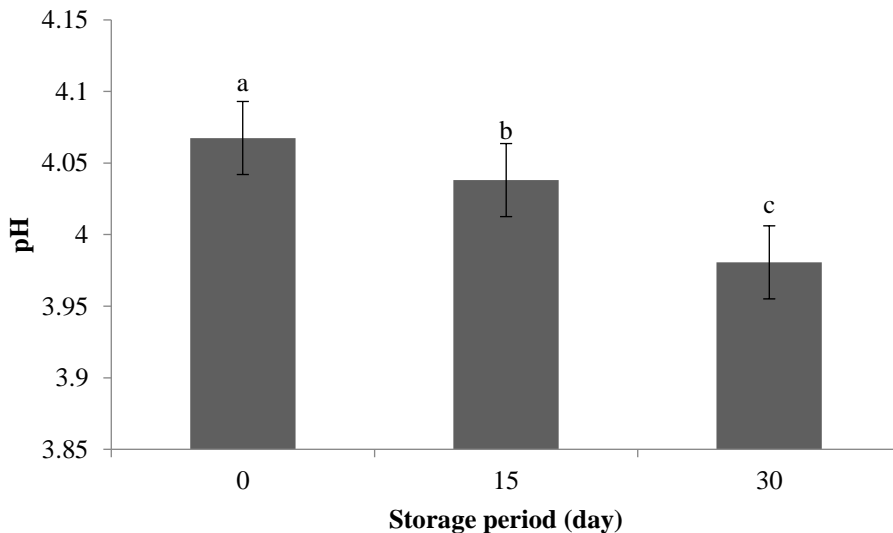
تغییرات pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در برابر مقدار باکتری پروبیوتیک در شکل ۲-۳، نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که با افزودن مقدار  $10^8$  CFU/ml باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله سیب، نمونه‌ها تغییرات معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ). هر چند که



**Fig.3-2. The viability of Lactobacillus acidophilus with pH changes**

pH قرار گرفتند. با توجه به شکل ۳-۳، می‌توان بیان نمود که با افزایش زمان نگهداری، مقدار pH نمونه‌های سیب نیز کاهش معنی داری داشت ( $p < 0.05$ ).

نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک تولید شده حاوی ماده پری بیوتیک اینولین و باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه مورد ارزیابی



**Fig. 3-3. Changes in the pH value of gel samples during the storage period**

آنالیز آماری صورت گرفته بر روی داده‌های بریکس نمونه‌ای ژله سین بیوتیک حاکی از آن بود که اعمال متغیرهای زمان

۲-۳- بررسی تغییرات بریکس نمونه‌های ژله

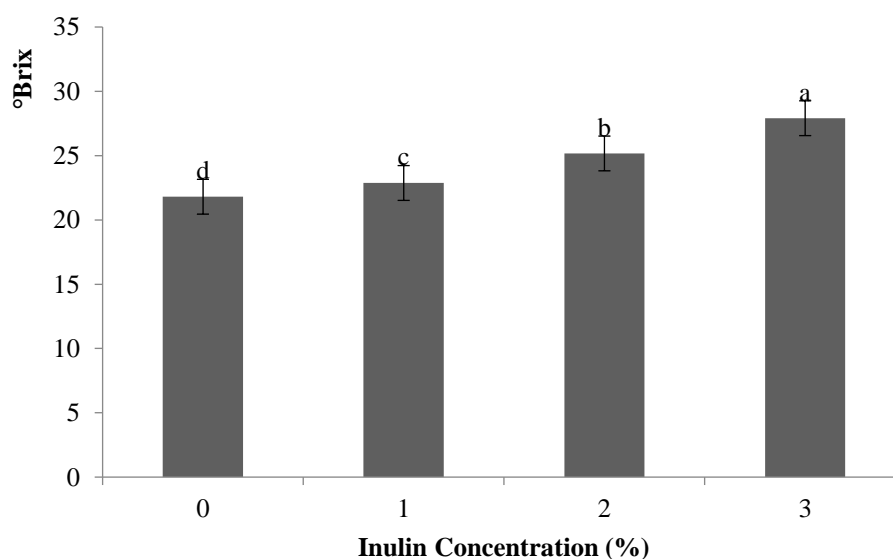
ماندگاری، تغییر درصد اینولین و افزودن سویه پروبیوتیک به نمونه‌های ژله سیب، باعث ایجاد تغییرات معنی دار  $p < 0.05$  در مقادیر بریکس نمونه‌ها شده است که این تغییرات در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۳-۲).

**Table 3-2. Analysis Variance of Brix values of synbiotic apple jelly samples**

Dependent Variable: Brix					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	493.991 <sup>a</sup>	23	21.478	1.093E5	.000
Intercept	43000.054	1	43000.054	2.189E8	.000
Inulin	395.557	3	131.852	6.711E5	.000
Probiotic	33.397	1	33.397	1.700E5	.000
StorageTime	32.344	2	16.172	8.231E4	.000
Inulin * Probiotic	.125	3	.042	211.936	.000
Inulin * StorageTime	.005	6	.001	4.110	.002
Probiotic * StorageTime	32.562	2	16.281	8.287E4	.000
Inulin * Probiotic * StorageTime	.002	6	.000	1.785	.122
Error	.009	48	.000		
Total	43494.055	72			
Corrected Total	494.001	71			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

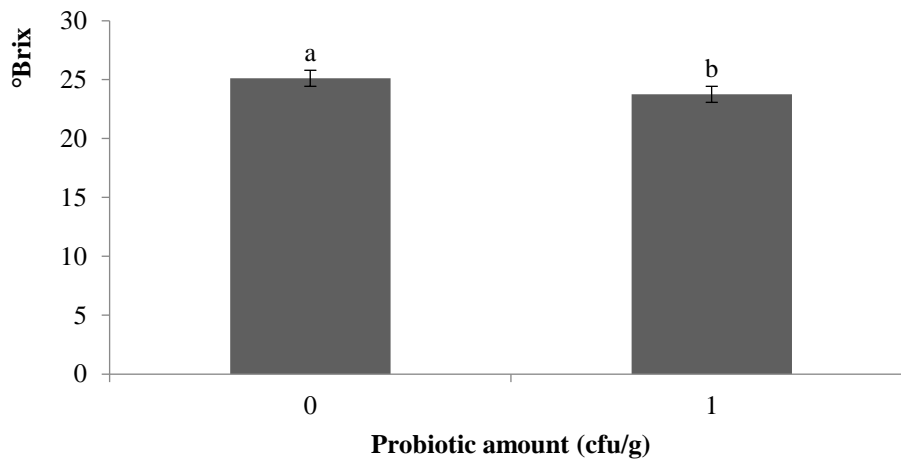
تغییرات بریکس نمونه‌ای ژله سیب سین بیوتیک در برابر تغییرات درصد اینولین در شکل ۳-۴، نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار اینولین، بریکس نمونه‌ها نیز افزایش یافته است که این افزایش در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) (شکل ۳-۴).



