



## مطالعه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیکی ماست قالبی تولید شده از مخلوط شیر ارزن و شیر گاو

سمیرا فرقانی<sup>۱</sup>، سیدهادی پیغمبردوست<sup>۲\*</sup>، مهدی دسترس<sup>۱</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

۲- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

### چکیده

### اطلاعات مقاله

تاکنون محصولات لبنی حاوی دانه‌های ارزن و یا شیر ارزن به صورت محدود مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به ارزش تغذیه‌ای ارزن هدف از این پژوهش امکان‌سنجی تولید ماست حاوی شیر ارزن و بررسی برخی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن بود. نمونه‌های ماست با جایگزینی شیر ارزن با شیر کم‌چرب (۲/۵٪) در ۴ سطح ۰، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد (حجمی/حجمی) تهیه شدند و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، آب‌اندازی، ماده خشک، چربی، پروتئین، فنل کل، مواد معدنی و فیبر) و حسی ماست، طی ۲۱ روز نگهداری (روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱) بررسی گردید. نتایج نشان داد که جایگزینی شیر ارزن در سطح ۱۰ درصد منجر به افزایش pH، کاهش آب‌اندازی و محتوای پروتئین نمونه‌های ماست شد. با افزایش درصد شیر ارزن به ۱۵ و ۲۰ درصد، به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) pH، درصد ماده خشک و چربی کاهش و آب‌اندازی و محتوای پروتئین و ترکیبات فنلی ماست افزایش یافت. افزودن ۲۰ درصد شیر ارزن منجر به افزایش محتوای فیبر به ۰/۰۹ درصد و کاهش محتوای کلسیم به ۵/۴۰ mg/kg در ماست شد. ارزیابی حسی نشان داد که ماست حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد شیر ارزن، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین امتیازهای حسی را کسب کردند. بر اساس یافته‌های ارزیابی حسی و نیز با توجه به این که در میان تمام نمونه‌ها، ماست حاوی ۱۰ درصد شیر ارزن در طی مدت زمان نگهداری از لحاظ فاکتورهای pH، ماده خشک، چربی و آب‌اندازی نتایج بهتری را نشان داد، بنابراین به عنوان فرمول بهینه معرفی گردید.

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۰۳

کلمات کلیدی:

شیر ارزن،

شیر گاو،

ماست قالبی،

ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی

DOI: 10.29252/fsct.18.01.03

\*مسئول مکاتبات:

peighambardoust@tabrizu.ac.ir

## ۱- مقدمه

از دیرباز محصولات تخمیری شیر به دلیل خواص مطلوب تغذیه‌ای، ماندگاری بالا، عطر و طعم منحصر به فرد و خواص درمانی نقش به‌سزایی در تغذیه خانواده‌ها داشته‌اند. در این میان ماست که از تخمیر لاکتیکی شیر با فعالیت آغازگرهای باکتریایی تولید می‌شود به دلیل دارا بودن خصوصیات ماندگاری، حضور باکتری‌های زنده و میزان بالای کلسیم و پتاسیم، و داشتن عطر و طعم مطلوب ناشی از فعالیت باکتری‌های لاکتیکی یکی از پرطرفدارترین محصولات تخمیری به‌شمار می‌رود [۱].

در کنار محصولات لبنی، ارزش تغذیه‌ای بالا و توزیع گسترده غلات سبب افزایش توجه محققان برای استفاده از آنها در توسعه مواد غذایی تخمیری فراسودمند شده است [۲]. پژوهش‌های قبلی نشان داده است که ترکیبات فراسودمند موجود در غلات و حبوبات از بدن در برابر بیماری‌های مربوط به افزایش سن مانند دیابت، بیماری‌های قلبی و عروقی، سندرم پارکینسون و برخی از سرطان‌ها محافظت می‌کنند [۳].

در میان غلات، ارزن با نام علمی *pennisetum typhoides* یکی از قدیمی‌ترین غذاهای شناخته شده برای انسان و یک غله سخت و مقاوم در برابر شرایط نامساعد است [۴، ۵، ۶]. ارزن از نظر پروتئین و مقدار روغن برابر یا برتر از دانه‌های گندم، سورگوم و برنج می‌باشد و حاوی مقادیر بالای نشاسته مقاوم (۲ درصد)، آهن (۱۹۹/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کبالت (۰/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کرومیوم (۷/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در مقایسه با سایر غلات بوده و دومین دانه غنی از کلسیم (۵۰۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است [۵، ۷]. تحقیقات اخیر نشان داده است که، ارزن منبع خوبی از اسیدهای آمینه ضروری به‌جز لیزین و ترئونین بوده و از نظر متیونین نسبتاً غنی است [۸]. به دلیل وجود الیاف فیبری، پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های مورد نیاز بدن در دانه ارزن، می‌توان این دانه را به‌عنوان یک غذای فراسودمند در نظر گرفت. با توجه به خواص مطرح شده مصرف دانه‌های ارزن در جلوگیری از سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی و کاهش فشارخون موثر بوده و موجب به تأخیر انداختن تخلیه معده می‌شود [۹].

امروزه ارزن به‌عنوان یک افزودنی در بین محصولات غذایی غله‌ای و حبوبات بدون گلوتن نقش برجسته‌ای دارد و در

بسیاری از مناطق آفریقایی و آسیایی، به‌عنوان یک جز اصلی مواد غذایی و غذاهای سنتی مختلف، نوشیدنی‌ها، نان (تخمیر شده و نشده)، آش و اسنک‌ها محسوب می‌شود [۱۰]. به صورت سنتی محصولات زیادی برپایه ارزن تولید می‌شوند که می‌توان به نوشیدنی‌های غیر الکلی مانند بوزا<sup>۱</sup>، مانگیسی<sup>۲</sup> و کانو<sup>۳</sup> که دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی هستند، اشاره کرد [۱۱، ۱۲، ۱۳].

