

## بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نوشیدنی شیر-آب انار در طی دوره نگهداری

الناز قاسم تبار<sup>۱</sup> - سید امیرحسین گلی<sup>۲\*</sup> - علی نصیرپور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۰

### چکیده

شیر و آب میوه به علت ارزش تغذیه‌ای فراوان مصرف گسترده‌ای در میان افراد جامعه دارند. آب انار علی‌رغم ویژگی‌های منحصر به فرد تغذیه‌ای، قدمت مصرف دیرینه‌ای در کشور ما دارد و محصول شیر-آب انار با خصوصیات تغذیه‌ای بالا می‌تواند برای آن دسته از مصرف‌کنندگان که همواره مشتاق تجربه طعم و فرمولاسیون تازه هستند تولید شود. نوشیدنی شیر-آب انار نوعی نوشیدنی شیر اسیدی است که یکی از مشکلات مهم در تولید آن pH پایین این محصول است. در این تحقیق به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون نوشیدنی شیر-آب انار سه متغیر شامل میزان شیر، آب انار و پکتین انتخاب شدند. با استفاده از روش آماری سطح پاسخ (RSM) بهینه‌سازی فرمولاسیون و تعیین سطوح مطلوب هر متغیر انجام شد. به منظور بررسی اثر نکه داری محصولات، فرمولاسیون بهینه نوشیدنی شیر-آب انار به مدت چهل و دو روز در دمای یخچال انبارداری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که اثر میزان شیر، میزان پکتین و اثر متقابل متغیرها بر میزان رسوب و دو فازگی نوشیدنی معنی‌دار بوده است. از لحاظ ارزش تغذیه‌ای تیمار حاوی ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین مناسب‌تر بود و تولید این فرمول از نوشیدنی می‌تواند توصیه شود. یافته‌ها نشان داد که تولید نوشیدنی شیر-آب انار بدون رسوب و دو فاز شدن با استفاده از پایدارکننده پکتین امکان‌پذیر می‌باشد و انبارداری این محصول در یخچال بر روی خواص تغذیه‌ای آن اثر منفی ندارد.

واژه‌های کلیدی: شیر، آب انار، نوشیدنی، طرح آماری سطح پاسخ (RSM)

### مقدمه

است. شیرین‌کننده‌هایی مثل ساکارز و دکستروز، مواد عطر و طعم زای طبیعی، اسید سیتریک، ترکیبات رنگی و ترکیباتی مثل ویتامین‌های A, E, C و اسید لینولئیک مزدوج برای غنی‌سازی در فرمولاسیون این نوشیدنی‌ها وجود دارند (Sampedro et al., 2007; Zulueta et al., 2007). نوشیدنی شیر-آب میوه علاوه بر دارا بودن طعم و مزه مطلوب، بسیار مغذی است و در مواردی که دریافت مواد مغذی توسط بدن انسان کم بوده و احتمال بروز برخی از بیماری‌ها وجود دارد، می‌تواند بسیار مفید باشد، بنابراین این محصولات در دسته نوشیدنی‌های فراسودمند قرار می‌گیرند و می‌توانند با انواع ویتامین‌ها، املاح و فیبر نیز غنی‌سازی شوند (Sampedro et al., 2008; Sampedro et al., 2009). Zulueta و همکاران (۲۰۰۷)، ۱۷ نوع مختلف از نوشیدنی‌های تجاری که شامل مخلوطی از آب میوه‌های مختلف و شیر بودند را برای دست‌یابی به پروفیل کاروتنوئید و رنگ آن‌ها در طی نگهداری مورد بررسی قرار دادند. Barba و همکاران (۲۰۱۱)، اثر فرآیند با فشار بالا<sup>۵</sup> را در چهار فشار مختلف (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ مگا پاسگال) و چهار زمان

نوشیدنی شیر-آب میوه مخلوطی از شیر و آب میوه است که یک و یا ترکیبی از چند نوع آب میوه مختلف می‌تواند در فرمولاسیون آن به کار رود. این نوع از نوشیدنی در سال‌های اخیر به دلیل کاهش مصرف میوه‌ها و سبزی‌ها و افزایش مصرف نوشیدنی‌های آماده برای نوشیدن<sup>۴</sup> توجه زیادی را به خود جلب کرده است، به طوری که مصرف این نوع نوشیدنی در ده سال گذشته حدود ۳۰ درصد افزایش داشته است. در حال حاضر ۱۷ نوع از این نوشیدنی در بازار اروپا به فروش می‌رسد که انواع آب میوه‌ها از جمله آب پرتقال، آناناس، انبه، توت فرنگی، موز، هلو، لیمو شیرین، هویج، زردآلو، کیوی و ... در ترکیب آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در بعضی از این ۱۷ نوع نوشیدنی، پکتین به عنوان پایدارکننده در فرمولاسیون استفاده شده

۱، ۲ و ۳- به ترتیب کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.  
\* - نویسنده مسئول:  
(Email: amirgoli@cc.iut.ac.ir)

4- Ready-to-drink

شیر- آب انار با خصوصیات تغذیه ای بالا، برای آن دسته از مصرف کنندگان که همواره مشتاق تجربه ی طعم و فرمولاسیون تازه هستند عرضه شود. مهم ترین امر در این راه رسیدن به فرمولاسیون مناسب با استفاده از پکتین برای تولید محصولی با کیفیت، دارای طعم مطلوب، پایدار و بدون رسوب می باشد.