**Fig.3-4. Changes in Brix value of gel samples with changes in inulin percentage**

باعث کاهش بریکس آن‌ها شده است. کاهش بریکس نمونه‌های ژله سیب با افزودن سویه پروبیوتیک در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) (شکل ۳-۵).

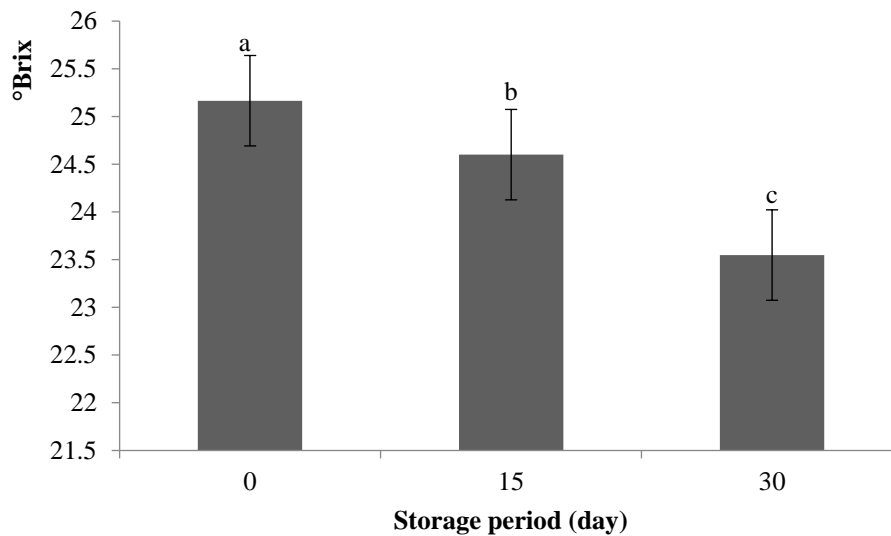
با توجه به شکل ۳-۵ و آنالیز آماری صورت گرفته می‌توان بیان نمود که افزودن سویه پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به مقدار  $10^{11}$  cfu/ml به نمونه‌های ژله سیب،



**Fig. 3-5. Interaction between Brix value of gel samples and Lactobacillus acidophilus bacteria**

نگهداری از روز صفر تا روز ۱۵ و پس از آن از روز ۱۵ تا روز ۳۰، بریکس نمونه‌های ژله سیب همواره کاهش یافت. این کاهش به صورت معنی داری اتفاق افتاد و کمترین آن در روز ۳۰ ام از تولید محصول مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ).

تغییرات بریکس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل (۳-۶) نشان داده شده است، با افزایش زمان



**Fig.3-6. Changes in Brix value of gel samples during the storage period**

منجر به تغییرات معنی داری در نتایج کدورت نمونه‌های ژله سین بیوتیک شده است ( $p < 0.05$ ).

### ۳-۳-۳ بررسی تغییرات کدورت نمونه‌های ژل

جدول آنالیز واریانس نتایج کدورت نمونه‌های ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در جدول ۳-۳، ارائه شده است. در جدول ۳-۳، تاثیر زمان ماندگاری نمونه‌های ژله به همراه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تمامی پارامترهای مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که پارامترهای مورد مطالعه

Table 3-3. Analysis Variance of Turbidity values of synbiotic apple jelly samples

Dependent Variable: Turbidity					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Corrected Model</b>	4001.704 <sup>a</sup>	23	173.987	1.711E5	.000
<b>Intercept</b>	13162.531	1	13162.531	1.295E7	.000
<b>Inulin</b>	3863.079	3	1287.693	1.267E6	.000
<b>Probiotic</b>	.146	1	.146	143.410	.000
<b>StorageTime</b>	138.384	2	69.192	6.806E4	.000
<b>Inulin * Probiotic</b>	.084	3	.028	27.451	.000
<b>Inulin * StorageTime</b>	.002	6	.000	.276	.946
<b>Probiotic * StorageTime</b>	.003	2	.001	1.392	.258
<b>Inulin * Probiotic * StorageTime</b>	.007	6	.001	1.192	.327
<b>Error</b>	.049	48	.001		
<b>Total</b>	17164.284	72			
<b>Corrected Total</b>	4001.753	71			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

نمود. با توجه به شکل ۹، با افزایش مقدار اینولین، کدورت نمونه‌ها نیز به صورت معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ ).

در شکل ۳-۷، تغییرات مقدار کدورت در برابر تغییرات درصد اینولین نشان داده شده است. مقادیر کدورت از حداقل ۵/۵۴ NTU که به نمونه شاهد مربوط بود تا حداکثر ۲۵/۱۴ NTU که به نمونه حاوی ۳ درصد اینولین مربوط بود تغییر

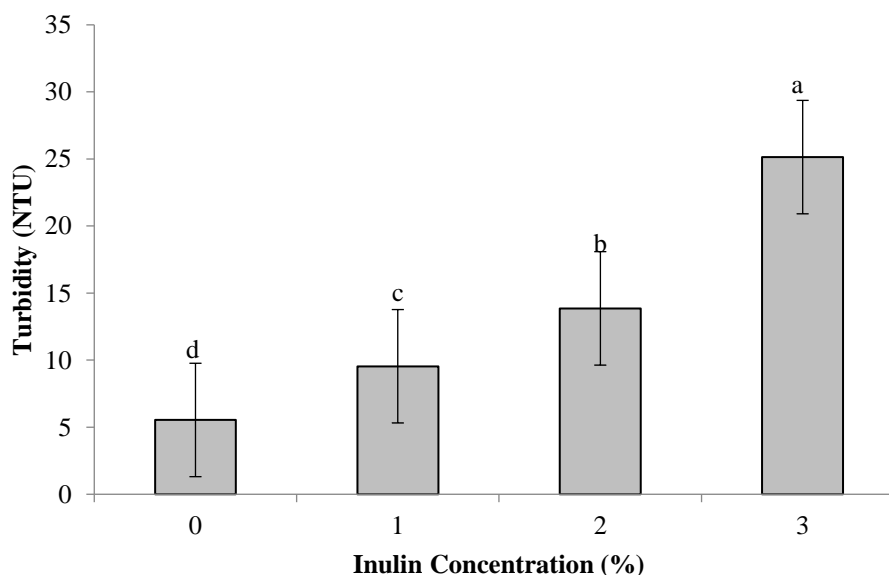


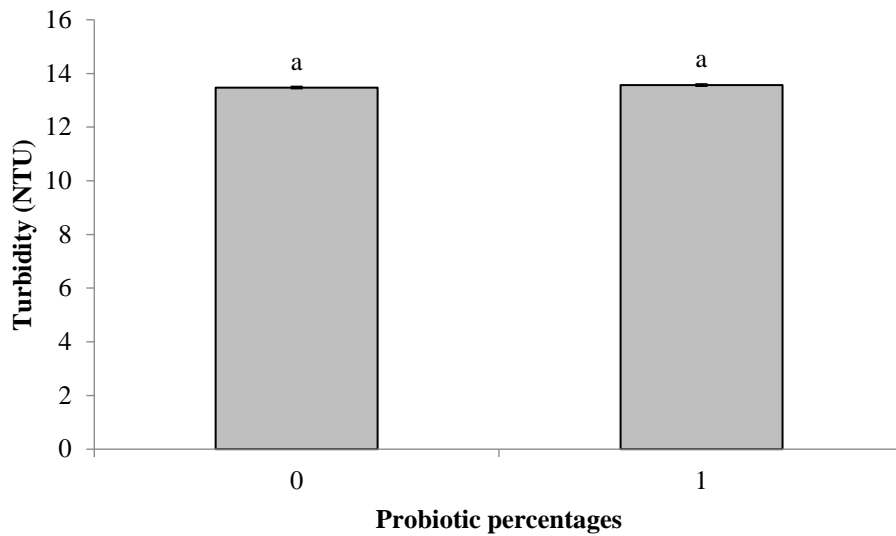
Fig.3-7. Changes in Turbidity value of gel samples with different percentage of Inulin

نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک نداشته است ( $p > 0.05$ ).

هر چند که با افزودن باکتری پروبیوتیک، کدورت نمونه‌های ژله به صورت جزئی افزایش یافت.

با توجه به شکل ۳-۸، افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، تغییرات معنی داری در مقدار کدورت

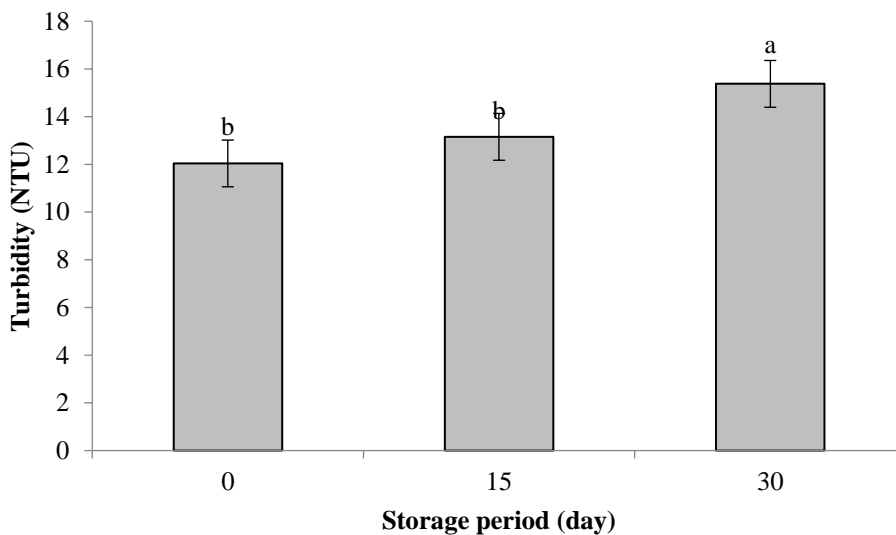




**Fig.3-8. Changes in Turbidity value of gel samples with different percentage of probiotic**

افزایش یافت. با این توضیح که افزایش کدورت در طی پانزده روز اول معنی دار نبود ( $p>0.05$ ) اما با گذشت زمان تا سی روز، شاهد افزایش معنی دار مقادیر کدورت بودیم ( $p<0.05$ ) (شکل ۳-۹).

در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه و در فواصل زمانی ۱۵ روزه، کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش زمان ماندگاری ژله از زمان صفر تا روز سی‌ام، کدورت نمونه‌های ژله همواره



**Fig. 3-9. Changes in turbidity value of gel samples during the storage period**

## ۳-۴- بررسی تغییرات سینرسیس نمونه‌های ژل

لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس ارائه شد است. نتایج حاکی از آن است که افزودن اینولین و باکتری پروبیوتیک به نمونه‌های ژله سیب، باعث تغییرات معنی دار در مقدار سینرسیس نمونه‌های ژله شد ( $p < 0.05$ ) (جدول ۳-۴).

در جدول ۳-۴، آنالیز واریانس مقادیر سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری

Table 3-4. Variance analysis table of syneresis values of synbiotic apple jelly samples

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1016.454 <sup>a</sup>	23	44.194	3.924E3	.000
Intercept	1785.315	1	1785.315	1.585E5	.000
Inulin	24.418	3	8.139	722.757	.000
Probiotic	.050	1	.050	4.399	.041
StorageTime	980.178	2	490.089	4.352E4	.000
Inulin * Probiotic	.003	3	.001	.090	.965
Inulin * StorageTime	11.696	6	1.949	173.104	.000
Probiotic * StorageTime	.076	2	.038	3.368	.043
Inulin * Probiotic * StorageTime	.033	6	.005	.488	.814
Error	.541	48	.011		
Total	2802.309	72			
Corrected Total	1016.994	71			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

( $p < 0.05$ ). بیشترین مقدار سینرسیس به نمونه شاهد که فاقد اینولین بود مربوط بود و کمترین مقدار سینرسیس در نمونه حاوی ۳ درصد اینولین مشاهده شد (شکل ۳-۱۰).

سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک با افزودن اینولین از صفر تا ۳ درصد مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل ۳-۱۰ می‌توان بیان نمود که با افزایش درصد انولین، سینرسیس نمونه‌های ژله به صورت معنی داری کاهش یافت

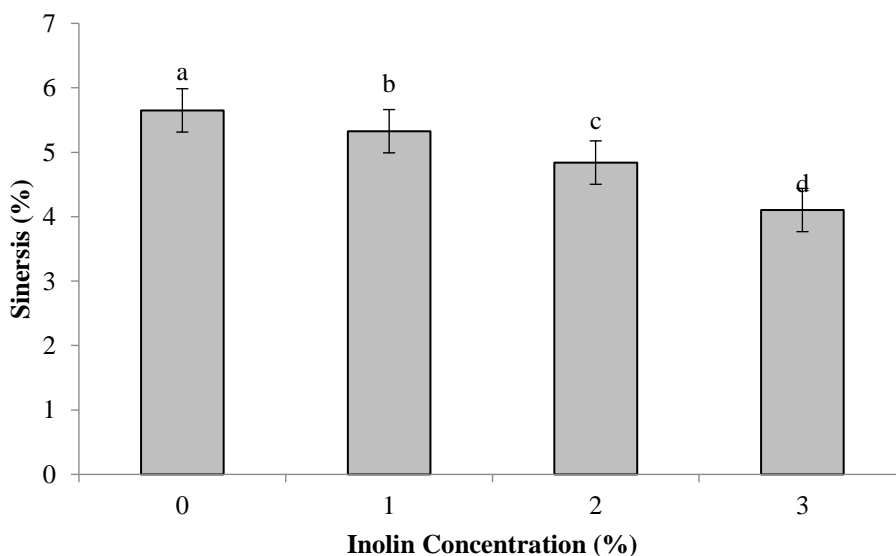
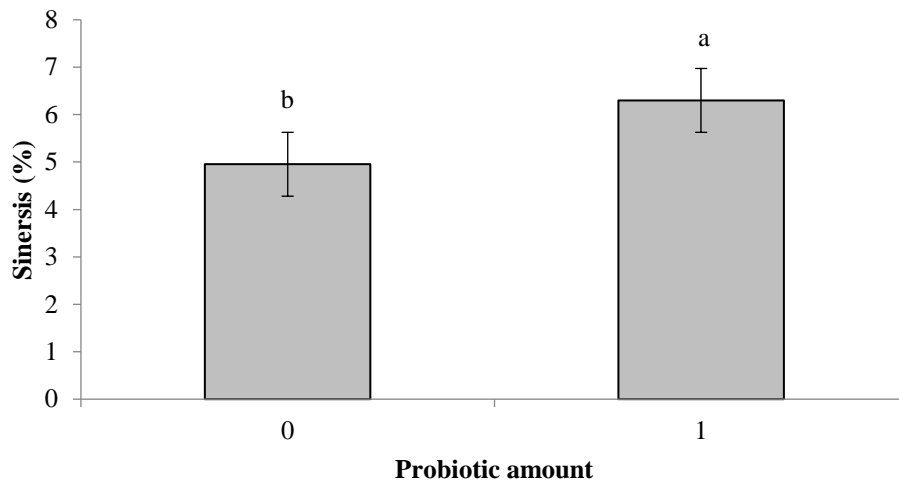