بر اساس دانسته‌های مؤلفان در خصوص استفاده از شیر ارزن در تولید ماست، تنها آناند و کاپور (۲۰۱۱)، اثر جایگزینی شیر سویا و شیر ارزن انگشتی<sup>۴</sup> با شیر گاو را در تولید ماست پروبیوتیک مورد بررسی قرار داده‌اند و تأثیر مثبت افزودن شیر سویا و شیر ارزن به ماست را در افزایش مواد معدنی کل و فیتوکمیکال‌هایی<sup>۵</sup> مانند فنل کل و محتوای ویتامین C ماست و نیز بهبود زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک را گزارش نموده‌اند [۱۴]. همچنین از شیر ارزن، در تولید نوشیدنی‌های پروبیوتیک برپایه غلات استفاده شده و نتایج گویای محتوای مواد معدنی و زنده‌مانی بالای باکتری‌های پروبیوتیک در این نوشیدنی‌ها بوده است [۵].

پژوهش‌های مشابهی در رابطه با اثر جایگزینی شیر سویا با شیر گاو در تولید ماست توسط یگانه زاد و همکاران (۲۰۰۹) و یاسمنی فریمانی و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفته است که البته به دلیل متفاوت بودن ماهیت دانه، تأثیر متفاوتی بر روی برخی از خواص فیزیکوشیمیایی ماست مانند بافت و آب-اندازی گزارش داشته است و اما نتایج حاکی از بهبود خواص بافتی ماست ناشی از جایگزینی شیر سویا در درصد‌های بالا بوده است [۱۵، ۱۶].

بنابراین در ارتباط با استفاده از شیر ارزن در تولید ماست پژوهش‌های بسیار اندکی وجود دارد. با توجه به اهمیت تغذیه‌ای دانه ارزن، فراوانی و قیمت مناسب آن نسبت به سایر غلات و نیز تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف محصولات غذایی متنوع و بهره‌مندی از خواص سلامتی‌بخش غلات و لبنیات به صورت همزمان، هدف از این مطالعه امکان‌سنجی تولید ماست حاوی شیر ارزن و بررسی برخی از خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن می‌باشد.

1. Boza
2. Mangisi
3. Kunu
4. Finger millet
5. Phytochemical

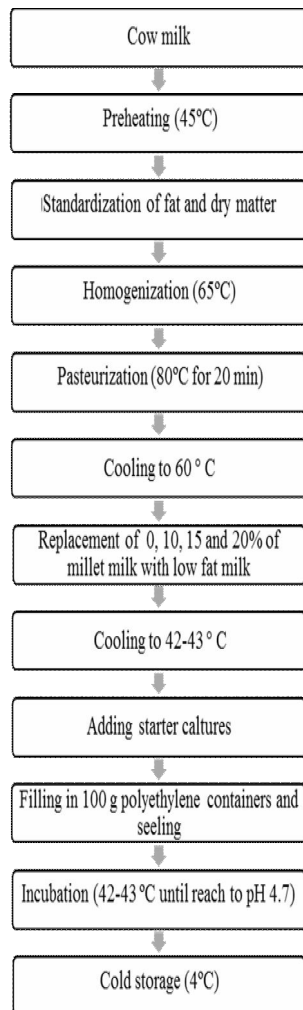


Fig 1 The steps of samples production

Yogurt samples	Millet milk(%)	Milk (%)
CY	0	100
MY10	10	90
MY15	15	85
MY20	20	80

## ۲-۴- آزمایش‌های فیزیکی‌وشیمیایی

**pH:** اندازه‌گیری pH با وارد کردن مستقیم الکتروود دستگاه pH متر (مدل ۷۴۴، ساخت شرکت METROHM سوئیس) به داخل بافت ماست همگن شده صورت گرفت [۱۸].  
**ماده خشک و چربی:** اندازه‌گیری ماده خشک با استفاده از دستگاه ترازوی رطوبت‌سنج سارتوریوس<sup>۱</sup> (مدل MA35، ساخت آلمان) انجام شد. برای این منظور ۱ الی ۳ گرم نمونه‌ی

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

شیر کم چرب (۲/۵٪) از شرکت پگاه آذربایجان شرقی تهیه شد. مشخصات شیر مورد استفاده برای تهیه نمونه‌های ماست در جدول ۱ ذکر شده است. مایه ماست مورد استفاده جهت تولید نمونه‌های ماست از شرکت کریستین هانسن دانمارک در قالب آغازگر ماست و آغازگر پروبیوتیک به صورت جداگانه تهیه شد. آغازگر ماست حاوی استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و آغازگر پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5 بود. دانه‌های کامل ارزن از اداره جهاد کشاورزی تبریز تهیه شد. کلیه مواد آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها، با درجه خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان خریداری گردیدند.

