



## تأثیر تیمارهای مختلف شفاف‌سازی با روش کلاسیک بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی آب انار

\* صمد بدبدک<sup>۱</sup>، مهدی کاشانی‌نژاد<sup>۲</sup>، جواد حصاری<sup>۳</sup> و سیدمحمدعلی رضوی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، <sup>۴</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد  
تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۸

### چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر تیمارهای مختلف با مواد کمک صافی بر کیفیت آب انار بود. انار مورد استفاده در این پژوهش از واریته ملس بود. تیمارهای مختلف در شرایط شفاف‌سازی سرد مورد مطالعه شامل: آنزیم پکتولیتیک، آنزیم پکتولیتیک- ژلاتین- بنتونیت، آنزیم پکتولیتیک- ژلاتین- سیلیکاسل، آنزیم پکتولیتیک- ژلاتین- بنتونیت- سیلیکاسل، ژلاتین- بنتونیت- سیلیکاسل بودند. تیمار آنزیم پکتولیتیک- ژلاتین- بنتونیت- سیلیکاسل بالاترین میزان کاهش را نظر کدورت (۶۵/۳۴ درصد)، مقدار پکتین (۸۳/۳۳ درصد)، چگالی (۰/۷۲ درصد) و ویسکوزیته (۳۳/۹۷ درصد) در مقایسه با آب انار خام داشت ( $P < 0/05$ ). در آب‌میوه حاصل از این تیمار افت از نظر خصوصیات کیفی مهم در صنعت آب‌میوه مانند: pH، اسیدیته، دانسیته و آنتوسیانین کل (۲۰/۸۱ درصد) رخ نداد. در نهایت تیمار آنزیم پکتولیتیک (۱۲۰ ppm) - ژلاتین (۳۰۰ ppm) - بنتونیت (۲۰۰ ppm) - سیلیکاسل (۵۰۰ ppm) به‌عنوان تیمار بهینه برای انجام عملیات شفاف‌سازی آب انار به روش کلاسیک انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: شفاف‌سازی، مواد کمک صافی، آنتوسیانین‌ها، آب انار

\* مسئول مکاتبه: s.bodbodak@gmail.com

## مقدمه

انار از خانواده *Punicaceae* است. جنس *Punica* دارای دو گونه *protopunica* (گونه وحشی) و *granatum* است که گونه *granatum* در کشورهای گرمسیر و نیمه گرمسیری مثل ایران، ترکیه، امریکا و کشورهای خاورمیانه‌ای و مدیترانه‌ای کشت می‌شود (کولکارنی، ۲۰۰۴). سطح زیر کشت انار در ایران در حدود ۶۰ هزار هکتار و میزان محصول تولید شده برابر با ۶۸۰ هزار تن است و ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده انار در سطح جهان است (علی‌گورچی و همکاران، ۲۰۰۸). قسمت خوراکی میوه<sup>۱</sup> انار شامل ۵۲ درصد وزن کل میوه می‌باشد. این قسمت خود از ۷۸ درصد آب‌میوه و ۲۲ درصد هسته تشکیل شده است. آب‌میوه تازه حاوی ۸۵/۴ درصد آب، مقدار قابل توجهی مواد جامد کل نظیر قندها، آنتوسیانین‌ها، فنل‌ها، اسید اسکوربیک و پروتئین‌ها می‌باشد (ایلنیمر، ۱۹۹۰).

در صنعت آب‌میوه شفاف‌سازی یک عملیات واحد است که شامل حذف رنگ نامطلوب، کدورت، تلخی، گسی، عطر و طعم نامطلوب می‌باشد (پیروزی‌فرد، ۲۰۰۰). ترکیبات پکتینی، نشاسته، آرابان، پروتئین‌ها، ترکیبات پلی‌فنلی، یون‌های فلزی و سلولز عامل کدورت طبیعی در آب‌میوه هستند. شفاف‌سازی پس از عمل آنزیم‌زنی و با افزودن مواد کمک صافی (بتونیت، سیلیکاسل، ژلاتین و...) در دمای آنزیم‌زنی و یا ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. از مواد کمک صافی رایج در صنعت آب‌میوه می‌توان به بتونیت، ژلاتین و سیلیکاسل اشاره کرد. بتونیت از گروه مونتموریلونیت دارای ویژگی جذب سطحی بوده و بر پروتئین‌ها، مواد پلی‌فنلی، یون‌های فلزی و باقی‌مانده سموم مؤثر است و به‌صورت بتونیت سدیم و بتونیت کلسیم در شفاف‌سازی استفاده می‌شود. برای ایجاد شفافیت مطلوب بهتر است از بتونیت سدیم - کلسیم<sup>۲</sup> استفاده کرد (سیولو، ۱۹۹۶). ژلاتین نیز براساس روش استخراج به دو نوع ژلاتین اسیدی (A) و بازی (B) طبقه‌بندی می‌شود. ژلاتین نوع A برای شفاف‌سازی مناسب‌تر است (اسچیربر و گریس، ۲۰۰۷). ژلاتین دارای ویژگی‌هایی نظیر: کاهش مقدار پلی‌فنل‌ها، تشکیل کمپلکس با پروتئین‌های طبیعی آب‌میوه، روشن کردن رنگ آب‌میوه‌ها، حذف ترکیبات ایجادکننده طعم، بو و رنگ نامطلوب می‌باشد. سیلیکاسل یکی دیگر از مواد کمک صافی است که با ایجاد بار منفی در آب‌میوه و تشکیل فلوک با ترکیبات دارای بار مثبت، باعث شفاف شدن