Fig. 3-10. Changes in the amount of syneresis of gel samples against changes in the percentage of inulin

اسیدوفیلوس به چه صورتی تغییر نموده است. با توجه به نتایج، افزودن باکتری پروبیوتیک منجر به افزایش معنی دار سینرسیس نمونه‌ها گردید ( $p < 0.05$ ).

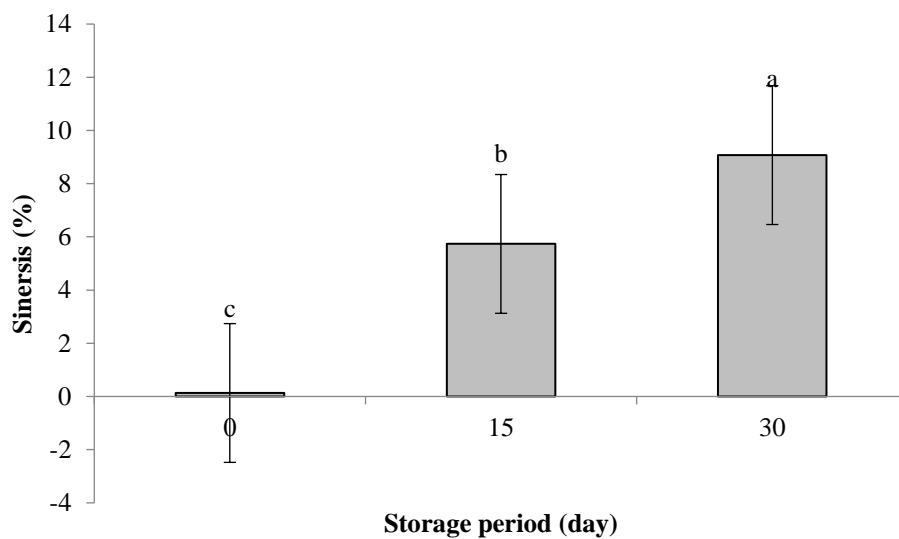
شکل ۳-۱۱، نشان می‌دهد که سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در حضور و عدم حضور باکتری لاکتوباسیلوس



**Fig. 3-11. Changes in syneresis value of gel samples against *Lactobacillus acidophilus* bacteria**

صفر و چند ساعت پس از تولید و قالب گیری نمونه‌ها مشاهده شد. با افزایش زمان ماندگاری، سینرسیس افزایش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار سینرسیس به نمونه نگهداری شده پس از سی روز مربوط بود (شکل ۳-۱۲).

سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در لحظه تولید، ۱۵ روز پس از آن و در سی ام پس از تولید اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. کمترین مقدار سینرسیس در روز



**Fig.3-12. Changes in syneresis value of gel samples during the storage period**

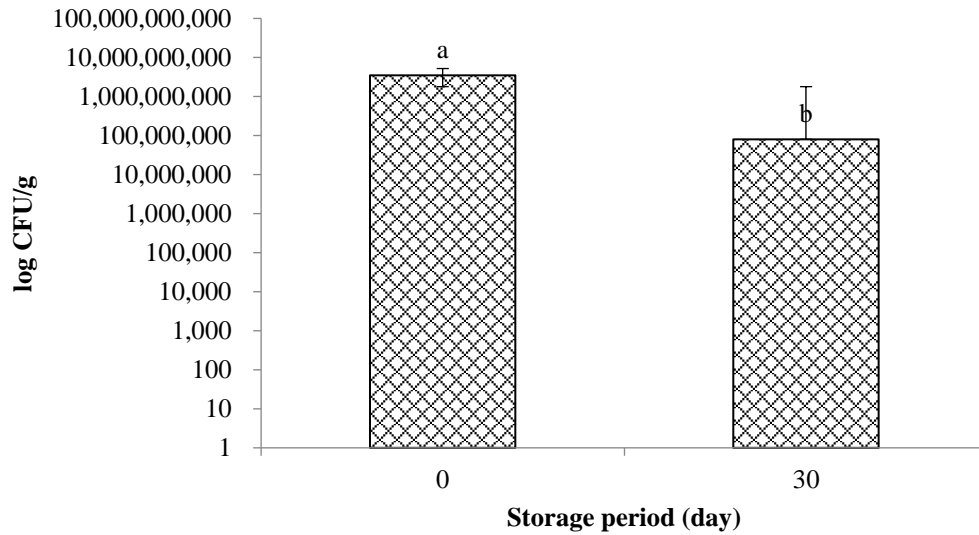
سینرسیس مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت تیمار حاوی ۳ درصد اینولین که حاوی مقدار  $10^8$  cfu/ml باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس بود به عنوان نمونه بهینه انتخاب گردید و به همراه نمونه شاهد که فاقد اینولین و باکتری پروبیوتیک بود، جهت انجام آزمون‌های تکمیلی شامل بافت

۳-۵- تعیین شرایط بهینه تولید ژله سیب سین بیوتیک  
نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی ژله سیب سین بیوتیک، به منظور تعیین بهترین تیمار با حداقل pH، حداکثر بریکس، حداقل کدورت و حداکثر

لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس کاهش یافته است. همچنین می‌توان بیان نمود که نمونه ژله سیب سین بیوتیک که حاوی الیگوساکارید اینولین بوده است در هر دو زمان صفر و روز سی‌ام، دارای جمعیت بالاتری نسبت به نمونه شاهد بوده است.

سنجی، بررسی خصوصیات زنده مانی و خواص اورگانولپتیک مورد بررسی قرار گرفتند.