Table 1 Chemical properties of milk

Amount	Chemical properties
6.0±69.003	pH
11.0±8.03	Dry matter (%)
9.0±35.003	Non-fat dry matter (%)
3.0±2.008	Protein (%)
2.0±45.03	Fat (%)

### ۲-۲- روش تهیه شیر ارزن

به منظور تولید شیر ارزن، ابتدا دانه‌های ارزن تمیز شدند. به مدت ۱۲ ساعت در آب غوطه‌ور و سپس آب‌کشی و شست‌وشو گردیدند. دانه‌های ارزن شسته شده به صورت مرطوب آسیاب شدند و سپس آب به نسبت ۲:۱ به آن افزوده شد. مخلوط حاصل صاف شد و مایع حاصل پس از پاستوریزاسیون در دمای ۸۰ °C به مدت ۲۰ دقیقه، به عنوان شیر ارزن مورد استفاده قرار گرفت [۵].

### ۲-۳- روش تهیه ماست حاوی شیر ارزن

مراحل تولید ماست‌های حاوی شیر ارزن مطابق با شکل ۱ صورت گرفت [۱۷]. نمونه‌های ماست پس از تولید به مدت ۲۱ روز در دمای ۴ °C نگه داری شده و تحت مطالعه قرار گرفتند. در جدول ۲، انواع نمونه‌های ماست تولیدی معرفی شده‌اند.

6. Sartorius

سطوح ارزیابی صفر تا چهار (0 = غیرقابل مصرف یا خیلی ضعیف، 1 = غیرقابل قبول یا ضعیف، 2 = قابل قبول یا متوسط، 3 = رضایت‌بخش یا خوب و 4 = بسیار رضایت‌بخش یا خیلی خوب) انجام گرفت [۱۹].

**طرح آماری:** این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶٫۰ تجزیه تحلیل شده و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم، و آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند.

### ۳- نتایج و بحث

**pH:** تغییرات pH ماست‌های حاوی شیر ارزن و کنترل در جدول ۲ نشان داده شده است. مطابق جدول مذکور، اثر نوع تیمار و مدت زمان نگهداری روی تغییرات pH معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که pH نمونه‌ها در طول زمان کاهش یافته است که این پدیده می‌تواند به دلیل تولید اسید لاکتیک توسط باکتری‌های لاکتیکی باشد که می‌توانند از ۱ مولکول لاکتوز، ۴ مولکول اسید لاکتیک تولید کنند [۱۷]. نتایج پیرین و همکاران (۲۰۰۲) و سرا و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دهنده روند نزولی تغییرات pH ماست در طول زمان نگهداری بوده است [۲۵، ۲۶]. در طی ۲۱ روز نگهداری بیشترین pH مربوط به ماست MY10 بود. با افزایش درصد شیر ارزن، pH نمونه‌ها کاهش پیدا کرده بود، به طوری که در تمام مدت ۲۱ روز نگهداری نمونه‌ها، ماست MY20 کمترین pH را داشت ( $P < 0/05$ ). با توجه به افزایش زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر ماست و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5 در نمونه‌های با درصد شیر ارزن بالاتر [۲۷] و در نتیجه تولید اسیدلاکتیک بیشتر، pH نمونه‌ها با افزایش درصد شیر ارزن، کاهش بیشتری نشان داد و pH و اسیدیته اولیه شیر ارزن ( $pH = 6/36 \pm 0/021$ ) و  $pH = 6/2/0 \pm 0/021$  (اسیدیته) و شیر گاو تأثیری بر این روند نداشت. نتایج حاصل با نتایج یاسمنی‌فریمانی و همکاران (۲۰۰۹) و یگانه‌زاد و همکاران (۲۰۰۹)، مطابقت دارد [۱۶، ۱۵].

**ماده خشک و چربی:** جدول ۲ تأثیر جایگزینی شیر ارزن با شیر کم‌چرب را بر روی تغییرات ماده خشک و چربی در بین

ماست همگن شده روی فویل آلومینیومی کاملاً پخش شد و در دستگاه تحت دمای  $102^{\circ}\text{C}$ ، به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت و عدد حاصل به عنوان ماده خشک قرائت گردید. میزان چربی ماست با استفاده از روش ژربر و بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ انجام شد [۱۹].

**آب‌اندازی:** آب‌اندازی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفوژ (مدل BHG500، ساخت شرکت ZENTRIFUGBN، آلمان) در روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱ ام نگهداری اندازه‌گیری شد. ۴۰ گرم از نمونه ماست در لوله سانتریفوژ قرار گرفت و در دور ۲۲۲ g به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$  سانتریفوژ گردید. مایع شفاف رویی دور ریخته شد و لوله به همراه فاز پایینی وزن گردید. آب‌اندازی نمونه‌ها به صورت درصد وزن مایع شفاف رویی به وزن اولیه نمونه بیان گردید [۲۰].

**پروتئین:** ازت کل نمونه‌های ماست به روش کج‌لدال مطابق فرمول شماره [۱] اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین کل از حاصل ضرب مقدار ازت اندازه‌گیری شده در ضریب تبدیل ۶/۳۸ محاسبه گردید [۲۱]:

$$\text{میلی لیتر hcl مصرفی} \times \text{نرمالیه اسید} \times 1.4007 = \frac{\text{درصد ازت کل}}{\text{وزن نمونه}}$$

**فنل کل:** فنل کل نمونه‌ها به روش فولین سیوکالچو و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۷۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد [۲۲].

