

## بررسی اثر مواد شیمیایی در شفاف سازی آب انار

حسین عزیزطائمه\*<sup>+</sup>، اخترالملوک کاظمی، جلیل رضوی

تهران، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، صندوق پستی ۱۱۳۶۵-۸۱۳۹

**چکیده:** در این تحقیق، اثر مواد متفاوت شفاف ساز روی کیفیت آب انار مطالعه شد. آب انار از نظر اجزاء و ترکیبها تجزیه شد و ترکیبهای اثرگذار در فرایند شفاف سازی و عاملهای موثر در کدورت های ثانویه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آنزیم پکتیناز برای حذف پکتین به کار گرفته شد. همچنین مقدار، دمای بهینه و زمان اثر مناسب آن به ترتیب ۱۱۰، ۵۰ درجه سانتی گراد و ۶۰ دقیقه تعیین شد. مقدار مصرف بهینه عاملهای شفاف ساز ژلاتین، سلیکاسل ۱۵ درصد و بنتونیت به ترتیب ۷۰ g/ton، ۳۵۰ ml/ton و ۲۵۰ g/ton تعیین شد و مزیت های مصرف هر کدام در آب انار مورد ارزیابی قرار گرفت. دمای پایین (۲۰ درجه سانتی گراد) برای شفاف سازی، نتیجه های بهتری را نشان داد. در این تحقیق برای نخستین بار PVPP (پلی وینیل پلی پرولیدون) برای رفع کدورت های ثانویه و ایجاد آب میوه ای با شفافیت پایدار به کار گرفته شد و مقدار بهینه مصرف آن در آب انار ۸۰g/۱۰۰ lit تعیین شد.

**واژه های کلیدی:** آب انار، کدورت، شفاف سازی، پایدار سازی، کدورت ثانویه.

**KEY WORDS:** Pomegranate juice, Turbidity, Clarification, Stabilization, Secondary haze.

### مقدمه

تحقیقات انجام شده نشان می دهد که آنتوسیانین های آب انار در مقابل حرارت به نسبت مقاوم هستند و میزان کاهش رنگ پس از ۹۰ دقیقه در ۹۲ درجه سانتی گراد فقط ۱۹ درصد است [۳].

طبق آزمایش هایی که روی انارهای مناطق مرکزی آسیا صورت گرفته، انار شامل ۰/۲۲ - ۱/۰۵ درصد انواع پلی فنل هاست که شامل آنتوسیانین ها و اسیدهای فنلیک است، همچنین کاتچین<sup>(۳)</sup> و لئوکوآنتوسیانین<sup>(۴)</sup> نیز وجود دارند [۴]. برخی از انواع انار با محتوی رنگ بالا شامل ۷۶۵ mg / ۱۰۰g juice - ۶۰۰ آنتوسیانین هستند. مقدار کل پلی فنل های آب انار اگر همراه با پوست آب گرفته شود تا ۳۹۰۰ mg/l نیز می باشد و در صورت جدا کردن دانه ها و آب گیری تا ۲۰۰۰-۱۲۵۰ mg/l است. تلخی و طعم گس<sup>(۵)</sup> آب انار بیشتر

انار<sup>(۱)</sup> میوه ای ویژه مناطق گرمسیری است و بیشتر گیاه شناسان موطن اولیه آن را قفقاز، سواحل دریای خزر و بلندی های زاگرس می دانند. انار منبع غنی از آنتوسیانین هاست [۱]. آنتوسیانین های موجود در آب انار<sup>(۲)</sup> عبارتند از: سیانیدین - ۳ - گلوکوزید، دلفینیدین - ۳ - گلوکوزید، سیانیدین - ۵،۳ - دی گلوکوزید، دلفینیدین - ۵،۳ - دی گلوکوزید، پلارگونیدین - ۳ - گلوکوزید و پلارگونیدین - ۵،۳ - دی گلوکوزید که به وسیله ی دستگاه کروماتوگرافی با گاز به طور کیفی شناخته شده و به وسیله ی دستگاه HPLC تعیین مقدار می شوند [۲]. رنگ آب انار به طور مستقیم به وسیله ی تغییر در غلظت آنتوسیانین ها تغییر می کند. برای مثال، آب اناری که در آن دلفینیدین جزء اصلی است، رنگ بنفش را نمایان می کند در حالی که آب انار با پیگمنت اصلی پلارگونیدین رنگ قرمز مایل به زرد را نشان می دهد.