۳-۶- بررسی خاصیت زنده مانی باکتری پروبیوتیک با توجه به شکل ۳-۱۳، می‌توان بیان نمود که با افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، جمعیت باکتری



**Fig.3-13.** Changes in the population of *Lactobacillus acidophilus* bacteria in two periods of 0 and 30 days after inoculation in apple jelly samples

انسجام بافت (Cohesivness)، فنریت (Springines) و قابلیت جویدن (Chewiness) می‌باشد که برای نمونه ژله سین بیوتیک و نمونه ژله شاهد اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان داد که نمونه شاهد دارای سختی و چسبندگی بالاتر نسبت به نمونه سین بیوتیک بوده است. اما نمونه سین بیوتیک قابلیت جویدن بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشت (جدول ۸).

۳-۷- بررسی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک  
آزمون بررسی خصوصیات پروفایل بافتی<sup>۱</sup> (TPA) نمونه‌های ژله سیب با استفاده از دستگاه بافت سنج صورت پذیرفت. نتایج آن در جدول ۳-۵، ارائه شده است. این نتایج شامل سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesivness)،

Table 3-5. Texture characteristics of synbiotic and control apple jelly samples

Treatments	Texture characteristics				
	Hardness	Adhesivness	Cohesivness	Springines	Chewiness
Control	3783.7	-105.103	0.855	140	4530.94
Synbiotic	2200	-73.5	0.851	96.67	1810.81

حسی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند ( $p < 0.05$ ) (جدول ۳-۶). به عبارتی با افزودن ترکیب پری بیوتیک و باکتری پروبیوتیک، خصوصیات اورگانولپتیکی نمونه‌های ژله شامل عطر، رنگ، طعم، احساس دهانی و مطلوبیت کلی نمونه‌ها دچار تغییرات معنی درای شدند.

۳-۸- بررسی خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک  
جدول ۱ آنالیز واریانس نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ژله سیب را نشان می‌دهد. با توجه به آن می‌توان بیان نمود که نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک که حاوی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و اینولین بودند، از نظر خواص

Table 3-6- Variance analysis table of sensory evaluation results of biotic apple jelly samples

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Flavor	1.500 <sup>a</sup>	1	1.500	4.500	.101
	Color	2.667 <sup>b</sup>	1	2.667	8.000	.047
	Taste	2.667 <sup>c</sup>	1	2.667	8.000	.047
	MouthFeeling	.167 <sup>d</sup>	1	.167	.500	.519
	Desirability	2.667 <sup>c</sup>	1	2.667	8.000	.047
Intercept	Flavor	104.167	1	104.167	312.500	.000
	Color	96.000	1	96.000	288.000	.000
	Taste	96.000	1	96.000	288.000	.000
	MouthFeeling	73.500	1	73.500	220.500	.000
	Desirability	96.000	1	96.000	288.000	.000
Treatment	Flavor	1.500	1	1.500	4.500	.101
	Color	2.667	1	2.667	8.000	.047
	Taste	2.667	1	2.667	8.000	.047
	MouthFeeling	.167	1	.167	.500	.519
	Desirability	2.667	1	2.667	8.000	.047
Error	Flavor	1.333	4	.333		
	Color	1.333	4	.333		
	Taste	1.333	4	.333		
	MouthFeeling	1.333	4	.333		

1 -Texture Profile Analysis

	<b>Desirability</b>	1.333	4	.333
<b>Total</b>	<b>Flavor</b>	107.000	6	
	<b>Color</b>	100.000	6	
	<b>Taste</b>	100.000	6	
	<b>MouthFeeling</b>	75.000	6	
	<b>Desirability</b>	100.000	6	
<b>Corrected Total</b>	<b>Flavor</b>	2.833	5	
	<b>Color</b>	4.000	5	
	<b>Taste</b>	4.000	5	
	<b>MouthFeel</b>	1.500	5	
	<b>Desirability</b>	4.000	5	

a. R Squared = .529 (Adjusted R Squared = .412)

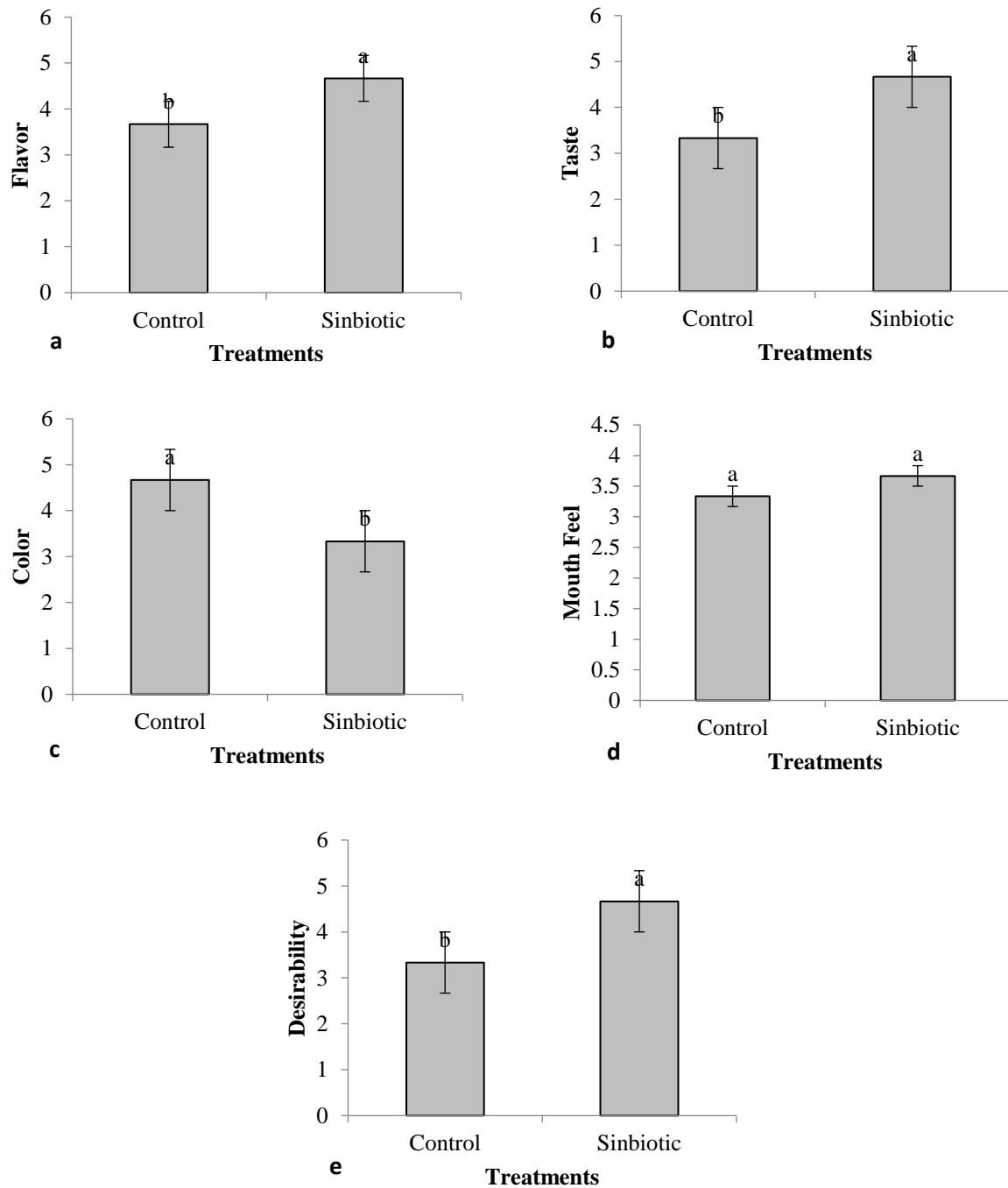
b. R Squared = .667 (Adjusted R Squared = .583)

c. R Squared = .667 (Adjusted R Squared = .583)

d. R Squared = .111 (Adjusted R Squared = -.111)