1- Arils

2- Na-Calit

آبمیوه شده و از سوی دیگر، با دارا بودن خصوصیت جذب سطحی بر مواد فنلی منومر و پلیمر تأثیرگذار است. سیلیکاسل اغلب همراه با ژلاتین مصرف می‌شود (سیولو، ۱۹۹۶؛ پیروزی فرد، ۲۰۰۰). حسین‌نژاد و همکاران (۱۹۹۶) شفاف‌سازی و تولید نوشابه بدون گاز از آب انار را با روش کلاسیک مورد بررسی قرار دادند. این محققان با استفاده از آنزیم پکتیناز، ژلاتین و سیلیکاسل به این نتیجه رسیدند که بهترین روش شفاف‌سازی آب انار استفاده از مواد شفاف‌کننده آنزیم پکتیناز با غلظت ۲۵ ppm، ژلاتین با غلظت ۴۰ ppm و سیلیکاسل با غلظت ۴۰۰ ppm به‌طور توأم می‌باشد. لایو عبدالله و همکاران (۲۰۰۷) از روش بهینه‌سازی سطح پاسخ<sup>۱</sup> برای بررسی تأثیر هم‌زمان شرایط تیمار آنزیمی پکتیناز تجاری شامل زمان آنزیم‌زنی، دمای آنزیم‌زنی و غلظت آنزیم بر خصوصیات فیزیکی آبمیوه کارامبولا<sup>۲</sup> استفاده کردند. آن‌ها دریافتند که غلظت آنزیم بیش‌ترین تأثیر را بر خصوصیات آبمیوه کارامبولا دارد. آن‌ها تیمار آنزیمی تحت شرایط غلظت ۰/۱ درصد و زمان ۲۰ دقیقه و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد را برای آنزیم‌زنی آبمیوه کارامبولا توصیه کردند. اُسز میانسکی و وجودلی (۲۰۰۷) تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و رنگ آب سیب واریته‌های شامپیون<sup>۳</sup> و آیدارد<sup>۴</sup> را طی روش شفاف‌سازی به روش کلاسیک و با استفاده از مواد شفاف‌کننده شامل بنتونیت، ژلاتین، سیلیکاسل و کیتوزان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که افزودن ژلاتین و کیتوزان به آب سیب واریته شامپیون میزان پروسیانیدین‌های پلیمری را کاهش می‌دهد. همچنین بنتونیت هنگام استفاده با کیتوزان اثر حفاظتی بر پروسیانیدین‌های پلیمری آب سیب واریته شامپیون دارد. بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های آب سیب توسط این محققان نشان داد که استفاده از مواد کمک صافی تأثیری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی ندارد. این محققان در نهایت استفاده از کیتوزان را به‌دلیل عدم تأثیر بر پارامترهای بیوشیمیایی آب سیب برای شفاف‌سازی آب سیب توصیه کردند.

### مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** انار واریته ملس از بازار میوه و تره‌بار گرگان و مواد شیمیایی مورد استفاده اغلب از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. مواد مورد استفاده در شفاف‌سازی شامل بنتونیت (نوع سدیم- کالیت)

1- Response Surface Methodology

2- Carambola

3- Sampion

4- Idared

(SIHA, Paranit Na-Ca bentonit)، ژلاتین نوع A (۳۵ mesh، ۸۰ بلوم، type A، DGF، Stoess)، سیلیکاسل ۳۰ درصد (۳۰ Baykisol)، دیاتومه (SIHA, Profloc) و آنزیم پکتولیتیک فارچی (۱۰۰ Pectinex، Novo Nordisk, Bagsvard, Denmark) از کارخانه شهد ایران (گلدیس مشهد) تهیه شدند.

**مراحل انجام کار:** به منظور آب‌گیری، ابتدا انارها شسته و به صورت دستی پوست‌گیری شده و عمل آب‌گیری توسط آب‌میوه‌گیر خانگی (Toshiba, Japan) انجام شد. در ادامه سطوح بهینه آنزیم پکتولیتیک، ژلاتین، بنتونیت، سیلیکاسل و نیز دما و زمان بهینه اعمال این پیش‌تیمارها با استفاده از آزمون‌های تعیین مقدار آنزیم پکتولیتیک، سیلیکاسل، ژلاتین و بنتونیت به روش پیروزی‌فرد (۲۰۰۰)، آزمون‌های الکل به روش آلواریز و همکاران (۱۹۹۸)، پکتات کلسیم به روش کاشیاب و همکاران (۲۰۰۱)، پایداری به روش سیبرت (۱۹۹۹) و اندازه‌گیری میزان شفافیت به روش گوکمن و همکاران (۲۰۰۱) تعیین شدند. در ادامه ترکیبات مختلفی از مواد کمک صافی و آنزیم پکتولیتیک تحت شرایط دمایی، غلظت و زمان به دست آمده در مرحله قبل به آب انار خام اضافه شدند که عبارتند از: ۱) نمونه شاهد، ۲) آنزیم پکتولیتیک، ۳) آنزیم پکتولیتیک، ژلاتین و بنتونیت، ۴) آنزیم پکتولیتیک، ژلاتین و سیلیکاسل، ۵) آنزیم پکتولیتیک، ژلاتین، بنتونیت و سیلیکاسل، ۶) ژلاتین و بنتونیت، ۷) ژلاتین و سیلیکاسل، ۸) ژلاتین، بنتونیت و سیلیکاسل. سپس نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی (واتمن ۴۲) صاف شده و خصوصیات کیفی آن‌ها مانند: pH، اسیدیته، چگالی، میزان پکتین، مقدار آنتوسیانین کل، ویسکوزیته، ثابت تجزیه، اندیس قهوه‌ای شدن و میزان شفافیت مورد آزمون قرار گرفتند. با توجه به خصوصیات اندازه‌گیری شده تیمار مناسب از بین آن‌ها انتخاب گردید.

**آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی:** مواد جامد محلول (بریکس) با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی دارای تصحیح‌کننده دما (CETI, ABBE, Belgium) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری و با درجه بریکس نشان داده شد (گوکمن و همکاران، ۲۰۰۱). اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر (Metrohm, Switzerland) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای نمونه آب انار خام و بعد از تیمار انجام شد (هی و همکاران، ۲۰۰۷). اسیدیته کل به روش پتانسیومتری و با استفاده از pH متر و تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH=۸/۲ انجام و مقدار اسیدیته کل برحسب اسید سیتریک (۱۰۰ گرم نمونه/ گرم) بیان شد (هی و همکاران، ۲۰۰۷). اندازه‌گیری چگالی با استفاده از

پیکنومتر ۵۰ میلی‌لیتر دماسنج‌دار در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام گرفت (هی و همکاران، ۲۰۰۷). مواد پکتینی به‌صورت مقدار مواد نامحلول در الکل اندازه‌گیری شد. ۲۰ گرم آب‌میوه با ۳۰۰ میلی‌لیتر الکل اتانول ۸۰ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شده و پس از عبور از کاغذ صافی (واتمن ۴۲) مواد باقی‌مانده بر روی کاغذ صافی پس از خشک شدن در آون با ترازو توزین شدند و مقدار پکتین به‌صورت درصد وزنی نسبت به آب‌میوه بیان شد (هارت و فیشر، ۱۹۷۱). برای اندازه‌گیری ویسکوزیته از دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Model LVDV-II Brookfield Engineering Laboratories, Inc. USA) استفاده شد. نمونه‌های آب انار داخل محفظه استوانه‌ای ۱۶ میلی‌لیتر (Brookfield Engineering ModelULA-۳۱Y Laboratories, Inc. USA) ریخته شد و با استفاده از اسپیندل شماره (YULA-۱۵) و سرعت ۸۰ دور بر دقیقه ویسکوزیته برحسب واحد سانتی‌پواز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها در تیمارهای مختلف از روش اختلاف pH استفاده شد (اوروک، ۲۰۰۷). ابتدا دو رقت از نمونه با استفاده از محلول‌های بافر کلرید پتاسیم و استات سدیم با فاکتور رقیق‌سازی (۱/۱۵) تهیه شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه و در دمای اتاق برای رسیدن به تعادل در تاریکی قرار گرفت. سپس میزان جذب هر دو رقت تهیه شده در طول موج‌های ۷۰۰ و ۵۱۲ نانومتر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (T<sub>۸۰</sub>+UV/VIS PG Instrument Ltd.) اندازه‌گیری شد. مقادیر جذب نمونه‌ها (A) به‌صورت زیر محاسبه شد:

$$A = (A_{\lambda_{520}} - A_{\lambda_{700}})_{pH\ 11} - (A_{\lambda_{520}} - A_{\lambda_{700}})_{pH\ 5} \quad (1)$$

و غلظت آنتوسیانین کل (TA) (لیتر/ میلی‌گرم) برابر است با:

$$TA = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \quad (2)$$

که در آن،  $MW=449$  و  $\epsilon=26900$  به‌ترتیب برابر با وزن مولکولی و جذب مولی آنتوسیانین شاخص آب انار، سیانیدین ۳- گلیکوزید (گیل و همکاران، ۲۰۰۰)،  $DF$  فاکتور رقیق‌سازی،  $l$  طول سل اسپکتروفتومتر (سانتی‌متر) می‌باشند. همچنین ثابت تجزیه ( $DI$ )<sup>۱</sup> برابر است با:

$$DI = \frac{TA_{pH=1}}{TA_{total}} \quad (3)$$

که در آن،  $TA_{pH=1}$  مقدار آنتوسیانین کل در  $pH=1$  و  $TA_{total}$  مقدار آنتوسیانین کل محاسبه شده به روش اختلاف  $pH$  است. میزان شفافیت با اندازه‌گیری میزان عبور نمونه آب انار شفاف شده در طول موج ۶۶۰ نانومتر در دمای اتاق و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد (گوکمن و همکاران، ۲۰۰۱). درجه قهوه‌ای شدن برابر با جذب اندازه‌گیری شده در ۴۲۰ نانومتر برای نمونه پس از افزودن بی‌سولفیت می‌باشد (گوکمن و همکاران، ۲۰۰۱).

**تجزیه و تحلیل آماری:** در این پژوهش اثر تیمارهای مختلف با مواد کمک صافی بر خصوصیات کیفی آب انار در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) یک‌طرفه در سطح احتمال ( $P < 0/05$ ) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و توکی در سطح احتمال ( $P < 0/05$ ) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و SPSS نسخه ۱۱/۵ انجام گرفت.

## نتایج و بحث

**تعیین مقدار بهینه آنزیم پکتولیتیک:** آزمایش‌های تعیین مقدار بهینه آنزیم پکتولیتیک در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. نتایج آزمون‌های الکل و پکتات کلسیم در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون الکل، شفافیت و پکتات کلسیم برای بررسی اثر آنزیم پکتیناز.