\*عهده دار مکاتبات

+E-mail: aziztaemeh@yahoo.com

(۱) Pomegranate, punicegranatum, puniceaceae

(۴) Leucomanthocyanidin

(۲) Pomegranate juice

(۵) Astringency

(۳) Catechin

بنتونیت از گروه مونتوریلونیت است و دارای ویژگی جذب سطحی است و به‌ویژه روی پروتئین تاثیر می‌گذارد در نتیجه از ایجاد کدورت ثانویه جلوگیری می‌کند. افزون بر این، باعث جذب مواد فنلی هم می‌شود. PVPP پلیمر، وینیل پرولیدون بوده و ماده‌ای سنتزی است که در آب و اسید نامحلول است. به‌وسیله پیوند هیدروژنی برای مواد فنلی دارای ویژگی جذب سطحی خاصی می‌باشد، به‌ویژه در جداسازی ترکیب‌های پلی‌فنلی کندانسه در آب میوه و ایجاد شفافیت پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲ و ۱۳]. مطالعه‌ها و پژوهش‌های فراوانی در زمینه شفاف سازی آب میوه‌های متفاوت صورت پذیرفته است، ولی با این وجود به علت تعلق انار به مناطق آسیایی و نیز کاربرد فراوان این فراورده در تهیه رب‌ها و سس‌ها و عدم نیاز این فراورده‌ها به شفاف سازی، تحقیقات ناچیزی در این زمینه انجام شده است. هدف از مطالعه‌ی حاضر، افزون بر شناخت تجزیه کاملی از آب انار، ارایه روشی برای تعیین مقدارهای مناسب شفاف سازها برای رسیدن به آب انار پایدار و مناسب برای مرحله تولید کنسانتره است. به طوری که استفاده از شفاف کننده‌ها به گونه ای کنترل شود که افزون بر حصول شفافیت مناسب، خود عامل کدورت نشود. نکته بارز در این تحقیق، انجام هم‌زمان تجزیه شیمیایی کامل و آزمایش‌های شفاف‌سازی و استفاده موفق از PVPP برای حذف کدورت‌های ثانویه<sup>(۴)</sup> و پایدار سازی<sup>(۷)</sup> فراورده است که می‌تواند راه‌گشای تحقیقات بعدی شود.

### مواد و روش‌ها

انار تازه از نوع دانه قرمز ساوه تهیه شد و دانه های جدا شده، به طوری که هسته ها لطمه نینند، با دستگاه آب‌گیر دستی ساخت ایران آب‌گیری شدند. آب انار از پارچه و کاغذ صافی عبور داده شد (سیستم پمپ خلا برای صاف کردن محلول ساخت EDWARDS HIGH VACUM LIMITED E5۱۵۰TA (انگلیس) و به وسیله‌ی سانتریفوژ (Heraeus ۱۱ KS ساخت آلمان) با ۳۰۰۰ دور بر دقیقه برای جداسازی ذره‌های معلق تحت قرار گرفت و برای آزمایش‌های بعدی به‌کار رفت. ژلاتین، از شرکت MERCK، سلیکاسل از شرکت FULK، بنتونیت و PVPP از شرکت BASF تهیه شدند.

مربوط به پروآنتوسیانین‌ها است. واضح است که مقدار زیادی پروآنتوسیانین<sup>(۱)</sup> از پوست به آب‌میوه در طی فرایند آب‌گیری منتقل می‌شود که عامل ایجاد کدورت<sup>(۲)</sup> و رسوب در آب‌میوه شفاف‌شده نیز است [۵]. شفاف‌سازی<sup>(۳)</sup> برای جلوگیری از تشکیل حالت کدوری در طول ذخیره‌سازی لازم و ضروری می‌باشد، همچنین طعم و مزه‌ی فراورده به وسیله‌ی شفاف‌سازی مناسب بهبود می‌یابد. در طی پرس کردن، تانن<sup>(۴)</sup>، به آب‌میوه منتقل می‌شود که هدف اصلی از شفاف‌سازی کاهش مقدار تانن و کاهش طعم گسی فراورده است. برای شفاف سازی، ژلاتین، کیزل سل (سلیکاسل)، بنتونیت، کربن فعال، خاک(کلی) و غیره به عنوان عامل‌های لخته‌ساز و جاذب استفاده می‌شوند. اگر محلول شفاف‌ساز به آب‌میوه افزوده شود یک رسوب لخته‌ای سنگین تشکیل می‌شود. زمانی که این لخته ته‌نشین می‌شود، باعث رسوب ذره‌های معلق آب میوه نیز می‌شود و آب میوه‌ای شفاف باقی می‌ماند.