معنی دار امتیاز طعم نمونه سین بیوتیک نسبت به نمونه شاهد گردید ( $p < 0.05$ ) (شکل a ۱۷-۳).

شکل ۳-۱۷ تغییرات و تفاوت پارامترهای حسی نمونه‌های ژله سیب در دو نمونه سین بیوتیک و نمونه شاهد نشان می‌دهد. افزودن اینولین و باکتری پروبیوتیک باعث افزایش



**Fig. 3-17. Changes in organoleptic parameters including aroma (a), taste (b), color (c), mouthfeel (d) and overall acceptance (e)**

رنگ نمونه شاهد نسبت به نمونه سین بیوتیک ( $p > 0.05$ ). امتیاز بالاتری دریافت نمود که در سطح احتمال ۹۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند ( $p < 0.05$ ) (شکل ۱۶- c).

#### ۴- بحث و نتیجه گیری کلی

همچنین نمونه سین بیوتیک امتیازات بالاتری در پارامترهای طعم (شکل b ۳-۱۷)، احساس دهانی (شکل d ۳-۱۷) و مطلوبیت کلی (شکل e ۳-۱۷) نسبت به نمونه شاهد دریافت نمود. این اختلاف در مورد طعم و مطلوبیت کلی معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) و برای احساس دهانی غیرمعنی دار بود

## ۴-۱- بررسی تغییرات مقدار pH نمونه‌های ژله سیب

## سین بیوتیک

نتایج حاکی از آن بود که با افزایش مقدار اینولین، pH نمونه‌های ژله سیب به صورت معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ ) (شکل ۳). به نظر می‌رسد تاثیر عوامل آلفوتری موجود بر روی زنجیره هیدروکربنی اینولین دلیل افزایش مقدار pH نمونه‌ها بوده است. حسینی و همکاران (۱۳۹۶) pH نمونه‌های ژله سیب را حدوداً ۳/۷ و ژله آلبالو را ۳/۲ عنوان نمودند [۱۰]. افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله، هر چند که موجب کاهش مقدار pH نمونه‌ها گردید اما این کاهش در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نبود. به نظر می‌رسد در ابتدای امر و پس از افزودن باکتری پروبیوتیک، تاثیر چندانی در مقدار pH نمونه‌ها مشاهده نشده است اما تاثیر افزودن باکتری پروبیوتیک در طی زمان و در دوره نگهداری ژله سیب تهیه شده نمایان شده است. مطابق با شکل ۵، با افزایش زمان نگهداری نمونه‌های ژله سین بیوتیک، pH نمونه‌ها به صورت معنی داری کاهش یافت. می‌توان بیان نمود که با افزودن اینولین، فعالیت متابولیسی و زیستی سلول باکتریایی افزایش یافته و در نتیجه تولیدات سلولی آن، pH کاهش یافته است [۱۱]. کاراژیان و همکاران (۱۴۰۰) بیان نمودند که با افزایش درصد اینولین به عنوان جایگزین چربی، pH نمونه‌های سین بیوتیک کاهش یافت [۱۲].

## ۴-۲- بررسی تغییرات مقدار بریکس نمونه‌های ژله سیب

## سین بیوتیک

بریکس نمونه‌های ژله سیب حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در طی دوره نگهداری سی روزه و با تاثیر این دو متغیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن اینولین، بریکس نمونه‌ها به صورت معنی داری افزایش یافته است به گونه‌ای که مقادیر بریکس از حداقل ۲۱/۸۰ درصد که به نمونه شاهد مربوط بود تا ۲۷/۹۱ درصد که به نمونه حاوی ۳ درصد اینولین بوده است تغییر

نموده است. به عبارتی با افزایش مقدار اینولین، بریکس نمونه‌ها نیز به صورت همواره افزایش یافت. دلیل این امر نیز به تاثیر افزودن اینولین مربوط می‌باشد. از طرفی با افزودن سویه پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله، بریکس این نمونه‌ها کاهش یافت. کاهش بریکس با افزودن باکتری پروبیوتیک به دلیل مصرف این ماده کربوهیدراتی و در نتیجه کاهش بریکس مربوط می‌باشد. همچنین با افزایش زمان ماندگاری محصول، بریکس از ۲۵/۱۶ درصد تا ۲۳/۵۵ درصد کاهش یافت. این امر به دلیل مصرف مواد قندی و اینولین موجود در فرمولاسیون ژله سیب می‌باشد که منجر به کاهش مقدار بریکس نمونه‌ها شد. حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۶ که بر روی تولید آبمیوه سین بیوتیک سیب مطالعه نمودند بیان داشتند که با افزایش زمان نگهداری، بریکس نمونه‌ها در اثر فعالیت باکتری پروبیوتیک کاهش داشته است که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت [۱۰]. رجب پور نیکو و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند که با افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سین بیوتیک در طی شش هفته، بریکس این نمونه‌ها از ۲۷ درصد به ۲۰/۷۵ درصد کاهش یافته است که نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۷].

## ۴-۳- بررسی تغییرات مقدار کدورت نمونه‌های ژله سیب

## سین بیوتیک

کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک تولید شده با استفاده از دستگاه کدورت سنج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش درصد مقدار اینولین از صفر تا ۳ درصد، کدورت نیز افزایش معنی داری داشت. اینولین پودر سفید رنگی است که با افزودن آن به فرمولاسیون ژله، باعث افزایش کدورت نمونه‌ها شده است. پس از افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله سیب، کدورت به صورت جزئی و ناچیز افزایش یافت که این افزایش معنی دار نبود ( $p > 0.05$ ). افزودن باکتری پروبیوتیک در غلظت مورد مطالعه تغییر معنی داری در مقدار کدورت نداشت. با گذشت زمان ماندگاری



رطوبت و آب آزاد موجود در بافت ژله می‌باشند و با حذف و یا مصرف این ترکیبات توسط میکرواورگانیزم‌ها، ظرفیت نگهداری آب ژله کاهش می‌یابد. با گذشت زمان نگهداری ژله‌های تولید شده، سینرسیس آن‌ها افزایش یافت. این تغییر را می‌توان به فعالیت گونه پروبیوتیک، تولید اسید توسط آن و برهم خوردن تعادل الکترولیتی و در نهایت کاهش ظرفیت نگهداری آب توسط بافت یکنواخت ژله ابتدایی نسبت داد.