غلظت (ppm)								زمان (دقیقه)
۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	
+	+	+	+	+	+	+	+	۱۵
-	+	+	+	+	+	+	+	۳۰
-	-	+	+	+	+	+	+	۴۵
-	-	-	+	+	+	+	+	۶۰
-	-	-	-	+	+	+	+	۷۵
-	-	-	-	-	+	+	+	۹۰
۶۵/۲	۶۵/۴	۶۷/۱	۶۳/۷	۶۲/۵	۶۰/۷	۵۷/۴	۵۶/۶	آزمون شفافیت ( $T_{660nm}$ درصد)

همان‌طورکه در این جدول مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آنزیم زمان مورد نیاز برای تأثیر آن کاهش یافت. در این جدول علامت مثبت نشان‌دهنده عدم حذف پکتین (آزمون الکل و آزمون استاندارد پکتات کلسیم) و علامت منفی نشان‌دهنده حذف پکتین است. همچنین آزمون شفافیت برای سنجش میزان افزایش عبور نور در طول موج ۶۶۰ نانومتر نیز در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج این آزمون‌ها نشان داد که غلظت ۱۲۰ ppm و زمان ۱ ساعت مناسب‌ترین تیمار آنزیمی برای آب انار بوده و بنابراین این شرایط برای انجام مراحل بعدی آزمایش‌ها انتخاب شد.

**تعیین مقدار بهینه بنتونیت:** آزمایش‌های تعیین مقدار بنتونیت به روش سرد انجام شد. نتایج آزمون‌های بنتونیت، پایداری و شفافیت در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود در غلظت ۲۰۰ ppm نتیجه آزمون بنتونیت منفی (بیانگر عدم وجود پروتئین‌های حساس به حرارت) و آزمون پایداری منفی (عدم تشکیل فلوک) بود. از سوی دیگر شفافیت نیز در این غلظت بالا بود. بنابراین استفاده از ۲۰۰ ppm بنتونیت برای انجام مراحل بعدی آزمایش‌ها انتخاب گردید.

جدول ۲- نتایج آزمون بنتونیت، پایداری و شفافیت برای تعیین مقدار بنتونیت مصرفی.

بنتونیت (PPM)	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰
آزمون بنتونیت	+	+	+	-	-	-
آزمون پایداری	+	+	+	-	-	-
آزمون شفافیت (T <sub>660nm</sub> درصد)	۶۷/۸	۷۲/۶	۷۳/۵	۷۷/۰	۷۳/۱	۷۴/۸

**تعیین مقدار بهینه ژلاتین:** آزمایش‌های تعیین سطوح بهینه ژلاتین به روش سرد انجام شد. نتایج آزمون‌های ژلاتین و سیلیکاسل و شفافیت در جدول ۳ نشان داده شده است. علامت مثبت در این جدول نشان‌دهنده ایجاد رسوب پس از انجام آزمایش بوده و در مورد آزمایش سیلیکاسل نشان‌دهنده مقدار اضافی ژلاتین و در مورد آزمایش ژلاتین نشان‌دهنده مقدار کم ژلاتین است. همان‌طورکه در این جدول ملاحظه می‌شود، در غلظت ۳۰۰ ppm نتیجه آزمون‌های ژلاتین و سیلیکاسل هر دو منفی و میزان شفافیت بالا (T<sub>660nm</sub>=۶۸ درصد) بود. این غلظت مقدار بهینه ژلاتین مصرفی را نشان می‌دهد و برای مراحل بعدی آزمایش‌ها استفاده شد.

جدول ۳- نتایج آزمون سیلیکاسل، ژلاتین و شفافیت برای تعیین مقدار ژلاتین مصرفی.

ژلاتین (PPM)	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰
آزمون سیلیکاسل	-	-	-	+	+	+
آزمون ژلاتین	+	+	-	-	-	-
آزمون شفافیت (T <sub>660nm</sub> درصد)	۶۳/۲	۶۷/۵	۶۸/۷	۶۹/۵	۶۶/۱	۶۱/۳

تعیین مقدار بهینه سیلیکاسل: آزمایش‌های تعیین سطوح بهینه سیلیکاسل به روش سرد انجام شد. نتایج آزمون‌های پایداری و شفافیت در جدول ۴ نشان داده شده است. در مورد آزمون پایداری علامت مثبت نشان‌دهنده تشکیل فلوک و علامت منفی بیانگر عدم تشکیل فلوک و پایداری شفافیت آب‌میوه در طی نگهداری است. با توجه به نتایج این آزمون و آزمون شفافیت غلظت ۵۰۰ ppm سیلیکاسل، به‌عنوان مقدار بهینه برای شفاف‌سازی آب انار انتخاب شد.

جدول ۴- نتایج آزمون پایداری و شفافیت برای تعیین مقدار سیلیکاسل مصرفی.

سیلیکاسل (PPM)	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
آزمون پایداری	+	+	+	+	+	-	-
آزمون شفافیت (T <sub>660nm</sub> درصد)	۷۷/۲	۷۹/۳	۷۹/۹	۸۰/۵	۸۲/۲	۸۳/۳	۸۱/۷

#### تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف بر خصوصیات کیفی آب انار

مواد جامد محلول (بریکس): مواد جامد محلول از جمله شاخص‌های کیفی آب انار است که به‌طور غیرمستقیم میزان مواد قندی، اسیدهای آلی، آنتوسیانین‌ها و سایر مواد محلول را نشان می‌دهد. مقادیر مربوط به بریکس آب انار پس از انجام تیمارهای مختلف همراه با نمونه شاهد در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف و نمونه آب انار خام وجود نداشت. دلیل این امر عدم تأثیر مواد کمک صافی بر مواد قندی (جزء اصلی تشکیل‌دهنده مواد جامد محلول) می‌باشد. گوکمن و همکاران (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی هنگام شفاف‌سازی آب سیب به‌دست آوردند.