دلیل فعالیت رسوبی، تفاوت بار بین مواد کلوییدی و عامل‌های لخته‌ساز است [۶]. همچنین استفاده از آنزیم پکتیناز برای شفاف‌سازی و حذف پکتین با وجود مقدار کم پکتین در آب انار ضروری به‌نظر می‌رسد [۷]. عامل‌های ایجاد کدورت ثانویه متفاوت با عامل‌های ایجادکننده‌ی کدورت‌های طبیعی آب میوه‌اند. مواد کمپلکسی و کندانسه که در نتیجه‌ی واکنش متقابل مواد (پروتئین- مواد فنلی، پکتین - مواد فنلی، یون فلز - مواد فنلی) ایجاد می‌شوند عامل ایجاد این کدورت‌های ثانویه هستند [۸ و ۹]. بنابراین، ترکیب‌های فنلی به‌دلیل ویژگی کندانسه‌شدن و پلیمریزه شدن در اثر مرور زمان، باید مورد توجه قرارگیرند. حذف تمامی این مواد فنلی نیز در طی فرایند شفاف‌سازی مطلوب نیست، زیرا طعم ویژه‌ی آب‌انار و رنگ قرمز آن نیز وابسته به این مواد فنلی است. لذا کاهش میزان این مواد نیز باید تا حد معینی صورت پذیرد [۱۰ و ۱۱].

ژلاتین پروتئینی از نوع کلاژن می‌باشد و در pH آب میوه دارای بار مثبت است ولی مواد فنلی در pH آب میوه دارای بار منفی اند و به همین دلیل ژلاتین، سبب تشکیل لخته با این مواد می‌شود. کیزل سل<sup>(۵)</sup> در آب میوه ایجاد بار منفی می‌کند و افزون بر این که سبب رسوب ترکیب‌های دارای بار مثبت مثل پروتئین می‌شود، اثر جذب سطحی ضعیفی هم روی مواد فنلی دارد.

(۱) Proanthocyanin

(۲) Turbidity

(۳) Clarification

(۴) Tannin

(۵) Kieselsol

(۶) Secondary haze

(۷) Stabilization

جدول ۱- نتیجه‌های تجزیه آب انار.

۱,۰۷۳۲	چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )
۱۶,۰۵۵	درصد ماده خشک
۰,۴۰۶	درصد خاکستر
۱,۲۵۳	اسیدیته برحسب سیتریک اسید (g/۱۰۰cc)
۳,۳۳	pH
۱۵,۵	مواد جامد محلول (°BX)
۰,۱۳۳۳	مقدار تانن (g/۱۰۰cc)
۲۱,۱۶	مقدار کل آنتوسیانین (mg/lit)
۰,۱۰۵۹	مقدار پکتین (g/۱۰۰cc)
۰,۳	مقدار آهن (mg/۱۰۰cc)
۰,۱۰۳	پروتئین (g/۱۰۰cc)

مرحله‌های شفاف‌سازی، تانن، پکتین، آهن، درصد عبور، pH و درصد ماده خشک نمونه‌های شفاف‌شده اندازه‌گیری شد.

### نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های تجزیه آب انار با روش‌های ذکر شده در جدول ۱ آورده شده است. مقدارهای پکتین، تانن، آهن و پروتئین به نسبت کم هستند ولی به ویژه با توجه به برهم‌کنش این مواد، در صورت تعدیل نشدن باعث بروز مشکلات کدورت‌های ثانویه می‌شوند. این مواد تشکیل کدورت‌ها را در سطوح متفاوتی تشدید می‌کنند. به‌عنوان نمونه، پروتئین و آهن با تانن کدورت‌های پس از بسته بندی و در طول نگهداری را موجب می‌شوند و مواد جامد معلق و پکتین نیز کدورت‌های نخستین را منجر می‌شوند. تجزیه بالا مقدار آنتوسیانین‌های این آب انار را در سطح بالاتری از موردهای مشابه [۱۴ و ۱۵] نشان می‌دهد، در حالی که مقدار پکتین به نسبت کم است و این موضوع اهمیت پایداری را با توجه به کندانسه شدن پلی فنل‌ها در طی زمان انبارداری به خوبی بیان می‌کند.