## مواد و روش ها

### مواد مصرفی

کنسنتراته انار از شرکت مزرعه سبز شیراز خریداری شد. شیر بدون چربی از شرکت پگاه اصفهان و پکتین با درجه متوکسیل بالا از شرکت مجید تهیه شد.

### بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی شیر- آب انار

آب انار با بریکس حدود ۱۳ از رقیق سازی کنسنتراته انار تهیه شد. سپس جهت بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی، ۳ فاکتور میزان شیردر ۳ سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد، میزان آب انار در ۳ سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد و میزان پکتین در ۳ غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد با استفاده از روش آماری سطح پاسخ (RSM) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ۱۸ فرمول مختلف از نوشیدنی تهیه و پس از ۱۰ روز، دو آزمون درصد رسوب و درصد دو فازی به دلیل تعیین بهترین فرمول نوشیدنی از نظر کم ترین درصد رسوب و دو فازی انجام شد و با استفاده از روش سطح پاسخ و با در نظر گرفتن حداقل میزان مصرف پکتین در فرمولاسیون و بالاترین میزان پایداری نوشیدنی، سه تیمار بهینه طبق جدول ۱ انتخاب گردید.

### روش تهیه نوشیدنی شیر- آب انار

پس از مرحله بهینه سازی فرمولاسیون محصول، سه نمونه انتخاب شده طبق مراحل ذیل آماده و تهیه شدند: تهیه آب انار با رقیق سازی کنسنتراته انار تا بریکس حدود ۱۳، هیدراته کردن پکتین و نگهداری به مدت ۲۴ ساعت در یخچال، مخلوط کردن آب انار، شیر، آب و شکر طبق فرمول های مورد نیاز (میزان شکر ۷/۵ درصد وزنی/حجمی است)، اضافه کردن پکتین هیدراته به مخلوط، هموژنیزه کردن نوشیدنی با استفاده از دستگاه هموژنایزر در دور ۱۰۲۰۰ به مدت ۲/۵ دقیقه، پاستوریزه کردن نوشیدنی در دستگاه بن ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه، نگهداری محصول در یخچال به مدت ۶ هفته و انجام آنالیزهای مربوطه هر ۱۴ روز یکبار.

### آزمون های نمونه در طی انبارداری

میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر (شرکت طب آزما)، درجه بریکس یا میزان مواد جامد محلول توسط دستگاه رفرکتومتر کروس (مدل DR 201-95 ساخت آلمان) و میزان ویسکوزیته توسط دستگاه ویسکومتر بروک فیلد (مدل RVDV-II ساخت آلمان) اندازه گیری

(۱۲۰، ۳۰۰، ۴۲۰ و ۵۴۰ ثانیه)، بر روی ترکیبات آنتی اکسیدانی و عوامل موثر در کیفیت نوشیدنی شیر- آب پرتقال مورد مطالعه قرار دادند.

نوشیدنی شیر- آب انار نوعی نوشیدنی شیر اسیدی است که یکی از مشکلات مهم در تولید آن، دو فاز شدن آن در طی تولید و نگهداری است که این مساله ناشی از رسوب کازئین موجود در شیر در pH=۴/۶ می باشد. زمانیکه pH شیر کمتر از pH ایزوالکتریک می شود برخی از پدیده ها از جمله کاهش پتانسیل زتا و تجمع برگشت ناپذیر شبکه سه بعدی کازئین در میسل ها اتفاق می افتد. در این شرایط رسوب ایجاد می شود که برای جلوگیری از آن و هم چنین احساس دهانی گچی، دو فاز شدن و تشکیل آب پنیر شفاف در سطح<sup>۱</sup> میتوان از هیدروکلوئیدها (صمغها) استفاده نمود (Lucey et al., 1999). پکتین با درجه ی متوکسیل بالا رایج ترین صمغ (هیدروکلوئید) مورد استفاده جهت جلوگیری یا کاهش به هم پیوستن کازئین ها و جلوگیری از جدا شدن آب پنیر در نوشیدنی های شیر اسیدی شده می باشد (Janhojo et al., 2008). کازئین ها حدود ۸۰ درصد از پروتئین های شیر را شامل می شوند و واکنش پکتین با کازئین به عنوان پارامتر کلیدی در پایدارسازی محصولات شیر اسیدی پیشنهاد شده است (Pereyra et al., 1997). در شیر اسیدی زنجیره های پکتین از طریق واحد های باردار مولکول پکتین روی سطح میسل کازئین بدلیل واکنش های الکترواستاتیک که وابسته به pH است، جذب می شوند و قسمت های بدون بار به صورت حلقه و یا دم مانند به درون محلول وارد شده و باعث واکنش های دافع بین میسل ها در pH پایین می شوند و پایداری این نوع نوشیدنی ها را باعث می گردند (CuCheval et al., 2009; Marozienne et al., 2000). عابدی و لوکلایی و همکاران (۱۳۹۰) از صمغهای پکتین و کربوکسی متیل سلولز جهت ایجاد پایداری شیر- آب تمشک استفاده کردند و اثر تشدید کنندگی این دو صمغ را مورد ارزیابی قرار دادند. براساس یافته های این مطالعه، تیمارهای حاوی مخلوط پکتین و کربوکسی متیل سلولز در سطح معنی داری پایداری و ویسکوزیته بیشتری نسبت به تیمارهای حاوی کربوکسی متیل سلولز نشان دادند.