**مواد معدنی و فیبر کل:** مقادیر عناصر آهن، منیزیم و کلسیم، با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد [۲۳]. مقدار فسفر نمونه‌های ماست به روش رنگ سنجی با وانادات و در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد [۲۱]. اندازه‌گیری فیبر کل به روش هضم اسیدی و مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۳۱۰۵ صورت گرفت. درصد فیبر کل از طریق فرمول زیر محاسبه گردید [۲۴]:

$$W = \left( \frac{M1 - M2}{M0} \right) \times 100 \times \frac{100}{WD}$$

$M_0$ : وزن نمونه اولیه،  $M_1$ : وزن صافی و رسوب بعد از خشک شدن در آون،  $M_2$ : وزن صافی و رسوب بعد از کوره گذاری و  $WD$ : ماده خشک نمونه

**ارزیابی حسی:** ارزیابی حسی نمونه‌های ماست به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، به کمک ۱۰ ارزیاب آموزش دیده و در

بالاترین میزان ماده خشک و چربی و ماست MY20، دارای کمترین میزان ماده خشک و چربی بود. آنانند و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که به دلیل محتوای پایین ماده خشک و چربی در شیر ارزن نسبت به شیر، ماست حاوی شیر ارزن دارای ماده خشک و چربی کمتری در مقایسه با ماست کنترل است. نتایج حاصل از این تحقیق نیز مؤید این مطلب است [۱۴].

نمونه‌های مختلف و طی مدت زمان نگهداری نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. اثر نوع تیمار بر روی تغییرات ماده خشک و چربی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ )، ولی اثر مدت زمان نگهداری بر روی تغییرات میزان ماده خشک و چربی معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). مطابق نتایج به‌دست‌آمده با افزایش درصد شیر ارزن میزان ماده خشک و چربی در نمونه‌های ماست کاهش یافت، به طوری که در تمامی روزها ماست CY دارای

**Table 3** Physicochemical properties of yogurt samples during 21 days of shelf life

Storage time (Day)				Samples	Properties
21th Day	14th Day	7th Day	1th Day		
4.19±0.01 <sup>Db</sup>	4.24±0.01 <sup>Cb</sup>	4.26±0.01 <sup>Bb</sup>	4.34±0.01 <sup>Ab</sup>	CY	pH
4.40±0.01 <sup>Da</sup>	4.43±0.01 <sup>Ca</sup>	4.46±0.01 <sup>Ba</sup>	4.49±0.01 <sup>Aa</sup>	MY10	
4.19±0.01 <sup>Db</sup>	4.21±0.01 <sup>Cc</sup>	4.23±0.01 <sup>Bc</sup>	4.26±0.01 <sup>Ac</sup>	MY15	
4.18±0.01 <sup>Cb</sup>	4.19±0.01 <sup>BCd</sup>	4.20±0.01 <sup>Bd</sup>	4.25±0.01 <sup>Ac</sup>	MY20	
12.16 ±0.20 <sup>Aa</sup>	12.68±0.52 <sup>Aa</sup>	12.52 ±0.54 <sup>Aa</sup>	13.18 ±0.89 <sup>Aa</sup>	CY	
11.12 ±0.33 <sup>Ab</sup>	11.56 ±0.53 <sup>Ab</sup>	11.55±0.56 <sup>Aab</sup>	11.92 ±0.17 <sup>Ab</sup>	MY10	
10.37±0.60 <sup>Ab</sup>	10.87±0.20 <sup>Abc</sup>	10.91±0.35 <sup>Ab</sup>	10.88±0.59 <sup>Abc</sup>	MY15	
10.68±0.18 <sup>Ab</sup>	10.51±0.42 <sup>Ac</sup>	10.23±0.40 <sup>Ab</sup>	10.53±0.43 <sup>Ac</sup>	MY20	
2.53±0.06 <sup>Aa</sup>	2.55±0.05 <sup>Aa</sup>	2.55±0.05 <sup>Aa</sup>	2.55±0.05 <sup>Aa</sup>	CY	Fat (%)
2.30±0.10 <sup>Ab</sup>	2.28±0.12 <sup>Ab</sup>	2.30±0.10 <sup>Ab</sup>	2.26±0.15 <sup>Ab</sup>	MY10	
2.20±0.10 <sup>Ab</sup>	2.18±0.10 <sup>Abc</sup>	2.16±0.15 <sup>Ab</sup>	2.16±0.15 <sup>Abc</sup>	MY15	
2.00±0.10 <sup>Ac</sup>	2.06±0.05 <sup>Ac</sup>	1.93±0.15 <sup>Ac</sup>	2.00±0.10 <sup>Ac</sup>	MY20	

\*A-D: Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ )

\*\* a-d: Means with different superscripts in the same column differ significantly ( $P < 0.05$ )

علیرضالو و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که عصاره‌های آبی افزوده شده مانع از تشکیل شبکه کامل پروتئینی در طی گرمخانه‌گذاری و تولید ماست می‌گردند، بنابراین باعث افزایش میزان آب‌اندازی در فرایند تولید ماست‌های فراسودمند می‌شوند [۳۰]. گزارش‌های دیگر نشان داده است که افزایش میزان درصد عصاره یا پالپ میوه مورد استفاده و بالا بودن میزان اسیدیته ماست باعث افزایش آب‌اندازی می‌شود [۱۲].

کاهش pH باعث تغییر فرم طبیعی پروتئین شده و در اثر دناتوره شدن پروتئین، آب متصل به آن آزاد و آب‌اندازی افزایش می‌یابد [۳۱]. یگانه‌زاد و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که با افزایش درصد شیر سویا در ماست به دلیل کاهش شدید pH در نمونه حاوی ۲۰ درصد شیر سویا نسبت به ماست شاهد، آب‌اندازی افزایش یافته است [۱۶].