آزمایش‌های مربوط به حذف پکتین، توسط آنزیم پکتیناز در دمای حداکثر فعالیت این آنزیم (۵۰ درجه سانتی‌گراد) انجام و نتیجه‌های آزمایش استاندارد الکل حاصل از این آزمایش‌ها در جدول ۲ رسم شده است. نتیجه‌ها به وسیله آزمون استاندارد کلسیم پکتات تایید شد. در این جدول غلظت آنزیم بر حسب ppm در مقابل زمان اثر آن بر حسب دقیقه بیان شده است.

در ادامه تجزیه کاملی از آب انار، به وسیله روش‌های زیر حاصل شد [۱۴ و ۱۵]:

- چگالی به وسیله پیکنومتر  
- درصد ماده خشک با استفاده از کوره دما ثابت (Heraeus ساخت آلمان)  
- درصد خاکستر به وسیله کوره (ساخت ایران)  
- اسیدیته (برحسب اسید سیتریک) آب انار با روش تیترومتری  
- pH به وسیله دستگاه pH متر (Metrohm, F350-B سوئیس)  
- درجه بریکس با دستگاه رفاکتومتر (rma TOKYO-17093)  
- مقدار تانن با روش AOAC سال ۱۹۸۴ به شماره ۳۰/۵۱۹  
- مقدار کل آنتوسیانین‌ها با روش Fuleki & Fransis  
- مقدار پکتین با روش وزنی بر حسب کلسیم پکتینات  
- مقدار آهن با اسپکتروفوتومتری با استاندارد آمونیم سولفات آهن سه (Spectronic ۲۱D آمریکایی)  
- مقدار پروتئین با روش کج‌جدال (ماکروکج‌جدال Gerhardt آلمان)

آزمایش‌های شفاف‌سازی در شرایط گرم با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط سرد با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. آزمایش‌های تعیین مقدار بهینه‌ی آنزیم پکتیناز (از شرکت Rohm) در دمای ماکسیمم فعالیت این آنزیم (۵۰ درجه سانتی‌گراد) که جداگانه به دست آمد به وسیله آزمایش الکل و کلسیم پکتات بررسی شد [۷].

با توجه به مطالعه‌های انجام شده [۱۶] بهترین ترتیب اضافه کردن شفاف‌کننده‌ها پس از آنزیم، ژلاتین - بنتونیت - سلیکاسل است. تعیین مقدار هریک از شفاف‌کننده‌ها پس از افزودن مقدار تعیین شده از شفاف‌کننده‌ی قبلی انجام و زمان تاثیر هر یک از این سه شفاف‌کننده ۱۵ دقیقه اعمال شد.

مقدار بهینه ژلاتین به وسیله آزمایش‌های ژلاتین و سلیکاسل تعیین شد. مقدار سلیکاسل با آزمایش استاندارد پایداری که عبارت است از تغییرهای دمای ناگهانی روی نمونه و بررسی کدورت‌های احتمالی، تعیین شد [۱۱]. برای تعیین مقدار PVPP افزون بر اندازه‌گیری‌های اسپکتروفوتومتری و رنگ و شفافیت مناسب، برای مطالعه پایداری، نمونه‌هایی با مقدارهای بهینه تعیین شده تهیه و غلظت‌های مختلف PVPP به آنها اضافه شد. نمونه‌های آماده شده بسته‌بندی (دوی پک ۳ لایه) و پس از ۴ ماه نمونه‌ی با پایداری شفافیت مناسب تعیین شد. در همه‌ی موردها پس از اتمام

جدول ۲- نتیجه‌های اثر آنزیم پکتیناز روی نمونه.