محصولات لبنی و به خصوص شیر یکی از مهم ترین مواد غذایی است که به علت ارزش تغذیه ای فراوان مورد مصرف محدوده وسیعی از مصرف کنندگان مواد غذایی می باشد. این حجم زیاد استقبال موجب گردیده است که تولید کنندگان صنایع لبنی تلاش دو چندانی برای ایجاد تنوع در فرمولاسیون محصولات انجام دهند. در این پژوهش سعی بر آن بوده است تا از آب انار که علی رغم ویژگی های منحصر به فرد تغذیه ای به دلیل آمیخته بودن با رسوم کهن ایرانی، قدمت مصرف دیرینه ای در کشور ما دارد استفاده شود و محصول

شد.

برای تعیین درصد دو فازی، نمونه‌ها را در لوله‌های مدرج ریخته و ارتفاع آب شفاف هر ۲ هفته یکبار به صورت چشمی قرائت شد و درصد دو فازی (حجمی/حجمی) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Lucey et al., 1999).

$$(1) \quad \text{درصد دو فازی} = \frac{\text{ارتفاع مایع}}{\text{ارتفاع کل}} \times 100$$

برای تعیین میزان رسوب نمونه‌ها، مقداری از نمونه (حدود ۳۰ گرم) درون لوله سانتریفوژ ریخته شد. نمونه‌ها در دور ۳۰۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه درون دستگاه سانتریفوژ قرار داده شدند. پس از آن سوپر ناتانت خالی و رسوب باقی مانده در ته لوله وزن شد و درصد رسوب (وزنی/وزنی) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$(2) \quad \text{درصد رسوب} = \frac{\text{وزن رسوب}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

میزان کل ترکیبات فنولیکه روش اسپکتروفتومتری و با معرف فولین سیو کالتو انجام و غلظت ترکیبات فنولیک بر حسب میلی گرم تانیک اسید در هر لیتر نوشیدنی گزارش شد (Pala et al., 2011). میزان آنتوسیانین‌ها به روش تغییر pH (AOAC 2005.02) انجام و میزان آن بر حسب میلی گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در هر لیتر نوشیدنی گزارش شد (Durst et al., 2005). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده از مدل سیستم DPPH انجام و بر اساس درصد ممانعت‌کنندگی گزارش شد (Pinelo et al., 2004).

### روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش در طی انبارداری نمونه‌های تولیدی و در قالب طرح کاملاً تصادفی خرد شده در زمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تعداد تکرار برای اندازه‌گیری صفات بین ۲ تا ۳ تکرار متفاوت بود. پس از تجزیه داده‌ها توسط نرم افزار SAS، مقایسه میانگین تیمارها در هفته و مقایسه هفته‌ها در هر تیمار به صورت جداگانه با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

### نتایج و بحث

#### روش سطح پاسخ

طبق نتایج آزمون‌های درصد دو فازی و رسوب، مشاهده شد که

جدول ۱- سه فرمول نوشیدنی شیر- آب انار جهت تولید نهایی\*

فرمول	درصد آب انار	درصد شیر	درصد آب	درصد پکتین
۱	۳۱/۴۸	۲۰/۰۳	۴۸/۴۹	۰/۵
۲	۵۰	۲۰	۳۰	۰/۶۳
۳	۲۱/۶۳	۲۲/۶۲	۵۵/۷۵	۱

\*- میزان آب انار، شیر و آب درصد حجمی/حجمی و میزان پکتین درصد وزنی/حجمی است.

برای هر دو پاسخ درصد رسوب و درصد دو فازی، میزان شیر، میزان پکتین و اثر متقابل شیر- آب انار، شیر- پکتین و آب انار - پکتین اثر معنی داری داشته‌اند ( $P < 0.05$ ) اما میزان آب انار اثر معنی داری نداشته است. با افزایش میزان شیر، درصد رسوب و دو فازی به صورت خطی افزایش یافت، به عبارت دیگر مقدار رسوب و درصد دو فازی نوشیدنی با میزان شیر نسبت مستقیم دارد و با افزایش میزان پکتین، درصد رسوب و دو فازی به صورت خطی کاهش می‌یابد. هم چنین مشاهده شد که میزان شیر کم تر از ۲۷ درصد به همراه غلظت بیش تر پکتین (۱/۵ درصد) بهترین نتیجه را در بر خواهد داشت. با توجه به این نتایج سه فرمول بهینه مطابق جدول ۱ انتخاب شد.

### انبارداری نمونه‌های نوشیدنی

#### pH

نتایج طبق جدول ۲ نشان می‌دهد که در روز پس از تولید همان طور که انتظار می‌رود با افزایش میزان آب انار به دلیل اسیدیته بیش تر، pH نوشیدنی نیز کاهش بیش تری داشته است، به طوری که در بین نوشیدنی‌ها در روز پس از تولید و هم چنین در طول مدت نگه داری محصول، تیمار ۲ کمترین میزان pH را به دلیل داشتن بیش ترین میزان آب انار (۵۰ درصد) و تیمار ۳ (حاوی ۲۱/۶۳ درصد آب انار و ۵۵/۷۵ درصد آب) بیش ترین میزان pH را به دلیل میزان کمتر آب انار و میزان بالای آب، داشته است. میزان pH در طی زمان روند کاهش داشته است که احتمالاً ناشی از افزایش جمعیت میکروبی می‌باشد.