کاهش میزان ماده خشک نیز یکی از عوامل مثبت مؤثر بر میزان آب‌اندازی است [۳۲]. چنانکه مکوندی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که با افزایش عصاره کمبوجا در ماست، ماده خشک کاهش و فاز سرمی افزایش می‌یابد و شبکه زل قادر به

آب‌اندازی: شکل ۲ تغییرات میزان آب‌اندازی در بین نمونه‌های مختلف و طی مدت زمان نگهداری را نشان می‌دهد. در طول زمان نگهداری درصد آب‌اندازی ماست‌های حاوی شیر ارزن روند افزایشی داشت و همچنین درصد آب‌اندازی نمونه CY نیز در طول مدت زمان نگهداری افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). در زل‌های اسیدی مانند ماست، بازآرایی شبکه زلی کازئین در طول مدت زمان نگهداری مهمترین عامل خروج آب ماست از شبکه محسوب می‌شود [۲۸]. در مورد نحوه تغییرات آب‌اندازی، گزارشات سویاویتیت پاتانا و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیانگر افزایش آب‌اندازی ماست قالبی در طول مدت زمان نگهداری بود [۲۹].

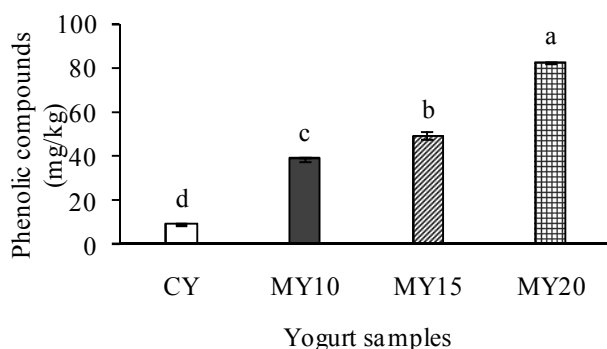
مطابق نتایج به دست آمده ماست MY10 آب‌اندازی کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها، در تمامی روزهای نگهداری داشته است. علت این امر را می‌توان به pH بالای ماست MY10 نسبت داد. همچنین مشاهده شد که با افزایش درصد شیر ارزن به دلیل سست‌تر شدن شبکه پروتئینی، کاهش شدید pH و کاهش درصد ماده خشک، آب‌اندازی نمونه‌ها افزایش می‌یابد.

نمونه‌ها در روز ۱ نگهداری نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اثر نوع تیمار روی تغییرات محتوای فنل کل معنی‌دار بوده است ( $P < 0.05$ ). نمونه CY دارای کمترین

ترکیبات فنلی ( $9.41 \pm 0.85$  درصد) و نمونه MY20 دارای بیشترین محتوای

ترکیبات فنلی ( $83.06 \pm 0.61$  درصد) بود.

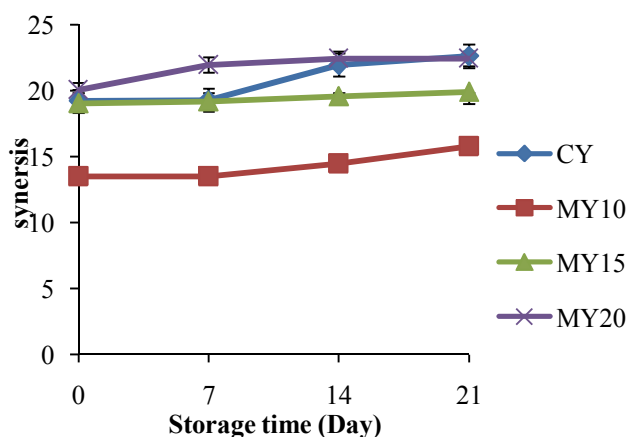
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که شیر ارزن منبع غنی از ترکیبات فنلی ( $25/66$  میلی‌گرم بر گرم) می‌باشد. ترکیبات فنلی شامل تعداد زیادی از متابولیت‌های ثانوی است که بسیاری از ترکیبات حلقوی مانند فلاون‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، لیگنین‌ها و حتی اسیدهای آمینه حلقوی مانند تریپتوفان، تیروزین و پرولین را شامل می‌شوند [۳۴]. مطالعات نشان داده است که هرچه میزان ترکیبات فنلی به ویژه فلاونوئید و فلاونول بالاتر باشد؛ قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتر و در پیشگیری از بیماری‌های دیابت و سرطان مؤثرترند [۳۵]. ماست‌های حاوی شیر ارزن از نظر ترکیبات فنلی غنی‌تر از ماست کنترل بودند که این امر به دلیل بالا بودن محتوای ترکیبات فنلی شیر ارزن نسبت به شیر گاو می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش با گزارش ارائه شده توسط آناند و کاپور (۲۰۱۱) مطابقت داشت [۱۴].



**Fig 4** Comparison of phenolic compounds content of different samples in first day of storage

**مواد معدنی و فیبر کل:** جدول ۳ ترکیب مواد معدنی و فیبر شیر ارزن، ماست CY و MY20 را نشان می‌دهد. جایگزینی شیر ارزن با شیر منجر به کاهش محتوای آهن ماست MY20 نسبت به ماست CY شده است. با افزودن شیر ارزن میزان منیزیم افزایش یافت و میزان فسفر ماست ارزن نسبت به ماست CY تغییر زیادی نشان نداد. همچنین نتایج نشان داد که بالا بودن مقدار فیبر در شیر ارزن نسبت به شیر گاو منجر به افزایش محتوای فیبر ماست MY20 شده است.