۹۰(min)	+	-	-	-	-	-	-
۷۵(min)	+	+	-	-	-	-	-
۶۰(min)	+	+	+	-	-	-	-
۴۵(min)	+	+	+	+	-	-	-
۳۰(min)	+	+	+	+	+	+	-
۱۵(min)	+	+	+	+	+	+	+
	۸۰(ppm)	۹۰(ppm)	۱۰۰(ppm)	۱۱۰(ppm)	۱۲۰(ppm)	۱۳۰(ppm)	۱۴۰(ppm)

جدول ۳- نتیجه‌های آزمایش ژلاتین و سلیکاسل برای تعیین مقدار بهینه ژلاتین.

۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	ژلاتین (گرم بر تن)
-	-	-	-	-	-	+	+	آزمایش سلیکاسل
+	+	+	+	+	-	-	-	آزمایش ژلاتین

آزمایش‌های ژلاتین و سلیکاسل هر دو منفی است و این غلظت مقدار بهینه ژلاتین مصرفی را نشان می‌دهد.

شفاف سازی با ژلاتین، نخستین مرحله‌ی شفاف سازی با مواد شفاف ساز توصیه می‌شود زیرا در صورتی که مقدارهای اضافی از این ماده مصرف شود، آنگاه کیزل سل (سلیکاسل) که به عنوان مرحله‌ی بعدی به کار می‌رود باعث افزودن مقدارهای اضافی ژلاتین می‌شود. همچنین مقدارهای باقی مانده ژلاتین که به عنوان پروتئین، امکان فعال شدن کدورتی<sup>(۱)</sup> را دارد به وسیله‌ی استفاده از بنتونیت حذف می‌شود.

آزمایش‌های تعیین مقدار بنتونیت و سلیکاسل با آزمایش استاندارد پایداری و درصد عبور محلول شفاف شده انجام شد و غلظت ۲۵۰ g/ton از بنتونیت و همچنین مقدار ۳۵۰ ml از سلیکاسل ۱۵ درصد بازی هر تن، نتیجه‌ی مطلوب را حاصل کرد. برای ارزیابی مقدار بهینه‌ی این مواد از اندازه‌گیری مقدار تانن و پروتئین نیز استفاده شد، که مقدارهای آن‌ها برای این غلظت‌ها در نقطه‌ی مناسبی قرار گرفته بود.

برای ارزیابی نهایی مقدار پلی وینیل پلی پیرولیدون، پس از ۴ ماه نمونه‌های بسته‌بندی شده آب انار فراوری شده با مقدارهای متفاوت PVPP آزمایش و ملاحظه شد که در نمونه‌هایی که با غلظت PVPP بیش از مقدار ۸۰ g/۱۰۰ lit فراوری شده‌اند، هیچ‌گونه کدورتی مشاهده نمی‌شود و به طور کامل شفاف هستند، ولی مقدارهای بیشتر، از این مقدار باعث کاهش رنگ آب انار شده بود.

اهمیت تعیین مقدار دقیق آنزیم پکتیناز از آن جهت مورد توجه است که مصرف مقدارهای اضافه این آنزیم، خود باعث ایجاد کدورت در آب میوه می‌شود و مصرف مقدارهای کم آن نیز به علت عدم حذف کدورتی پکتینی، مرحله‌های بعدی شفاف سازی را از این جهت که داوری اولیه ما بر اساس رنگ سنجی است با مشکل جدی مواجه می‌کند. این جدول مقدار مصرف آنزیم را بر اساس زمان عملکرد بیان می‌کند و از جایگاه ویژه برخوردار است.

همان‌طور که از این نمودار مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت آنزیم، زمان مورد نیاز برای تاثیر آن کاهش می‌یابد. خط موربی که روی نمودار رسم شده است حد مطلوب را نشان می‌دهد. برای مثال برای تاثیر مؤثر آنزیم در زمان ۱ ساعت (زمان استاندارد) غلظت ۱۱۰ ppm از این آنزیم به کار می‌رود. در این جدول علامت مثبت نشان دهنده عدم حذف پکتین (نتیجه آزمایش استاندارد الکل و کلسیم پکتات مثبت، یعنی در این آزمایش‌ها وجود پکتین احراز شده است) و علامت منفی نشان دهنده حذف کامل پکتین (نتیجه‌ی آزمایش‌ها منفی) است.