Salvia و همکاران (۲۰۱۱) اثر فرایند حرارتی (۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ ثانیه) روی pH نوشیدنی شیر- آب میوه (مخلوط آب پرتقال، آناناس، انبه و کیوی) را مورد مطالعه قرار دادند. pH نوشیدنی تازه ۳/۳۲ و pH نوشیدنی پس از ۵۶ روز نگه داری در دمای ۴ درجه سانتی گراد ۳/۲۹ اندازه گیری شد.

Sampedro و همکاران (۲۰۰۹) اثر فرایند حرارتی (۸۵ درجه سانتی گراد به مدت ۶۶ ثانیه) روی خصوصیات نوشیدنی شیر- آب پرتقال را مورد مطالعه قرار دادند. نوشیدنی به مدت ۴ هفته در دمای ۱۰-۸ درجه سانتی گراد نگه داری و کاهش اندک pH در هفته آخر نگه داری به دلیل افزایش جمعیت میکروبی مشاهده گردید.

جدول ۲- تغییرات pH و بریکس و ویسکوزیته (سانتی پویز) تیمارهای مختلف نوشیدنی شیر-آب انار در طی انبارداری

LSD	زمان				آزمون تیمار
	روز چهاردهم	روز بیست و هشتم	روز چهل و دوم	روز صفر	
<b>pH</b>					
۰/۰۳۸۹	b <sub>۴</sub> /B	b <sub>۴</sub> /B	a <sub>۴</sub> /B	b <sub>۴</sub> /B	۱
۰/۰۳۷۶	C ۳/۷ b	b <sub>۳</sub> /C	a <sub>۳</sub> /C	b <sub>۳</sub> /C	۲
۰/۰۲۴۴	A <sub>۴</sub> /c	c <sub>۴</sub> /A	a <sub>۴</sub> /A	b <sub>۴</sub> /A	۳
	۰/۰۶۰۵	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۴۶	۰/۰۱۱۷	LSD
<b>بریکس</b>					
۰/۲۱۹۵	a ۱۱/۹۰ B	a ۱۱/۷۰ B	b ۱۱/۴۰ B	b ۱۱/۴۵ B	۱
۰/۵۳۷۷	a ۱۴/۳۵ A	ab ۱۴/۲۰ A	c ۱۳/۶۵ A	bc ۱۳/۷۰ A	۲
۰/۰۹۸۲	a ۱۰/۵۰ C	b ۱۰/۲۰ C	b ۱۰/۲۰ C	b ۱۰/۲۵ C	۳
	۰/۶۹۹۷	۰/۲۵۹۸	۰/۱۲۹۹	۰/۱۸۳۷	LSD
<b>ویسکوزیته</b>					
۰/۱۹۶۳	c ۱۶/۶۵۰ B	c ۱۶/۷۵۰ C	b ۲۰/۳۵۰ C	a ۲۱/۹۵۰ C	۱
۰/۲۱۹۵	d ۱۹/۱۰۰ A	c ۲۴/۰۰۰ B	b ۲۵/۴۵۰ B	a <sub>۳۸</sub> /۳۰۰ B	۲
۰/۳۶۷۳	d ۱۹/۰۵۰ A	c ۲۷/۲۰۰ A	b ۳۶/۵۵۰ A	a ۴۱/۴۰۰ A	۳
	۰/۳۱۸۲	۰/۱۲۹۹	۰/۴۳۰۹	۰/۲۹۰۵	LSD

در هر ردیف و هر ستون، حروف کوچک و حروف بزرگ غیر مشترک به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ هستند. تیمار ۱: ۳۱/۴۸٪ آب انار، ۲۰/۰۳٪ شیر، ۴۸/۴۹٪ آب، ۰/۵٪ پکتین. تیمار ۲: ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین. تیمار ۳: ۲۱/۶۳٪ آب انار، ۲۲/۶۲٪ شیر، ۵۵/۷۵٪ آب، ۱٪ پکتین.

### بریکس

نتایج طبق جدول ۲ نشان می دهد که در بین نمونه ها، نوشیدنی حاوی بیش ترین میزان آب (۵۵/۷۵ درصد، تیمار ۳) در کلیه زمان ها کمترین میزان بریکس و نوشیدنی حاوی آب کم تر (تیمار ۲) بیش ترین میزان بریکس را داشته است.

بریکس تمامی تیمارها در روز چهاردهم نسبت به روز صفر کاهش و پس از آن افزایش یافته است به طوری که میزان بریکس نمونه ها پس از اتمام مدت نگهداری بیش تر از میزان آن در زمان تولید نمونه ها می باشد که با نتایج علی قورچی و همکاران مبنی بر افزایش درجه بریکس آب انار طی نگهداری به مدت ۲۱۰ روز در دماهای ۴، ۲۰ و ۳۷ درجه سانتی گراد مطابقت دارد (Alighourchi *et al.*, 2008).