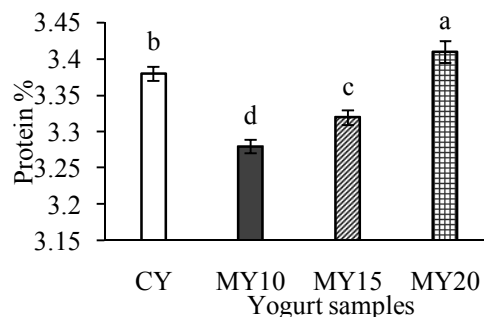
نگهداری تمامی فاز سرمی نیست، بنابراین با افزایش درصد عصاره آبی، آب‌اندازی ماست نیز افزایش یافت که نتایج حاصل از این پژوهش را تأیید می‌کند [۳۳].



**Fig 2** Syneresis changings during storage time

#### پروتئین

شکل ۳ تأثیر جایگزینی شیر ارزن با شیر کم‌چرب در درصدهای مختلف را بر روی تغییرات میزان پروتئین در روز ۱ نگهداری نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. بررسی نتایج نشان داد که اثر نوع تیمار روی تغییرات درصد پروتئین معنی‌دار بوده است ( $P < 0.05$ ). مطابق با شکل ۱ ماست MY10 دارای کمترین ( $3.28 \pm 0.01$  درصد) و ماست MY20 بیشترین میزان پروتئین ( $3.41 \pm 0.015$  درصد) بود. نتایج نشان داد که با افزایش درصد شیر ارزن در نمونه‌ها، میزان پروتئین نیز افزایش پیدا می‌کند. نتایج ارائه شده توسط آناند و کاپور (۲۰۱۱) نیز افزایش محتوای پروتئین با افزایش درصد شیر ارزن جایگزین شده در ماست را نشان می‌دهد [۱۴].



**Fig 3** Comparison of protein content of different samples in first day of storage

**فنل کل:** در شکل ۴ تأثیر جایگزینی شیر ارزن با شیر کم‌چرب در درصدهای مختلف، بر روی تغییرات محتوای فنل کل

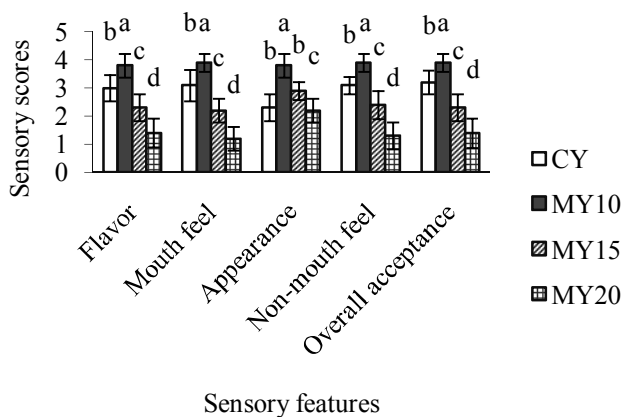
به کلسیم منجر به کاهش محتوای کلسیم قابل جذب ماست می‌گردد [۳۶]. نتایج بررسی‌های آناند و کاپور (۲۰۱۱) نیز نشان دهنده کاهش کلسیم ماست با جایگزینی شیر ارزن بود [۱۴].

افزودن شیر ارزن به ماست باعث کاهش محتوای کلسیم ماست حاوی شیر ارزن نسبت به ماست کنترل شد که به دلیل محتوای کمتر کلسیم شیر ارزن نسبت به شیر گاو و در نتیجه کاهش درصد نسبی محتوای کلسیم ماست MY20 نسبت به ماست CY بوده است. اسکیب نیوسکا و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که افزودن غلات به ماست به دلیل توانایی بالا در اتصال

**Table 4** The content of minerals and fiber found in yogurt samples and millet milk

Total fiber (w/w%)	P (gr/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Samples
0.07	0.010	1.75	11	3	Millet milk
0.00	0.024	56	12.8	13	CY
0.09	0.020	40.5	14.5	5	MY20

قابل قبول تشخیص دادند. ماست MY20 از نظر پذیرش کلی کمترین امتیاز را کسب کرد.



**Fig 5** The effect of the replasment of various levels of millet milk with milk on sensory features (flavor, mouth feel, appearance, non-mouth feel and overall acceptance) of yogurts during storage time

#### ۴- نتیجه گیری

براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، شیر ارزن یک مایع غنی از املاح معدنی و ریزمغذی‌ها بوده و به تنهایی می‌تواند در تولید نوشیدنی‌های مغذی بر پایه غلات استفاده شود، اما ترکیب شیر ارزن با شیر جهت تولید ماست منجر به تغییر برخی از خواص محصول می‌گردد که با توجه به هدف از تولید محصول، باید مد نظر قرار گیرند. افزودن شیر ارزن منجر به غنی شدن نمونه‌ها از نظر ترکیبات فنلی و محتوی فیبر و منیزیم شد، در صورتی که کاهش چربی، ماده خشک و به دنبال آن کاهش کلسیم و پروتئین از جمله آثار نامطلوب افزودن شیر ارزن بود که می‌توان با تنظیم ماده خشک شیر قبل