نتیجه‌های آزمایش‌های سلیکاسل و بنتونیت برای تعیین مقدار بهینه ژلاتین در جدول ۳ نشان داده شده است. علامت مثبت در این جدول، نشان دهنده ایجاد رسوب پس از انجام آزمایش است که در مورد آزمایش سلیکاسل نشان دهنده‌ی مقدار اضافه ژلاتین و در مورد آزمایش ژلاتین نشان دهنده مقدار کم ژلاتین است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد در غلظت ۷۰ g/ton نتیجه

(1) Haze active

جدول ۴- تجزیه‌ی نمونه‌ی نهایی شفاف‌شده.

درصد ماده‌ی خشک	pH	درصد عبور	آهن	پکتین	تانن	پروتئین
۱۵/۰۱	۳/۴	۵۲ درصد	mg/۱۰۰۰/۲۴	Trace	Trace	Trace

جدول ۵- مقدارهای تعیین‌شده‌ی نهایی شفاف‌کننده‌ها.

آنزیم	ژلاتین	سلیکاسل ۱۵ درصد	بنتونیت	PVPP
۱۱۰ ppm	۷۰ g/ton	۳۵۰ ml/ton	۲۵۰ g/ton	۸۰ g/۱۰۰ lit

### نتیجه‌گیری نهایی

آزمایش‌های شفاف‌سازی به وسیله‌ی ژلاتین، بنتونیت، سلیکاسل و PVPP در دو شرایط گرم و سرد انجام شد و تفاوت محسوسی بین مقدارهای بهینه‌ی مورد نیاز در این دو شرایط مشاهده نشد. اما شفاف‌سازی در شرایط دمایی سرد، پایداری با ثبات‌تری را نشان می‌دهد که علت آن تشکیل بهتر لخته‌ها و کم‌تر بودن حلالیت ژلاتین در آب میوه در این شرایط است. بهترین ترکیب مواد شفاف‌کننده برای شفاف‌سازی آب‌انار، ترکیب ژلاتین - بنتونیت - سلیکاسل و با همین ترتیب تشخیص داده شد. رعایت نکردن ترتیب استفاده از شفاف‌سازها و عدم تعیین دقیق مقدار این شفاف‌سازها به علت عدم حذف خود ماده شفاف‌ساز و عدم کارکرد مناسب ماده شفاف ساز نتیجه مناسب را حاصل نمی‌کند. با کاربرد مرحله‌ی پایدارسازی به‌وسیله PVPP آب‌اناری با پایداری ثابت حاصل شد که باعث رفع کدورت‌های ثانویه شده و با حذف برای نخستین بار PVPP برای ممانعت از تشکیل کدورت‌های ثانویه در آب انار و ایجاد پایداری در شفافیت این آب میوه استفاده شد. پایدارسازی به وسیله‌ی PVPP با حذف پلی فنل‌های فعال کدورتی صورت می‌پذیرد به طوری که مکان‌های فعال کدورتی پلی فنل‌ها به وسیله‌ی نقاط پیوندی PVPP جذب شده و باعث حذف پلی فنل‌های فعال کدورتی می‌شود. تعیین مقدار بهینه‌ی PVPP به وسیله‌ی آزمایش استاندارد پایداری همان‌طور که در این پژوهش بررسی شد، به خوبی پیش‌بینی می‌شود و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا افزودن بیش از حد این ماده سبب کاهش رنگ و طعم آب انار می‌شود.

ملاحظه‌ها پس از باز کردن بسته بندی‌ها نشان داد غلظت مناسب PVPP به وسیله آزمایش استاندارد پایداری به‌طور قابل قبولی پیش‌بینی می‌شود. سایر نمونه‌ها از شفافیت به نسبت مناسبی برخوردار بودند لیکن حالت کدورتی اندکی در آنها قابل رؤیت بود و در صورت ماندگاری بیشتر، امکان توسعه‌ی آن دور از انتظار نیست. این امر در نگهداری کنسانتره‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا غلظت بالای کنسانتره و به دنبال آن، افزایش نسبت عامل‌های کدورت‌زا، در طول زمان نگهداری استعداد زیادی برای ایجاد کدورت فراهم می‌نماید و نیاز به شفاف‌سازی با PVPP را چندین برابر می‌کند.