### میزان ویسکوزیته

طبق جدول ۲، نوشیدنی حاوی ۱٪ پکتین (تیمار ۳) بیشترین میزان ویسکوزیته را داشته است. در کل، میزان ویسکوزیته نمونه ها در طی زمان کاهش یافته است.

### درصد دو فازی

درصد دو فازی در تمامی نمونه ها بلافاصله پس از تولید و در روز صفر، صفر بوده ولی به مرور زمان افزایش یافته است (جدول ۳).

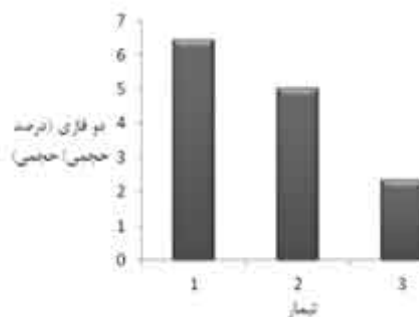
افزایش میزان دو فاز شدن در طی زمان در نوشیدنی حاوی بیش ترین میزان پکتین (۱٪) کمتر بوده است در حالی که افزایش این فاکتور در سایر نوشیدنی های حاوی میزان کم تر پکتین بیش تر بوده است. در بین نوشیدنی ها، نوشیدنی حاوی بیش ترین میزان پکتین (۱٪) در کلیه زمان ها کم ترین میزان دو فاز شدن را داشته است. بنابراین با افزایش میزان پکتین در فرمول نوشیدنی می توان به نوشیدنی پایدارتر دست یافت. افزایش درصد دو فازی در تیمارها یا به عبارت دیگر تجمع بیش تر پروتئین های کازئین و جدانشدن سرم احتمالاً به دلیل کاهش pH با گذشت زمان نگه داری می باشد.

شکل ۱، درصد دو فازی ۳ تیمار در روز چهل و دوم است. همان طور که مشاهده می شود درصد دو فازی در نمونه حاوی یک درصد پکتین پس از گذشت چهل و دو روز از زمان نگه داری کم ترین میزان دو فازی را دارد.

Lucy و همکاران (۱۹۹۹) اثر پکتین در پایدار سازی نوشیدنی شیر اسیدی را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که برای نمونه های حاوی میزان کم پکتین (مثلاً ۰/۱٪) دو فاز شدن یک روز پس از نگه داری به طور قابل توجهی افزایش و پس از ۷ روز به بیش از ۲۰ درصد می رسد در حالی که در نمونه های حاوی غلظت بیش تر از ۰/۳٪ پکتین، بعد از ۷ روز نگه داری دو فاز شدن مشاهده نشد.

### میزان رسوب

طبق جدول ۳ میزان رسوب تیمارهای مختلف نوشیدنی بلافاصله پس از تولید و در طی زمان انبارداری تفاوت معنی داری ندارند. در طی زمان ابتدا میزان رسوب افزایش و در ادامه کاهش یافته است. به طور کلی تغییر میزان رسوب در طی زمان معنی دار نبوده است. شکل ۲، درصد رسوب سه تیمار در روز چهل و دوم است. همان طور که مشاهده می شود میزان رسوب در تیمارهای حاوی میزان بالاتر پکتین پس از اتمام مدت زمان نگه داری محصول کم تر است.



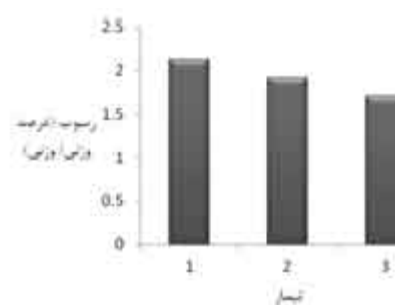
شکل ۱- درصد دو فازی تیمارها در روز چهل و دوم پس از تولید

تیمار ۱: ۳۱/۴۸٪ آب انار، ۲۰/۰۳٪ شیر، ۴۸/۴۹٪ آب، ۰/۵٪ پکتین. تیمار ۲: ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین. تیمار ۳: ۲۱/۶۳٪ آب انار، ۲۲/۶۲٪ شیر، ۵۵/۷۵٪ آب، ۱٪ پکتین.

### میزان کل ترکیبات فنولیک

طبق نتایج جدول ۴ در بین نمونه ها، نوشیدنی حاوی بیش ترین میزان آب انار (۵۰ درصد، تیمار ۲) در روز پس از تولید و مدت انبارداری بیش ترین میزان ترکیبات فنولیک و نوشیدنی حاوی ۲۱/۶۳ درصد آب انار (تیمار ۳) کم ترین میزان را داشته است.

ابتدا با گذشت زمان میزان ترکیبات فنولیک افزایش و در ادامه کاهش یافته است. در تیمار حاوی آب انار بیشتر (تیمار ۲) میزان ترکیبات فنولیک در انتهای زمان نگهداری نسبت به زمان تولید بالاتر می باشد اما در بقیه تیمارها میزان این ترکیبات نسبت به زمان تولید کاهش یافته است. علت بیش تر اندازه گیری کردن ترکیبات فنولیک در نمونه ها احتمالاً به دلیل تولید ترکیباتی است که قادر به واکنش با معرف فولین هستند و باعث بیشتر اندازه گیری شدن این ترکیبات می شوند.