ارزیابی حسی: شکل ۵ اثر جایگزینی شیر ارزن در سطوح مختلف را بر روی ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست در پایان مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد. ویژگی‌های حسی شامل عطر و طعم (مزه و بو)، احساس دهانی (بافت دهانی)، ظاهر (رنگ، وضعیت سطح و آب اندازی)، احساس غیردهانی (همزدن و قاشق‌برداری) و پذیرش کلی بود. مطابق با شکل ۴، میان ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) وجود داشت. نتایج حاصل گویای دریافت بالاترین امتیاز ویژگی‌های حسی عطر و طعم، احساس دهانی، ظاهر، احساس غیر دهانی و پذیرش کلی برای ماست MY10 در مقایسه با سایر نمونه‌ها در مقطع زمانی ۲۱ روز پس از نگهداری است. افزایش بیش از حد اسیدیته سبب ترش شدن محصول و ایجاد طعم نامطلوب می‌گردد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که محصولات خیلی شیرین یا خیلی ترش اثر نامطلوبی بر پذیرش محصول توسط مصرف کننده دارند [۳۷]. اسکیب و همکاران (۱۹۸۳) نشان دادند که ماست دارای اسیدیته قابل تیتراسیون پایین‌تر، امتیازهای کیفی بالاتری را کسب کردند [۳۸]. بنابراین ماست MY10 به دلیل اسیدیته پایین، مقبولیت طعم بیشتر و ماست MY20 به دلیل اسیدیته بالا امتیاز طعم کمتر را کسب نمودند. آب‌اندازی و محتوای ماده خشک و چربی از جمله عوامل مؤثر بر ویژگی‌های حسی ماست می‌باشند. ماست MY10 به دلیل آب‌اندازی کمتر، امتیاز ظاهر بالاتر را کسب نمود. ماست MY20 به دلیل آب-اندازی بالا و محتوای ماده خشک و چربی پایین‌تر، کمترین امتیاز ویژگی‌های ظاهر، احساس دهانی و احساس غیر دهانی را کسب نمود. در مورد پذیرش کلی، ارزیاب‌ها ماست MY10 را بهترین و سپس ماست CY و ماست MY15 را

- composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry*, 98: 32–38.
- [8] Singh, P. and Raghuvanshi, R.S. (2012). Finger millet for food and nutritional security. *African Journal of Food Science*, 6: 77–84.
- [9] Truswell, A.S. (2002). Cereal grain and coronary heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56: 1–4.
- [10] Chandrasekara, A. and Shahidi, F. (2012). Bioaccessibility and antioxidant potential of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. *Journal of Functional Foods*, 4: 226–237.
- [11] Blandino, A., Al-Aseeri, M.E., Padiella, S.S., Cantero, D. and Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36: 527-543.
- [12] Gadaga, T.H., Mutukumira, A.N., Narvhus, J.A. and Feresu, S.B. (1999). A review of traditional fermented foods and beverages of Zimbabwe. *International Journal of Food Microbiology*, 53: 1-11.
- [13] Gaffa, T., Jideani, I.A. and Nkama, I. (2002). Traditional production, consumption and storage of kunu- a nonalcoholic cereal beverage. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57: 73-81.
- [14] Anand, D. and Kapoor, R. (2011). Studies on composition of probiotic soya-finger millet milk based yoghurt. *Journal of dairying. foods and home sciences*, 30: 246-251.
- [15] Yasamani Farimani, T., Khamiri, M. and Mazaheri Tehrani, M. (2009). Effect of soy milk on the survival of the lactobacillus Acidophilus bacteria during Probiotic yoghurt drink storage. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16: 423-429. (In Farsi)
- [16] Yeganehzad, S., Mazaheri Tehrani, M., Shahidi, F. and Zayerzadeh, A. (2009). Effect of soy milk on the viability of Lactobacillus acidophilus and physico-chemical and organoleptic characteristics of probiotic yogurt. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16: 165-173. (In Farsi)
- [17] Hesari, J. and Manafi, R. (2009). *Technology of Fermented Products Processing*. Tehran. Academic Center Applied Science Press. (In Persian)
- [18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2006). Milk and milk products-Determination of titrable acidity and value pH-Test method. ISIRI no 2852. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).
- [19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2005). *Yogurt – Specifications and test methods*. ISIRI no 695. 4th Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).
- [20] Ramirz-Santiago, C., Ramos-Solis, L.,

از تولید ماست، آن را برطرف نمود. نتایج نشان داد که علیرغم افزایش آب اندازی در نمونه‌های MY15 و MY20، افزودن ۱۰٪ شیر ارزن تاثیر مثبت بر روی pH و کاهش آب اندازی محصول داشت و همچنین در نمونه MY10، کاهش ماده خشک، چربی و کلسیم نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر بود. با توجه به موارد ذکر شده و همچنین نتایج ارزیابی حسی که نشان دهنده مقبولیت بالاتر حسی ماست MY10 نسبت به سایر نمونه‌ها بود، این نمونه به عنوان فرمول برتر معرفی می‌گردد.

## ۵- سپاسگزاری

نویسندگان مراتب سپاس خود را از مسئولین شرکت پگاه آذربایجان شرقی به ویژه مدیر تحقیق و توسعه این شرکت جناب آقای مهندس جدیری و ریاست آزمایشگاه جناب آقای مهندس صفری بابت همکاری صمیمانه در پیشبرد این پژوهش اعلام می‌دارند.

## ۶- منابع

- [1] Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mundujano, E. and Vernon-Carter, E.J. (2003). Microstructure and texture of yoghurt as influences by fat replacer. *International Dairy Journal*, 14: 151-59.
- [2] Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R. and Hristozova, T. (2006). Development of a new oat-based probiotic drink. *International Journal of Food Microbiology*, 112: 75-80.
- [3] Fardet, A., Rock, E. and Remesy, C. (2008). Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo. *Journal of Cereal Science*, 48: 258–276.
- [4] Devi, P.B., Vijayabharathi, R., Sathyabama, S., Malleshi, N.G. and Priyadarisini, V.B. (2011). Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 1021-1040.
- [5] Hassan, A.A., Aly, M.M. and El-Hadidie, S.T. (2012). Production of cereal-based probiotic beverages. *World Applied Sciences Journal*, 19: 1367-1380.
- [6] Jain, R.K. and Bal, S. (1997). Properties of pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66: 85-91.
- [7] Ragaei, S., Abdel-Aal, E.M. and Noaman, M. (2006). Antioxidant activity and nutrient