**pH:** تغییر pH می‌تواند باعث تغییر رنگ آنتوسیانین‌ها شود. میانگین نتایج اندازه‌گیری pH تیمارهای اعمال شده و نمونه آب انار خام (شاهد) در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تیمار با آنزیم و سایر مواد کمک صافی تأثیر معنی‌داری بر pH آب‌میوه ندارد. با توجه به این‌که اسیدهای آلی موجود در آب انار ضعیف بوده و به‌طور تعادلی تفکیک می‌شوند بنابراین غلظت یون  $H_3O^+$  و در نتیجه pH ثابت می‌ماند و مواد کمک صافی غلظت یون‌های  $H_3O^+$  را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. رای و همکاران (۲۰۰۷) نیز با بررسی تأثیر تیمارهای مواد کمک صافی بتونیت، ژلاتین و آنزیم پکتولیتیک بر کیفیت آب پرتقال موسامبی به نتایج مشابهی دست یافتند. یوان و همکاران (۲۰۰۴) نیز با استفاده از مواد کمک صافی برای شفاف‌سازی آب سیب تغییر معنی‌داری در میزان pH مشاهده نکردند.

**اسیدیته کل:** مقدار اسیدیته برای تیمارهای مختلف و نمونه شاهد در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بین تیمارهای اعمال شده و نمونه شاهد از نظر اسیدیته اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0/05$ ). دلیل این امر تجزیه ترکیبات پکتینی موجود در دیواره سلولی و آزاد شدن ترکیبات فنلی متصل به آن است. این ترکیبات آزاد شده دارای بار منفی بوده و می‌توانند با یون‌های با بار مثبت وارد واکنش شده و تشکیل کمپلکس دهند. بنابراین میزان یون‌های مثبت مانند  $H_3O^+$  در محیط کاهش یافته و یون‌های  $OH^-$  سود اضافه شده باعث افزایش pH شده و در نتیجه کاهش جزئی در میزان اسیدیته مشاهده شد. در تیمارهایی که از بتونیت استفاده شده به دلیل قلیایی بودن آن، مقدار اسیدیته به‌صورت جزئی کاهش یافت. سیلیکاسل نیز به دلیل دارا بودن بار منفی می‌تواند با جذب یون‌های مثبت باعث کاهش جزئی در میزان اسیدیته شود. روان و وی (۱۹۹۶) نیز کاهش در میزان اسیدهای آلی آب انگور را هنگام استفاده از روش کلاسیک شفاف‌سازی گزارش کردند. اُسزیمانسکی و وجودلی (۲۰۰۷) نیز در بررسی اثر روش‌های کلاسیک شفاف‌سازی آب سیب بر میزان اسیدهای آلی هیچ تغییری را در میزان اسیدهای آلی گزارش نکردند.

**چگالی:** نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و سایر تیمارها از نظر چگالی وجود نداشت (جدول ۵). با توجه به این‌که قسمت عمده آب انار از آب و مواد جامد محلول مثل قندها و آنتوسیانین‌ها تشکیل شده است، بنابراین تیمارهای اعمال شده که باعث حذف مواد جامد معلق می‌شوند، تأثیر معنی‌داری بر چگالی نمونه‌های مختلف ندارند. کاهش جزئی در حدود ۰/۹ درصد در

میزان دانسیته تیمارهای مختلف نسبت به نمونه شاهد احتمالاً به دلیل حذف ذرات سوسپانسیونی معلق در آب میوه است. رای و همکاران (۲۰۰۷) نیز هنگام شفاف‌سازی آب پرتقال موسامبی به روش کلاسیک به نتایج مشابهی دست یافتند.

ویسکوزیته: مقایسه میانگین تیمارها با نمونه شاهد نشان داد که تمامی تیمارهای اعمال شده باعث کاهش معنی‌دار مقدار ویسکوزیته نسبت به نمونه شاهد شدند ( $P < 0/05$ ) (جدول ۵). تیمارهای ژلاتین-سیلیکاسل و ژلاتین-بنتونیت به ترتیب با ۲/۷۱ و ۲/۶۳ سانتی‌پواز کمترین کاهش را در ویسکوزیته ایجاد کردند. این امر احتمالاً به دلیل تأثیر کم تیمارهای ذکر شده در بالا بر میزان پکتین بود، زیرا پکتین نقش تعیین‌کننده‌ای در ویسکوزیته آب انار دارد. بررسی مقدار ویسکوزیته نمونه‌های تیمار شده با آنزیم پکتولیتیک این احتمال را تأیید کرد. کم‌ترین مقدار ویسکوزیته مربوط به تیمار آنزیم-ژلاتین-سیلیکاسل-بنتونیت بود (۲/۰۸ سانتی‌پواز). رای و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مورد شفاف‌سازی آب پرتقال موسامبی با روش‌های کلاسیک به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۵- خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی آب انار پس از اعمال پیش‌تیمار با مواد کمک صافی.