شکل ۲- درصد رسوب تیمارها در روز چهل و دوم پس از تولید

تیمار ۱: ۳۱/۴۸٪ آب انار، ۲۰/۰۳٪ شیر، ۴۸/۴۹٪ آب، ۰/۵٪ پکتین. تیمار ۲: ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین. تیمار ۳: ۲۱/۶۳٪ آب انار، ۲۲/۶۲٪ شیر، ۵۵/۷۵٪ آب، ۱٪ پکتین.

Zegarac و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات در میزان ترکیبات فنولیک در آب میوه های تیره از جمله آب انار در مدت ۲۹ روز نگه داری در دمای ۴ درجه سانتی گراد را مورد بررسی قرار دادند.

جدول ۳- تغییرات درصد دو فازی (حجمی/حجمی) و درصد رسوب (وزنی/وزنی) تیمارهای مختلف نوشیدنی شیر-آب انار در طی انبارداری

آزمون	زمان تیمار				LSD
	روز صفر	روز چهاردهم	روز بیست و هشتم	روز چهل و دوم	
<b>%دوفازی</b>					
۱	d ./. . .	c ۱/۸۹۶ A	b ۳/۸۴۶ A	a ۶/۴۲۲ A	۰/۰۵۳
۲	d ./. . .	c ۱/۷۵۸ A	b ۲/۸۵۱ AB	a ۵/۰۲۵ B	۰/۲۹۲۹
۳	b ./. . .	ab ۱/۴۴۴ A	a ۲/۳۴۱ B	a ۲/۳۴۱ C	۱/۴۵۳۵
LSD	.	۱/۴۰۰۲	۱/۰۰۴۵	۰/۹۴۱۶	
<b>%رسوب</b>					
۱	a ۲/۰۹۷ A	a ۲/۱۸۷ A	a ۲/۳۰۰ A	a ۲/۱۲۷ A	۰/۵۶۶۱
۲	a ۱/۶۳۳ A	a ۱/۸۹۶ A	a ۲/۱۸۷ A	a ۱/۹۱۵ AB	۰/۹۳۰۹
۳	a ۱/۶۸۴ A	a ۱/۹۷۱ A	a ۱/۸۸۴ A	a ۱/۷۰۸ B	۰/۷۶۵۱
LSD	۰/۷۳۹	۱/۱۹۲۵	۱/۰۳۸۳	۰/۲۴۲۳	

در هر ردیف و هر ستون، حروف کوچک و حروف بزرگ غیر مشترک به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ هستند. تیمار ۱: ۳۱/۴۸٪ آب انار، ۲۰/۰۳٪ شیر، ۴۸/۴۹٪ آب، ۰/۵٪ پکتین. تیمار ۲: ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین. تیمار ۳: ۲۱/۶۳٪ آب انار، ۲۲/۶۲٪ شیر، ۵۵/۷۵٪ آب، ۱٪ پکتین.

افزایش داشته در حالی که در تیمار ۳ تا روز بیست و هشتم افزایش و پس از آن کاهش یافته است. در کل تغییر میزان آنتوسیانین ها در طی زمان در تیمارها معنی دار نمی باشد. علت افزایش میزان آنتوسیانین ها احتمالا می تواند به دلیل فعالیت آنزیم های بیوسنتز آنتوسیانین در طی نکه داری محصول باشد.

Alighourchi و همکاران (۲۰۰۸) خصوصیات آنتوسیانین های آب انار ۱۵ واریته ایرانی و تغییرات آن طی نکه داری در ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ روز را مورد مطالعه قرار دادند. در میزان ترکیب سیانیدین ۳- گلوکوزید پس از ۲ روز نکه داری افزایش و پس از آن کاهش مشاهده شد.

Miguel و همکاران (۲۰۰۴) غلظت آنتوسیانین های میوه انار *Assaria* در شرایط مختلف نکه داری در سرما را مورد مطالعه قرار دادند. در نمونه شاهد (بدون هیچ تیماری برای نکه داری) پس از یک ماه نکه داری در دمای ۵ درجه سانتی گراد در میزان آنتوسیانین ها افزایش و پس از آن کاهش مشاهده شد. افزایش آنتوسیانین ها در ماه اول احتمالا به دلیل فعالیت آنزیم های بیوسنتز آنتوسیانین گزارش شد.

در طول مدت نکه داری میزان ترکیبات فنولیک ابتدا افزایش، سپس کاهش و مجدداً افزایش داشته است. میزان ترکیبات فنولیک اندازه گیری شده در انتهای دوره نکه داری بیش از میزان اندازه گیری شده در ابتدای زمان نکه داری گزارش شده است که علت آن را احتمالا به دلیل تولید ترکیباتی که با معرف فولین واکنش داده و باعث شده اند میزان ترکیبات فنولیک بیش تر اندازه گیری شود، گزارش کرده اند.

Zhang و همکاران (۲۰۰۸) اثر فرآیند و نکه داری بر روی میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی در ۴ واریته سیب و آب سیب را مورد مطالعه قرار دادند. طی نکه داری به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد میزان کل ترکیبات فنولیک به میزان ۸٪ افزایش داشته است.