#### ۴-۵- بررسی خصوصیات زنده مانی نمونه ژله سیب سین

##### بیوتیک

برای شمارش دقیق میکرواورگانیزم‌های زنده در نمونه‌های مختلف، اجماع کلی در میان محققان به رشد یک گونه باکتریایی و ایجاد کلنی را گویند. این موضوع به زمان کخ، دانشمند معروف در قرن نوزدهم بر می‌گردد. طبق این قرارداد، معمولاً سلولی قابل حیات در نظر گرفته می‌شود که قابلیت تکثیر و ایجاد کلنی را داشته باشد [۱۴]. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که با افزودن اینولین به فرمولاسیون نمونه‌های ژله سیب، قابلیت زنده مانی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس افزایش یافته است. از طرفی با گذشت زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سیب، قابلیت زنده مانی باکتری پروبیوتیک، در نمونه کاهش یافته است. این امر را می‌توان به کاهش مواد مغذی موجود در نمونه، در طی دوره نگهداری نسبت داد. از طرفی با مصرف مواد مغذی، متابولیت‌های ثانویه توسط میکرواورگانیزم تولید می‌گردد که در کنار کاهش مواد مغذی، منجر به کاهش جمعیت باکتریایی می‌گردد. میکروب‌ها بسته به شرایط محیطی و عوامل استرس زا در حالت‌های مختلف مراحل رشد و حالت‌های متابولیکی متفاوتی وجود دارند [۱۵ و ۱۶]. ترکیبات اسیدی مختلفی از جمله اسید استیک و اسید سیتریک در اثر رشد و تکثیر باکتری‌های اسید لاکتیک تولید می‌گردد که در آن‌ها pH محیط کاهش یافته و به مرور زمان شرایط برای رشد و بقا سلول از بین می‌رود. از این رو با گذشت زمان شاهد کاهش جمعیت باکتریایی در نمونه‌های ژله سیب بودیم. این نتایج با نتایج مطالعه شریفی سلطانی و همکاران (۱۳۹۵) که بر روی

نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک از صفر تا سی روز، کدورت نمونه‌ها افزایش یافت. این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش محتوای رطوبت و همچنین تولید ترکیبات ثانویه ناشی از فعالیت میکرواورگانیزم باشد. در بررسی چشمی نمونه‌های ژله سین بیوتیک، با گذشت زمان، حباب‌های ریزی درون بافت ژله مشاهده شد که به نظر می‌رسد ناشی از فعالیت باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس باشد. Talebzadeh و همکاران در سال ۲۰۱۶ که بر روی تولید نوعی ژله پروبیوتیک با استفاده از باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس مطالعه نمودند بیان داشتند که افزودن این باکتری در هر دو فرم کپسوله شده و آزاد منجر به افزایش کدورت نمونه‌های ژله شده است. افزودن آلژینات کپسوله شده نیز منجر به افزایش کدورت نمونه‌های ژله شده بود که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت [۶]. اندازه‌گیری کدورت از این جنبه دارای اهمیت است که به ظاهر و جلوه بصری محصول ارتباط مستقیم دارد [۱۳].

#### ۴-۶- بررسی تغییرات مقدار سینرسیس نمونه‌های ژله

##### سیب سین بیوتیک

سینرسیس نمونه‌های ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به روش وزن سنجی مورد بررسی قرار گرفت. از اینرو هر چه سینرسیس بیشتر باشد حاکی از آن است که اختلاف وزن اولیه و وزن نهایی بیشتر بوده است و هر چه سینرسیس کمتر باشد، اختلاف وزن کمتر می‌باشد. از این رو می‌توان بیان نمود که نمونه‌های با سینرسیس کمتر، از کیفیت بالاتری برخوردار بوده اند. افزودن اینولین به نمونه‌های ژله سیب باعث شد تا این ترکیب الیگوساکاریدی آب موجود در بافت ژله را در خود جذب نموده و مانع از آب اندازی نمونه‌ها گردد. به همین خاطر با افزایش مقدار اینولین، سینرسیس کاهش یافت. از طرف دیگر افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس باعث افزایش سینرسیس نمونه‌ها گردید. دلیل این امر را می‌توان به مصرف قند و اینولین موجود در فرمولاسیون ژله نسبت داد زیرا که این ترکیبات نگهدارنده و جاذب‌های

تولید ماست پروبیوتیک حاوی پودر کاکائو مطالعه نمودند نیز مطابقت دارد [۹].

#### ۶-۴- بررسی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

بافت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک و شاهد توسط آزمون TPA و با استفاده از پروب ۷۵ میلی‌متری مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمون که حالتی شبیه جویدن ماده غذایی در دهان را شبیه سازی می‌نماید در دو سیکل رفت و برگشتی بر روی نمونه انجام شده و نتایج مختلفی از جمله سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesiveness)، انسجام بافت (Cohesiveness)، فنریت (Springiness) و قابلیت جویدن (Chewiness) را در اختیار قرار می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که افزودن اینولین و سویه پروبیوتیک باعث ایجاد بافت نرم‌تر و چسبندگی کمتر در نمونه‌های ژله سین بیوتیک شده است. این امر را می‌توان به تاثیر مثبت اینولین در افزایش رشد باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس نسبت داد. زیرا که در اثر رشد این باکتری ترکیبات متابولیتی بیشتری، از جمله اسید استیک و اسید سیتریک، تولید شده و در نتیجه بافت نمونه نرم‌تر و سختی آن کمتر می‌گردد. Mirzaee و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشتند که افزودن اسانس آویشن و روغن هسته انار به آب نبات باعث کاهش سختی و چسبندگی نمونه‌ها شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۱۷]. Miranda و همکاران (۲۰۲۰) که بر روی تولید ژله سین بیوتیک حاوی میوه‌های جنگلی و باکتری لاکتوباسیلوس کوآگولانس مطالعه

#### ۵-منابع

نمودند عنوان نمودند که انسجام بافت و سفتی نمونه‌ها تغییر معنی داری با یکدیگر نداشتند [۱۸].