پکتین (گرم /۱۰۰ گرم)	چگالی (سانتی‌مترمکعب / گرم)	اسیدیته (گرم /۱۰۰ گرم)	pH	مواد جامد محلول (بریکس)	تیمار
۰/۳۴±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۱/۰۶۷±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۵±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۳/۳۳±۰/۰۰۴ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	شاهد
۰/۱۲±۰/۰۱ <sup>cde</sup>	۱/۰۶۱±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۰±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>	۳/۳۳±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	آنزیم
۰/۰۸±۰/۰۱ <sup>def</sup>	۱/۰۶۳±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۷۶±۰/۰۰۱ <sup>bc</sup>	۳/۳۴±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	آنزیم-ژلاتین-سیلیکاسل
۰/۰۷±۰/۰۱ <sup>ef</sup>	۱/۰۶۷±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۷۷±۰/۰۰۲ <sup>bc</sup>	۳/۳۳±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	آنزیم-ژلاتین-بنتونیت
۰/۰۶±۰/۰۱ <sup>f</sup>	۱/۰۶۲±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۷۵±۰/۰۰۱ <sup>c</sup>	۳/۲۹±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	آنزیم-ژلاتین-بنتونیت-سیلیکاسل
۰/۱۵±۰/۰۱ <sup>bc</sup>	۱/۰۶۳±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۰/۷۵±۰/۰۰۲ <sup>c</sup>	۳/۳۲±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۱۵/۳±۰/۱ <sup>a</sup>	ژلاتین-بنتونیت
۰/۱۷±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۰۶۵±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	۰/۷۷±۰/۰۰۱ <sup>c</sup>	۳/۲۹±۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۱۵/۳±۰/۱ <sup>a</sup>	ژلاتین-سیلیکاسل
۰/۱۲±۰/۰۱ <sup>dc</sup>	۱/۰۶۵±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۰/۷۳±۰/۰۰۱ <sup>c</sup>	۳/۳۱±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۱۵/۲±۰/۱ <sup>a</sup>	ژلاتین-بنتونیت-سیلیکاسل

\* حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار سطح ۵ درصد است.

## صمد بدبدک و همکاران

ادامه جدول ۵- خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی آب انار پس از اعمال پیش تیمار با مواد کمک صافی.

اندریس قهوه‌ای شدن ( $A_{420}$ )	ثابت تجزیه	شفافیت ( $T_{610nm}$ درصد)	آنتوسیانین کل (لیتر/ میلی‌گرم)	ویسکوزیته (سانتی‌پواز)	تیمار
$2/31 \pm 0/03^a$	$1/13 \pm 0/01^a$	$55/2 \pm 0/5^e$	$108/84 \pm 1/92^a$	$3/15 \pm 0/03^a$	شاهد
$1/59 \pm 0/03^b$	$1/07 \pm 0/01^{bcd}$	$67/4 \pm 0/6^d$	$101/35 \pm 1/34^b$	$2/53 \pm 0/01^d$	آنزیم
$1/30 \pm 0/02^{cd}$	$1/03 \pm 0/01^{ed}$	$86/1 \pm 0/9^b$	$93/59 \pm 1/15^c$	$2/16 \pm 0/01^e$	آنزیم- ژلاتین- سیلیکاسل
$1/24 \pm 0/02^{de}$	$1/04 \pm 0/01^{cd}$	$87/7 \pm 0/3^b$	$88/57 \pm 0/87^{de}$	$2/18 \pm 0/01^e$	آنزیم- ژلاتین- بنتونیت
$1/73 \pm 0/02^f$	$1/03 \pm 0/01^e$	$91/8 \pm 0/4^a$	$86/18 \pm 1/21^{de}$	$2/08 \pm 0/02^f$	آنزیم- ژلاتین- بنتونیت- سیلیکاسل
$1/34 \pm 0/02^c$	$1/07 \pm 0/01^{bcd}$	$78/7 \pm 0/8^{dc}$	$89/83 \pm 0/87^{dc}$	$2/63 \pm 0/02^e$	ژلاتین- بنتونیت
$1/37 \pm 0/01^c$	$1/08 \pm 0/01^{bc}$	$77/1 \pm 0/5^d$	$93/07 \pm 1/07^c$	$2/71 \pm 0/01^b$	ژلاتین- سیلیکاسل
$1/67 \pm 0/02^{ef}$	$1/09 \pm 0/01^{ab}$	$82/1 \pm 0/8^c$	$83/17 \pm 1/30^e$	$2/53 \pm 0/01^d$	ژلاتین- بنتونیت- سیلیکاسل

\* حروف مشابه در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

**پکتین:** مقدار پکتین در نمونه آب انار خام و نمونه پس از اعمال تیمارهای مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. استفاده از آنزیم به تنهایی بیشترین اثر کاهش (۶۵/۷ درصد) را نسبت به سایر مواد کمک صافی دارا بود. و مقدار پکتین را از  $\frac{0/34}{100}$  گرم به  $\frac{0/11}{100}$  کاهش داد. تیمار ژلاتین- سیلیکاسل و آنزیم- ژلاتین- سیلیکاسل- بنتونیت کم‌ترین و بیش‌ترین اثر را در حذف پکتین از آب انار داشتند. تیمار با آنزیم پکتولیتیک از طریق واکنش‌های شیمیایی باعث هیدرولیز و تجزیه مواد پکتینی شده و در نتیجه باعث ناپایداری سیستم کلوئیدی و کاهش ویسکوزیته آب انار می‌شود. منومرهای اسید گالاکتورونیک و آلیگومرهای آن محلول در آب بوده و تأثیری در کدورت ندارند. البته مواد کمک صافی مانند ژلاتین نیز دارای بار مثبت بوده و از طریق واکنش‌های فیزیکی و جذب سطحی مواد پکتینی با بار منفی می‌توانند در کاهش میزان پکتین مؤثر باشند. این نتایج در تشابه با نتایج رای و همکاران (۲۰۰۷) در مورد شفاف‌سازی آب پرتقال موسامبی با روش‌های کلاسیک است.