همه آزمایش‌های شفاف‌سازی، به‌طور جداگانه در دماهای سرد (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و دمای گرم (۴۰ درجه سانتی‌گراد) انجام شد و نتیجه‌های آرایه شده در این مقاله مربوط به شرایط سرد است. اگر با دید کلی به نمونه‌های شفاف شده در شرایط گرم و سرد نگاه کنیم باید اذعان داشت که با اینکه تغییر محسوسی در غلظت‌های مصرفی برای شفاف کردن نیست، لیکن شفافیت نمونه‌های شفاف شده در شرایط سرد پایدارتر می‌باشند و دلیل آن را می‌توان حلالیت بیشتر ژلاتین در دمای بالاتر دانست.

تجزیه نمونه‌ی نهایی شفاف شده، حذف تانن و پکتین و پروتئین طی مرحله‌های شفاف‌سازی را نشان می‌دهد. جدول ۴ افزایش جزئی pH نمونه را به دلیل ویژگی قلیایی بنتونیت، افزایش درصد عبور نور از ۴۵ درصد به ۵۲ درصد را به دلیل کاهش چگالی رنگ و حذف کدورت و نیز کاهش مقدار آهن را به دلیل جذب و رسوب بیان می‌کند. جدول ۵ نیز مقدارهای بهینه مصرف شفاف‌سازها برای حصول آب انار شفاف و پایدار را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

تاریخ دریافت: ۱۴/۵/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۵/۶/۱۳

## مراجع

- [1] Du, C.T., Wang, P.L. and Francis, F.J., Anthocyanins of Pomegranate, *J. of Food Science*, **40**, 417 (1975).
- [2] Fuleki, T. and Francis, F.J., Quantitative Methods for Anthocyanins.1.Extraction and Determination of Total Anthocyanin in Cranberries, *J. of Food Science*, **33**, 72 (1968).
- [3] Sonia de Pascual-Teresa, Celestino Santos-Buelga, and Julian C. Rivas-Gonzalo, Quantitative Analysis of Flavan-3-Ols in Spanish Foodstuffs and Beverages, *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 5331 (2000).
- [4] Artik, N., Urakami, H., Mori, T., Determination of Phenolic Compounds in Pomegranate Juice by Using HPLC, *Fruit Processing*, **12**, 492 (1998).
- [5] Gil, M.I., Garcia-Viguera, C., Artes, F., Tomas-Barberan, F. A., Changes in Pomegranate Juice Pigmentation During Ripening, *J. Sci. Food Agric.*, **68**, 77 (1995).
- [6] Palermi, Method of Manufacturing a Juice Concentrate, US Patent No. 519428 (1993).
- [7] Kashyap, D.R., Vohra, P.K., Chopra, S., Tewari, R., Application of Pectinases in the Commercial Sector: A Review, *Bioresource Technology*, **77**, 215 (2001).
- [8] Siebert, K. J., Lynn, P. Y., Haze-Active Protein and Polyphenols in Apple Juice Assessed by Turbidimetry, **62** (1), 79 (1997).
- [9] Mcmurrough, I., Madigan, D., Kelly, R., Orouke, T., Haze Formation Shelf-Life Prediction for Lager Beer, *Food Technology*, **53** (1), 58 (1999).
- [10] Siebert, K. J., Lynn, P. Y., Comparison of Polyphenol Interactions with Polyvinyl-pyrrolidone and Haze-Active Protein, *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, **56** (1), 24 (1998).
- [11] Siebert, K. J., Protein-Polyphenol Haze in Beverages, *Food Technology*, **53** (1), 54 (1999).
- [12] Gil, M.I., F. Tomas-Barberan, A., Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and its Relationship with Phenolic Composition and Processing, *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 4581 (2000).
- [13] Johnson, G., Donnelly, B. J., Johnson, D. K., The Chemical Nature and Precursors of Clarified Apple Juice Sediment, *Journal of Food Science*, **33**, 254 (1968).
- [14] EI-Nemr, S.E., Ismail, I.A. and Ragab, M., The Chemical Composition of the Juice and Seeds of Pomegranate Fruits, *Fruit Processing*, **211**, 162 (1992).
- [15] Velioglu, S., Unal, C., Cemeroglu, B., Chemical Characterization of Pomegranate Juice, *Fruit Processing*, **8**, 307 (1997).
- [16] Bayindirli, L., Sahin, S., Artik, N., The Effect of Clarification Methods on Pomegranate Juice Quality, *Fruit Processing*, **9**, 267 (1998).