#### ۷-۴- بررسی خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های ژله سیب شاهد و سین بیوتیک توسط یک تیم پانزده نفره متشکل از ارزیابان آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظر ارزیابان نظرات خود را در مورد پارامترهای حسی از جمله عطر، رنگ، طعم، احساس دهانی و مطلوبیت کلی در پرسش نامه‌های طراحی شده برای این منظور، تکمیل نمودند. نتایج نشان داد که نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، امتیاز عطر، احساس دهانی، طعم و مطلوبیت کلی بالاتری نسبت به نمونه شاهد دریافت نموده‌اند. افزودن اینولین و مهیا شدن شرایط برای رشد و تکثیر لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، باعث تولید مواد مولد عطر و طعم در نمونه‌های ژله سین بیوتیک گردید. از اینرو این نمونه‌ها امتیاز عطر و طعم بالاتری نسبت به نمونه شاهد دریافت نمودند. همچنین نمونه ژله سین بیوتیک امتیاز بیشتری در پارامتر احساس دهانی نسبت به نمونه شاهد گرفت. دلیل این امر را می‌توان به اسیدی شدن و کاهش pH نمونه و تولید متابولیت‌های ثانویه در اثر رشد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس نسبت داد. زیرا از طرفی این ترکیبات باعث طعم بهتر شده و از طرف دیگر مطابق با نتایج بافت سنجی، این نمونه‌ها نرمی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. نمونه شاهد تنها در پارامتر رنگ امتیاز بیشتری از نمونه سین بیوتیک دریافت نمود که دلیل آن را می‌توان به ایجاد هاله سفید در اثر افزودن اینولین به نمونه سین بیوتیک نسبت داد.

[1] Lucas, B.F., de Moraes, M.G., Santos, T.D., and Costa, J.A.V. 2018. Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT-Food Science Technology*, 90: 270–276.

[2] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2009). jelly products-Specifications & test method. ISIRI No. 2682.

[3] Zhu, Z., He, J., Gang Liu, G., Barba, F.J., Koubaa, M.K., Luhui Ding, L., Bals, O., Grimi, N., and

Vorobiev, E. 2016. Recent insights for the green recovery of inulin from plant food materials using non-conventional extraction technologies: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 23: 1-9.

[4] Zhang, J., Tan, W., Zhao, P., Mi, Y., and Guo, Z. 2022. Facile synthesis, characterization, antioxidant activity, and antibacterial activity of carboxymethyl

- inulin salt derivatives. *International Journal of Biological and Macromolecules*, 199:138–149.
- [5] Peng, C., Guoqiang Yao, G., Sun, Y., Shuai Guo, Sh., Wang, J., Mu, X., Sun, Zh., and Zhang, H. 2022. Comparative effects of the single and binary probiotics of *Lactocaseibacillus casei* Zhang and *Bifidobacterium lactis* V9 on the growth and metabolomic profiles in yogurts. *Food Research International*, 152: 110603.
- [6] Talebzadeh, S., and Sharifan, A. 2016. Developing Probiotic Jelly Desserts with *Lactobacillus Acidophilus*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41 (1): 1-12.
- [7] Rajabpour Nikoo, E., Mansouripour, S., and Hamed J. 2019. Feasibility study of producing and evaluation the quality properties of probiotic and synbiotic jelly containing *Bacillus coagulans*. *Journal of Food Microbiology*, 7(2): 34-43.
- [8] Chan, G., and Mooney, D.J. 2013. Ca<sup>2+</sup> released from calcium alginate gels can promote inflammatory responses in vitro and in vivo. *Acta Biomaterialia*, 9: 9281–9291.
- [9] Sharifi Soltani, M., Kaim, G., and Pourahmad, R. 2016. Possibility of the production of probiotic chocolate yogurt. *Journal of Food Hygiene*, 6(22): 51-63.
- [10] Hosseini, M., Rezazad Bari, M., and Alizadeh Khaledabad, M. 2017. Production of synbiotic juice: study on the effect pH, Brix, Formalin index and Rheological. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 14 (63): 73-81.
- [11] Haissa, R.C., Flavia, C.A., Buriti, Inor.A., and Susana, M.I.S. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic. *Food Science and Technology*, (41): 1037-1046.
- [12] Karazhyan, R., Ehtiati, A., Nazari, Z., and Mehraban Sanghatash, M. 2021. Optimizing the formulation of functional cake with date syrup and inulin. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 18(111): 147-157.
- [13] Calvo, C., and Salvador, A. 1997. Measurement of the colour and transparency of gels: Application to fruit gels. *Food Hydrocolloids*, 11: 443–447.
- [14] Carter, K.C., 1987. *Essays of Robert Koch*, Greenwood, Portsmouth, NH.
- [15] Volkert, M., Ananata, E., Luscher, C., and Knorr, D., 2008. Effect of air freezing, spray freezing, and pressure shift freezing on membrane integrity and viability of *Lactobacillus rhamonosus* GG. *Journal of Food Engineering*, 87: 532–540.
- [16] Garcia-Cayuela, T., Tabasco, R., Pelaez, C., and Requena, T., 2009. Simultaneous detection of viable lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented milk by using propidium monoazide and real-time PCR. *International Dairy Journal*, 19: 405–409.
- [17] Mirzaee Moghaddam, H., and Rajaei, A. 2021. Effect of Pomegranate Seed Oil Encapsulated in Chitosan-capric Acid Nanogels Incorporating Thyme Essential Oil on Physicomechanical and Structural Properties of Jelly Candy. *Journal of Agricultural Machinery*, 11 (1): 55-70.
- [18] Miranda, J. S., Costa, B. V., Oliveira, I. V., Lima, D. C. N., Martins, E. M. F. Júnior, B. R. C. L., Benevenuto, W.C.A.N., Queiroz, I.C., Silva, R.R., and Martins, M. L. 2020. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. *LWT - Food Science and Technology*, 126: 1-6.



## Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: [www.fsct.modares.ir](http://www.fsct.modares.ir)

### Scientific Research

### The study of physicochemical, textural, and organoleptical properties of symbiotic apple jelly containing inulin based on carrageenan

Akram Peyimannia<sup>1</sup>, Alireza Shahab Lavasani<sup>2\*</sup>, Nazanin Zand<sup>3</sup>

- 1- Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
- 2- Associate Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
- 3- 3.Assistant Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article History:</b></p> <p>Received:2024/6/4</p> <p>Accepted:2024/8/13</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Date Kabkab, edible coating, chitosan, gelatin, extract, orange peel</p> <hr/> <p><b>DOI: 10.22034/FSCT.22.159.267.</b></p> <p>*Corresponding Author E- shahabam20@yahoo.com</p>	<p>In this study, the production of synbiotic apple jelly containing inulin (0 to 3%) and <i>Lactobacillus acidophilus</i> bacteria (<math>10^{11}</math> cfu/ml) was studied. The amount of pH, brix, syneresis, turbidity, viability, textural characteristics and sensory evaluation tests were conducted. These evaluations were performed during the 30-day maintenance period. The results indicated that with the increase in the amount of inulin, pH, Brix and turbidity of the samples increased. The syneresis of apple jelly samples also decreased with the increase of inulin. Adding probiotic bacteria to apple jelly increased the syneresis of the samples. The results showed that with increasing time, the pH of apple jelly samples decreased from 4.07 to 3.98. The turbidity of the samples also increased significantly during the storage period. The most changes in the 30-day storage period were related to the syneresis tests, which increased the syneresis of the samples as the storage time increased. Synbiotic apple jelly samples had a softer texture than the control sample. The synbiotic apple jelly sample had better chewability than the control sample. <i>Lactobacillus acidophilus</i> had a higher viability in the sample containing inulin, which decreased with increasing time.</p>