### میزان آنتوسیانین ها

طبق نتایج جدول ۴، در روز صفر، نوشیدنی حاوی بیش ترین میزان آب انار (۵۰ درصد، تیمار ۲) بیش ترین میزان آنتوسیانین را داشته است. در تیمارهای ۱ و ۲ میزان آنتوسیانین ها در طی زمان

جدول ۴- تغییرات میزان ترکیبات فنولیک (میلی گرم تانیک اسید در هر لیتر نوشیدنی)، میزان ترکیبات آنتوسیانین (میلی گرم سیانیدین ۳- گلوکوزید) و ظرفیت آنتی اکسیدانی (درصد ممانعت کنندگی) تیمارهای مختلف نوشیدنی شیر-آب انار در طی انبارداری

LSD	زمان					آزمون
	روز چهاردهم	روز بیست و هشتم	روز چهل و دوم	روز صفر	تیمار	
<b>ترکیبات فنولیک</b>						
۳۹۱/۶۸	۱۵۹۹/۵ <sup>B</sup>	۲۳۶۶/۷ <sup>B</sup>	۳۱۱۲/۹ <sup>B</sup>	۱۸۳۳/۶ <sup>AB</sup>	۱	
۱۵۴۹	۳۳۲۹/۰ <sup>A</sup>	۳۴۱۱/۲ <sup>A</sup>	۳۳۴۲/۰ <sup>A</sup>	۳۰۱۲/۵ <sup>A</sup>	۲	
۱۵۵/۰۹	۷۵۰/۲۱ <sup>C</sup>	۱۳۸۴/۹۲ <sup>C</sup>	۹۰۲/۶۵ <sup>C</sup>	۹۱۷/۴۵ <sup>B</sup>	۳	
	۷۹/۳۳۶	۴۳/۰۸۵	۵۵۱/۶۴	۲۰۴۹/۸	LSD	
<b>ترکیبات آنتوسیانین</b>						
۸/۸۴۸۵	۱۰/۷۷۱ <sup>B</sup>	۸/۰۱ <sup>AB</sup>	۶/۶۳۸ <sup>B</sup>	۲/۴۴۳ <sup>B</sup>	۱	
۰/۶۲۲۳	۱۸/۹۵۷ <sup>A</sup>	۱۸/۰۱۳ <sup>A</sup>	۱۴/۹۷۳ <sup>A</sup>	۱۲/۷۲۳ <sup>A</sup>	۲	
۵/۰۵۹۱	۵/۷۶۱ <sup>C</sup>	۶/۰۱۵ <sup>B</sup>	۴/۲۳۲ <sup>C</sup>	۲/۳۱۹ <sup>C</sup>	۳	
	۱/۴۴۳۵	۱۲/۸۰۸	۴/۰۰۹۷	۰/۶۸۴	LSD	
<b>ظرفیت آنتی اکسیدانی</b>						
۸/۹۳۱۴	۹۱/۶۱۴ <sup>A</sup>	۹۲/۲۰۲ <sup>A</sup>	۸۸/۲۱۳ <sup>A</sup>	۸۷/۵۶۲ <sup>B</sup>	۱	
۲/۳۶۷۷	۹۲/۴۰۹ <sup>A</sup>	۹۳/۹۷۶ <sup>A</sup>	۹۲/۰۴۳ <sup>A</sup>	۹۱/۴۸۳ <sup>A</sup>	۲	
۹/۶۳۲۸	۹۰/۷۰۵ <sup>A</sup>	۹۱/۶۱۴ <sup>A</sup>	۸۷/۹۸۶ <sup>A</sup>	۸۶/۷۹۴ <sup>C</sup>	۳	
	۷/۵۵۸۴	۱۱/۶۸۴	۱۰/۸۸۱	۰/۲۳۶	LSD	

در هر ردیف و هر ستون، حروف کوچک و حروف بزرگ غیر مشترک به ترتیب بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ هستند. تیمار ۱: ۳۱/۴۸٪ آب انار، ۲۰/۰۳٪ شیر، ۴۸/۴۹٪ آب، ۲۰/۵٪ پکتین. تیمار ۲: ۵۰٪ آب انار، ۲۰٪ شیر، ۳۰٪ آب، ۰/۶۳٪ پکتین. تیمار ۳: ۲۱/۶۳٪ آب انار، ۲۲/۶۲٪ شیر، ۵۵/۷۵٪ آب، ۱٪ پکتین.

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج طبق جدول ۴ نشان می‌دهد که در بین نمونه‌ها، نوشیدنی حاوی بیش‌ترین میزان آب انار (۵۰ درصد، تیمار ۲) در کلیه زمان‌ها بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشته است. با گذشت زمان انبارداری محصول ابتدا ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها افزایش و در ادامه کاهش یافته است اما میزان تغییرات معنی‌دار نمی‌باشد. Zegarac و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه‌های تیره از جمله آب انار در مدت ۲۹ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را مورد بررسی قرار دادند. پس از ۲۹ روز نگه‌داری ۶ درصد افزایش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار مشاهده گردید. همان‌طور که اشاره شد میزان شیر کم‌تر از ۲۷ درصد در فرمولاسیون نوشیدنی شیر-آب انار بهترین نتیجه را در بر خواهد