- life of corn milk yogurt. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 9: 133-149.
- [30] Alirezalu, K., Hessari, J., Sadegi, M. and Bek Mohammad pur, M. (2015). Study on production of colored functional yogurt enriched with blackberry and carrot extracts. *Innovative Food Technologies*, 10: 53-64. (In Farsi)
- [31] Tarakci, Z. and Kucukoner, E. (2003). Physical, Chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *Journal of Food Science and Technology*, 41: 177-181.
- [32] Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. (1999). *Yogurt: science and technology*. UK. CRC Press, Boca Raton FL: CRC Press LLC.
- [33] Makvandi, M., Fadaei Noghani, V. and Khosravi-Darani, K. (2016). Selected physicochemical properties and overall acceptability of yogurt made from inoculation of yogurt starter bacteria and Kombucha extract. *Journal of food science and technology*, 54: 105-119. (In Farsi)
- [34] Hussain, M., Ansari, F. and Rahman, M. (2012). Current approaches toward production of secondary plant metabolites. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4:10-20.
- [35] Mathew, S. and Abraham, T.E. (2006). In vitro antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food and Chemical Toxicology Journal*, 44: 198-206.
- [36] Skibniewska, K.A., Zakrzewski, J., Siemianowska, E., Polka-Juszczak, L. and Aljewicz, M. (2010). Calcium Availability from Yogurt by Itself or Yogurt-Cereal-Containing Products. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 73: 1150-1154
- [37] Moeenfar, M., Purazarang, H. and Mazaheri Tehrani, M. (2011). Effects of milk solids-non-fat content on physical, chemical and sensory properties of frozen yogurt. *Iranian journal of nutrition sciences and food technology*, 6: 33-40. (In Farsi)
- [38] Speck, M.L. (1983). Evidence of value of live starter culture in yogurt. *Journal of cultured dairy products*, 18: 25.
- Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E.J. and Alvarez-Ramirez, J. (2010). Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101: 229-235.
- [21] James, C.S. (1995). *Analytical Chemistry of Foods* (1st ed.). New York. Chapman & Hall.
- [22] Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M. and Parenti, A. (2000). Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. *Food Chemistry*, 71: 553-562.
- [23] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2013). Fruit and vegetable juices-Determination of sodium, potassium, calcium and magnesium content by atomic absorption spectrophotometry (AAS). ISIRI no 16985. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).
- [24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (1992). Agricultural food products – Determination of crude fibre contents – General method. ISIRI no 3105. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).
- [25] Perrin, S., Fougny, C., Grill, J.P., Jacobsm, H. and Schneidern, F. (2002). Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides in mixtures of different degrees of polymerization by three strains of bifidobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 48: 759-63.
- [26] Serra, M., Trujillo, A.J., Guarms, B. and Ferragut, V. (2009). Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization treated milk. *Food Hydrocolloids*, 23: 82-91.
- [27] Forgani, S., Peighambaroust, S.H., Hesari, J. and Rezai Mokarram, R. (2018). Effect of adding millet milk on viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5, starter bacteria and some physicochemical characteristics of the probiotic yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 76(15): 207-219.
- [28] Lucey, J.A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85: 281-294.
- [29] Supavititpatana, P., Wirjantoro, T.I. and Raviyan, P. (2010). Characteristics and shelf-



## Scientific Research

## Study of physicochemical and organoleptic characteristics of set yogurt made from millet milk and low-fat milk

Samira Forgani<sup>1</sup>, Seyed Hadi Peighamardoust<sup>\*2</sup>, Mehdi Dastras<sup>1</sup>

1. MSc graduated, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz  
 2. Professor of Food Technology, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article History:</b></p> <p>Received 25 August 2019            Accepted 24 December 2019</p>	<p>There are limited studies on dairy products containing millet seeds or millet milk. Considering nutritional value of millet, the aim of this study was to evaluate the production of yogurt containing millet milk and to investigate its physicochemical and sensory properties. The replacement of 0, 10, 15 and 20% (V/V) of millet milk (2.5%) with low-fat milk was performed and its effect on physicochemical (pH, syneresis and contents of dry matter, fat, protein, total phenol, minerals and fiber) and sensory characteristics of yogurt during 21 days of storage (days 1, 7, 14 and 21), were evaluated. Results showed that replacement of 10% millet milk with low-fat milk, increased pH and decreased syneresis and protein content. With increasing millet milk to 15 and 20%, pH, dry matter and fat content were decreased and syneresis, protein and phenolic compounds content were increased significantly (<math>P &lt; 0.05</math>). With adding 20% millet milk, fiber content was increased to 0.09% and calcium content was decreased to 40.5 mg/kg in yogurt. Sensory evaluation results showed that yogurt containing 10% and 20% millet milk had the highest and lowest acceptability, respectively. According to the results of sensory evaluation and due to the results of pH, acidity, dry matter, fat content and syneresis during the storage period, yogurt sample containing 10% millet milk is introduced as the best formulation.</p>
<p><b>Keywords:</b></p> <p>Millet milk,            Cow milk,            Set yogurt,            Sensory,            Physicochemical characteristics</p>	
<p><b>DOI:</b> 10.29252/fsct.18.01.03</p> <p>*Corresponding Author E-Mail:  <a href="mailto:peighamardoust@tabrizu.ac.ir">peighamardoust@tabrizu.ac.ir</a></p>	