**مقدار آنتوسیانین کل:** مقادیر آنتوسیانین کل تیمارهای مختلف و آب انار خام در جدول ۵ آورده شده است. اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین کل نشان داد که نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین مقدار آنتوسیانین کل ( $P < 0/05$ ) را دارا بود. به‌طور کلی تیمارهای شفاف‌سازی باعث کاهش میزان آنتوسیانین کل و سایر ترکیبات فنلی شدند. گوکمن و همکاران (۲۰۰۱) نیز با بررسی در مورد آب سیب دریافتند

که شفاف‌سازی به روش کلاسیک و با استفاده از مواد کمک صافی ژلاتین و بتونیت مقدار ترکیبات فنلی آب سیب را نسبت به نمونه آب سیب خام کاهش می‌دهد. نتایج حاصل نشان داد که در تیمارهای با مواد کمک صافی و بدون آنزیم‌زنی مقدار آنتوسیانین کل نسبت به تیمارهای با مواد کمک صافی و آنزیم‌زنی شده کاهش بیشتری داشت، که دلیل آن حذف حفاظت کلوئیدی مواد سوسپانسیونی جذب شده در تیمارهای آنزیمی بوده، ولی در تیمارهای بدون آنزیم‌زنی جایگاه‌های فعال مواد کمک صافی تا حدودی مواد آنتوسیانینی را جذب می‌کنند. هر چند اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بین این تیمارها وجود نداشت. تیمار ژلاتین-سیلیکاسل-بتونیت با ۲۳ درصد کاهش، کم‌ترین مقدار آنتوسیانین کل (۸۳/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر) را دارا بود. مقدار آنتوسیانین کل نمونه شاهد برابر با (۱۰۸/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر) بود. در بین تیمارهای اعمال شده، تیمار آنزیم پکتولیتیک کم‌ترین کاهش (۶/۸۸) را در مقدار آنتوسیانین کل نشان داد.

**ثابت تجزیه:** مقادیر ثابت تجزیه تیمارهای مختلف و آب انار خام در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای شفاف شده با نمونه شاهد نشان داد که نمونه شاهد بیش‌ترین مقدار ثابت تجزیه (۱/۱۳) را داشت و همه تیمارهای اعمال شده از لحاظ ثابت تجزیه با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0/05$ ). نمونه‌های تیمار شده با آنزیم و مواد کمک صافی نسبت به نمونه‌های تیمار شده با مواد کمک صافی و بدون آنزیم‌زنی، مقادیر ثابت تجزیه پایین‌تری داشتند که این امر به دلیل تأثیر مواد کمک صافی بر ترکیبات فنلی، کاهش تانن، رنگ‌دانه‌های پلیمری و نیز مقدار آنتوسیانین تجزیه شده توسط این مواد بود. کم‌ترین میزان ثابت تجزیه (۱/۰۳) مربوط به تیمار آنزیم-ژلاتین-سیلیکاسل-بتونیت بود، زیرا استفاده هم‌زمان این مواد اثر کاهشی بیش‌تری بر مقدار تانن، رنگ‌دانه‌های پلیمری و آنتوسیانین تجزیه شده داشت.

**شفافیت:** نتایج بررسی میزان تأثیر تیمارهای مختلف بر شفافیت نمونه‌های آب انار در جدول ۵ نشان داده شده است. مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شفافیت تیمارهای مختلف در سطح احتمال  $P < 0/05$  وجود داشت. به طوری که نمونه شاهد کم‌ترین مقدار شفافیت ( $T_{\lambda 660} = 55/5$ ) و تیمار آنزیم-ژلاتین-سیلیکاسل-بتونیت بیش‌ترین مقدار شفافیت ( $T_{\lambda 660} = 91/8$ ) را دارا بود. تیمار آنزیمی کم‌ترین افزایش (۲۱/۴ درصد) را در میزان شفافیت در بین سایر تیمارها داشت. دلیل این امر دپلمریزه شدن ترکیبات پکتینی و ایجاد ذرات ریزتر و نیز آزاد شدن ترکیبات کلوئیدی

حفاظت شده توسط آن‌ها مانند ترکیبات فنلی و پروتئین‌ها می‌باشد (یوان و همکاران، ۲۰۰۴). در کل، شفافیت تیمارهای آنزیم‌زنی شده نسبت به تیمارهای بدون آنزیم‌زنی بیش‌تر است. عامل این امر را می‌توان حذف حفاظت کلوئیدی پکتین بر سایر ترکیبات کلوئیدی و دسترسی آسان‌تر مواد کمک صافی به آن‌ها و حذف این ذرات دانست.

**اندیس قهوه‌ای شدن:** با مشاهده مقادیر میانگین اندیس قهوه‌ای شدن برای نمونه‌های شاهد و تیمارهای مختلف در جدول ۵ می‌توان دریافت که نمونه شاهد بیش‌ترین مقدار اندیس قهوه‌ای شدن (۲/۳۱) را داشت. مقایسه میانگین‌ها ( $P < 0/05$ ) نشان داد که همه تیمارهای اعمال شده به‌طور معنی‌داری باعث کاهش درجه قهوه‌ای شدن در مقایسه با نمونه شاهد شدند زیرا مواد کمک صافی می‌توانند با جذب ترکیبات قهوه‌ای رنگ و نیز پیش‌سازهای مواد قهوه‌ای رنگ اندیس قهوه‌ای شدن را کاهش دهند. تیمار آنزیم- ژلاتین- سیلیکاسل - بتونیت کم‌ترین میزان درجه قهوه‌ای شدن (۱/۰۷) را به خود اختصاص داده است.