داشت و تولید این نوشیدنی با حداقل میزان رسوب و دو فاز شدن با استفاده از پایدارکننده پکتین امکان‌پذیر می‌باشد. نتایج نشان داد که انبارداری این محصول به مدت ۶ هفته در دمای یخچال بر روی خواص تغذیه‌ای آن اثری ندارد و در میزان ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین‌ها و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی کاهش معنی‌داری مشاهده نشد. برای تولید محصول با ارزش تغذیه‌ای بالاتر، نوشیدنی با میزان آب کم‌تر (آب انار بیش‌تر) بدلیل دارا بودن میزان بیش‌تر ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین‌ها و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پیشنهاد می‌شود، بنابراین تولید نوشیدنی با فرمول ۵۰ درصد آب انار، ۲۰ درصد شیر، ۳۰ درصد آب و ۰/۶۳ درصد پکتین، با در نظر گرفتن حداقل میزان پکتین توصیه می‌شود.

### منابع

- عابدی ولوکلایی، س. ف.، محمدی ثانی، ع.، کاراژیان، ح. و عطای صالحی، الف.، ۱۳۹۰، ارزیابی ویژگی همیاری بین پکتین و کربوکسی متیل سلولز در نوشیدنی شیر-آب تمشک، علوم و فناوری غذایی، ۱، ۱۰-۱.
- Alighourchi, H., Barzegar, M. & Abbasi, S., 2008, Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. *European Food Research and Technology*, 227, 881-887.
- Barba, F. J., Cortes, C., Esteve, M. J. & Frigola, A., 2012, Study of antioxidant capacity and quality parameters in an orange juice-milk beverage after high-pressure processing treatment. *Food Bioprocess Technology*, 5, 2222-2232.
- Cucheval, A., Al-Ghobashy, M. A., Hemar, Y., Otter, D. & Williams, M. A. K., 2009, Direct measurements of interfacial interactions between pectin and  $\kappa$ -casein and implications for the stabilisation of calcium-free casein micelle mimics. *Journal of Colloid and Interface Science*, 338, 450-462.
- Durst, R. W. & Wrolstad, R. E., 2005, Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269-1278.
- Janhojo, T., Frost, M. B. & Ipsen, R., 2008, Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. *Food Hydrocolloids*, 22, 798-806.
- Lukey, J. A., Tamehana, M., Singh, H. & Munro, P. A., 1999, Stability of model acid milk beverage: effect of pectin concentration, storage temperature and milk heat treatment. *Journal of Texture Studies*, 30, 305-318.
- Marozziene, A. & De Kruif, C. G., 2000, Interaction of pectin and casein micelles. *Food Hydrocolloids*, 14, 391-394.
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. & Martins, D., 2004, Anthocyanin concentration of "Assaria" pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 338-42.
- Pala, C. U. & Toklucu, A. K., 2011, Effect of UV-C light on anthocyanin content and other quality parameters of pomegranate juice. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 790-795.
- Pereyra, R., Schmidt, K. A. & Wicker, L., 1997, Interaction and stabilization of acidified casein dispersions with low and high methoxyl pectins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(9), 3448-3451.
- Piljac-Zegarac, J., Valek, L., Martinez, S. & Belscak, A., 2009, Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chemistry*, 113, 394-400.
- Pinelo, M., Rubilar, M., Sineiro, J. & Nunez, M. J., 2004, Extraction of antioxidant phenolics from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pine sawdust (*Pinus pinaster*). *Food Chemistry*, 85, 267-273.
- Salvia-Trujillo, L., Pena, M. M. L., Rojas-Grau, M. A. & Martín-Belloso, O., 2011, Microbial and enzymatic stability of fruit juice-milk beverages treated by high intensity pulsed electric fields or heat during refrigerated storage. *Food Control*, 22, 1639-1646.
- Sampedro, F., Geveke, D. J., Fan, X., Rodrigo, D. & Zhang, Q. H., 2009, Shelf-life study of an orange juice-milk based beverage after PEF and thermal processing. *Journal of Food Science*, 74(2), 107-112.
- Sampedro, F., Geveke, D. J., Fan, X. & Zhang, H. Q., 2009, Effect of PEF, HHP and thermal treatment on PME inactivation and volatile compounds concentration of an orange juice-milk based beverage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 463-469.

Sampedro, F., Rodrigo, D. & Hendrickx, M., 2008, Inactivation kinetics of pectin methyl esterase under combined thermal-high pressure treatment in an orange juice-milk beverage. *Journal of Food Engineering*, 86, 133-139.

Sampedro, F., Rivas, A., Rodrigo, D., Martinez, A. & Rodrigo, M., 2007, Pulsed electric fields inactivation of *Lactobacillus plantarum* in an orange juice-milk based beverage: Effect of process parameters. *Journal of Food Engineering*, 80, 931-938.

Zhang, G., Ji, B., Li, B., Tian, F., Chen, G., Ji, F., Zhang, H. & Zhao, L., 2008, Effects of processing and storage condition on phenolic concentration and antioxidant activities of apple and apple juices. *Journal of Food Science and Technology*, 45, 339-343.

Zulueta, A., Esteve, M. J. & Frigola, A., 2007, Carotenoids and color of fruit juice and milk beverage mixtures *Journal of Food Science*, 72(9), 457-463.