### نتیجه‌گیری

آزمایش‌های اولیه نشان داد که روش شفاف‌سازی سرد برای آب انار مناسب است. مقادیر آنزیم پکتولیتیک (۱۲۰ ppm) - ژلاتین (۳۰۰ ppm) - بتونیت (۲۰۰ ppm) - سیلیکاسل (۵۰۰ ppm) انتخاب شد. تیمار آنزیم- ژلاتین- بتونیت- سیلیکاسل در بین سایر تیمارها کم‌ترین مقدار ویسکوزیته، مقدار پکتین و چگالی و بیش‌ترین مقدار شفافیت را به‌ترتیب برابر با ۳۳/۹۷، ۸۳/۳۳، ۳۵/۱۳، ۰/۷۲ و ۶۵ درصد دارا بود. از طرف دیگر این تیمار از نظر خصوصیات کیفی مانند pH، اسیدیته، بریکس و مقدار آنتوسیانین کل نیز تفاوت زیادی با سایر پیش‌تیمارهای اعمال شده نداشت. بنابراین به‌عنوان تیمار مناسب برای انجام عملیات شفاف‌سازی آب انار به روش کلاسیک توصیه می‌شود.

### منابع

- Alighourchi, H., Barzegar, M. and 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.
- Alvarez, S., Alvarez, R., Riera, F.A. and Coca, J. 1998. Influence of depectinization on apple juice ultrafiltration. *Colloid and Surfaces A*, 138: 377-382.

- Ciullo, P.A. 1996. Industrial minerals and their uses, A Handbook & Formulary. New Jersey, USA. Noyes Publications, Pp: 29-32, 420-421 and 58-63.
- El-Nemr, S.E., Ismail, I.A. and Ragab, M. 1990. Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. *Die Nahrung*, 34: 601-606.
- Gil, M.I., Francisco, A.T.B., Betty, H.P., Deirdre, M.H. and Kader, A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4581-4589.
- Gökmen, V., Artık, N., Acar, J., Kahraman, N. and Poyrazog˘lu, E. 2001. Effects of various clarification treatments on patulin, phenolic compound and organic acid compositions of apple juice. *European Food Research and Technology*, 213: 194-199.
- Hart, F.L. and Fisher, H.J. 1971. Modern food analysis. Berlin: Springer.
- He, Y., Ji, Z. and Li, S. 2007. Effective clarification of apple juice using membrane filtration without enzyme and pasteurization pretreatment. *Separation and Purification Technology*, 57: 366-373.
- Hosseinnezhad, M. 1996. Clarification and production of carbonated drink from pomegranate juice. Thesis for degree of M.Sc. in food industry and agriculture products. Tarbiat Modares University.
- Kashyap, D.R., Vohra, P.K., Chopra, S. and Tewari, R. 2001. Application of Pectinases in the Commercial Sector: A Review. *Journal bioresource technology*, 77: 215.
- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M. and Divakar, S. 2004. Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant punicalagin from pith and capillary membrane of pomegranate fruit. *Journal of Food Chemistry*, 87: 551-557.
- Liew Abdullah, A.G., Sulaiman, N.M., Aroua, M.K. and Megat Mohd Noor, M.J. 2007. Response surface optimization of conditions for clarification of carambola fruit juice using a commercial enzyme. *Journal of Food Engineering*, 81: 65-71.
- Orak, H. 2007. Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, poly phenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 111: 235-241.
- Oszmia ˘nski, J. and Wojdylo, A. 2007. Effects of various clarification treatments on phenolic compounds and color of apple juice. *European Food Research and Technology*, 224: 755-762.
- Piruzifard, M.Kh. 2000. Translated: Clarification of fruit juice. Edited by Pro. Ekshi, A. Urmia Jahad Daneshghahi Publication, Pp: 58-85 and 135-156.
- Rai, P., Majumdar, G.C., Das Gupta, S. and De, S. 2007. Effect of various pretreatment methods on permeate flux and quality during ultrafiltration of mosambi juice. *Journal of Food Engineering*, 78: 561-568.

- Rwan, J. and Wu, J. 1996. Food Sci. Taiwan, 23: 509-519.
- Schrieber, R. and Gareis, H. 2007. Gelatine Handbook, Theory and Industrial Practice. Germany. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Pp: 218-225.
- Siebert, K.J. 1999. Protein-polyphenol haze in beverages. *Food Technology*, 53: 1. 54.



## Effect of different classical clarification methods on physico-chemical and rheological properties of pomegranate juice

\***S. Bodbodak<sup>1</sup>, M. Kashaninejad<sup>2</sup>, J. Hesari<sup>3</sup> and S.M.A. Razavi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Tabriz University, <sup>4</sup>Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

### Abstract

The aim of this study was to investigate the influence of various treatments with filter-aids on pomegranate juice quality. The pomegranate used in this study was malas variety. Different treatments in cold clarification method attempted were pectolitic enzyme, pectolitic enzyme-gelatin-bentonit, pectolitic enzyme-gelatin-silica sol, pectolitic enzyme-gelatin-bentonit-silica sol, gelatin-bentonit, gelatin-silica sol; gelatin-bentonit-silica sol. Pectolitic enzyme-gelatin-bentonit-silica sol treatment was superior in reducing turbidity (65.34%), pectin content (83.33%), density (0.72%) and viscosity (33.97%) in comparison with control sample (crude juice) ( $P < 0.05$ ). The resulting juice had no adverse changes of pH, brix, acidity, total anthocyanin content (TAC) (20.81%) which are important quality indices in fruit juice industry. Finally, pectolitic enzyme (120ppm)-gelatin (300ppm)-bentonit (200ppm)-silica sol (500ppm) treatment was chosen as effective treatment for classic clarification of pomegranate juice.

**Keywords:** Clarification; Filter-aid; Anthocyanins; Pomegranate juice

---

\* Corresponding Author; Email: s.bodbodak@gmail.com