

## بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عصاره ریزپوشانی شده پوست انگور قرمز سردشت و بررسی پایداری آن در ماست

سارا متینی<sup>۱</sup>، سیدعلی مرتضوی<sup>۲\*</sup>، علیرضا صادقیان<sup>۳</sup>، اکرم شریفی<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\* نویسنده مسئول (morteza1937@yahoo.com)

۳- استادیار، گروه فرآوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

۴- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران

ایران

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۱

### واژه‌های کلیدی

انگور قرمز سردشت

ریزپوشانی

صمغ عربی

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

مالتودکسترین

پوست انگور قرمز سردشت سالیانه به مقدار زیاد در کارخانجات آبمیوه‌گیری به‌دست می‌آید و منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال است. در این تحقیق بعد از تهیه عصاره با حلال اتانول اسیدی از پوست انگور قرمز سردشت، اجزاء ترکیبات زیست‌فعال توسط کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین شد. نتایج نشان داد به‌ترتیب بیشترین مقدار ترکیبات فنلی مربوط به گالیک اسید، کاتکین، سالیسیلیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصاره نیز پتونییدین-۳-او-گلوکوپیرانوزید و پتونییدین-۳-او-گلوکوزید کلرید بیشترین مقدار را نشان دادند. جهت ریزپوشانی عصاره حاصل از پوست انگور قرمز از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی به‌ترتیب با نسبت‌های ۵۰-۵۰ و ۷۵-۲۵ وزنی/وزنی و با نسبت ۱ به ۴ هسته به دیواره استفاده شد. در نهایت میزان رطوبت، فعالیت آبی، حلالیت، میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودرهای حاصل تعیین شد. با توجه به نتایج، پودر حاصل از ریزپوشانی نمونه با دیواره مالتودکسترین و صمغ عربی (۵۰-۵۰) با بیشترین میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انتخاب و برای استفاده در ماست به میزان (۰/۳ تا ۰/۶ درصد/وزنی) به همراه اسیدتانیک (۱ درصد/وزنی) در نظر گرفته شد. ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین نمونه‌های ماست طی ۲۱ روز نگهداری بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد بیشترین میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک بود. افزایش قابل توجه در ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست حاوی پودر ریزپوشانی در مقایسه با ماست شاهد مشاهده شد. نتایج نشان داد از پودر و عصاره پوست انگور قرمز سردشت می‌توان به‌عنوان جزء فراسودمند برای تولید مواد غذایی بهره جست.

### مقدمه

رقم و چندین گونه مختلف انگور در سرتاسر دنیا

شناسایی، نام‌گذاری و ارزیابی شده‌اند. ایران به‌عنوان

براساس آمارهای موجود تاکنون در حدود ۱۶۰۰۰

(Pourali *et al.*, 2014).

بعد از بهینه‌سازی شرایط استخراج ترکیبات زیست‌فعال موجود در پوست انگور قرمز<sup>۶</sup> سردشت می‌توان از فرایند ریزپوشانی برای پایداری این ترکیبات استفاده نمود. ریزپوشانی فرایندی است که در آن ذرات ریز و قطره‌های یک ماده به‌وسیلهٔ مواد مختلف پوشانده می‌شوند تا خصوصیات مفیدی بتوان از آن به‌دست آورد. محققان زیادی به ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال موجود در عصاره‌های مختلف گیاهی پرداخته‌اند.

Renata و Brabet (۲۰۱۰) عصارهٔ میوهٔ گرمسیری آکائی<sup>۷</sup> را با انواع پوشش‌دهنده‌ها از جمله نشاستهٔ تاپوکا، صمغ عربی و مالتودکسترین با استفاده از خشک‌کن پاششی به پودر تبدیل کردند. نتایج این تحقیق نشان داد مالتودکسترین بهترین پوشش‌دهنده از نظر حفاظت از آنتوسیانین‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودر تولیدی بود. Tonon و همکاران (۲۰۰۸) ترکیبات فنلی میوهٔ تمشک شمالی<sup>۸</sup> را با مواد دیوارهٔ مختلف ریزپوشانی نمودند. بهترین نتایج با استفاده از مالتودکسترین به‌دست آمد. Sharifi و همکاران (۲۰۱۵) آنتوسیانین میوهٔ زرشک را توسط خشک‌کن پاششی ریزپوشانی کردند. در این مطالعه دیواره‌هایی با نسبت مساوی مالتودکسترین و صمغ عربی بهترین خصوصیات فیزیکی و مورفولوژیکی پودر تولیدی را دربرداشت. Ersus و Yurdagel (۲۰۰۶) روی ریزپوشانی آنتوسیانین استخراج‌شده از هویج سیاه<sup>۹</sup> به‌وسیلهٔ خشک‌کن پاششی و با دیوارهٔ مالتودکسترین به‌عنوان پوشش‌دهنده کار کردند. نتایج نشان داد با افزایش دمای خروجی و ورودی میزان آنتوسیانین کاهش یافت. دمای بهینهٔ خشک‌کردن ۱۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد با کمترین تخریب آنتوسیانین‌ها تشخیص داده شد. Akhavan Mahdavi و همکاران (۲۰۱۶a) از روش سطح پاسخ برای بهینه‌کردن راندمان ریزپوشانی و خواص فیزیکی پودرهای ریزپوشانی‌شده از نسبت‌های مختلف هسته بهره جستند. آنها از ۳ دیوارهٔ

یکی از مراکز پیدایش و پراکنش انگور در جهان از تنوع ژنتیکی بالایی برخوردار است. به‌طوری‌که در مناطق مختلف، از شمال تا جنوب و از شرق تا غرب، ارقام مختلف انگور وجود دارند (کرمی، ۱۳۷۴).

تفالهٔ انگور یک پسماند لیگنوسلولزی و باقیماندهٔ فرایند آب‌گیری از میوهٔ انگور است. تفالهٔ انگور حدود ۲۰ درصد وزن مرطوب میوهٔ اولیه را تشکیل می‌دهد به‌طور معمول این پسماند در زمین مدفون می‌شود؛ اما این روش علاوه‌بر هزینه‌بر بودن باعث مشکلات زیست‌محیطی نیز می‌گردد. ازطرفی به‌دلیل میزان پروتئین و هضم‌پذیری پایین، کاربرد مستقیم تفاله به‌عنوان خوراک دام چندان مناسب نیست. بنابراین در دهه‌های اخیر توجه محققان به بازیافت محصولات مفید از تفالهٔ انگور و بهبود کیفیت آن برای خوراک دام جلب شده است (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳).

ترکیب شیمیایی تفالهٔ انگور به‌طور قابل‌توجهی نسبت به نوع انگور و نوع فرایند آب‌گیری (پرس داغ یا سرد) متغیر است؛ اما به‌طورکلی تفالهٔ انگور حاوی مقادیر نسبتاً زیادی قند (عمدتاً، گلوکز، فروکتوز و ساکارز)، تارتارات، آنتوسیانین و فیبرخام است که می‌توان آنها را بازیابی و مورد استفاده قرار داد. تفالهٔ انگور از نظر میزان تارتارات غنی است. پس از تخمیر الکلی تفاله، تارتارات موجود در پسماند را می‌توان با آب داغ استخراج کرد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). تفالهٔ انگور قرمز منبع خوبی از آنتوسیانین‌هاست. آنتوسیانین‌ها رنگ‌دانه‌های طبیعی موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها هستند. این رنگ‌دانه‌ها در محدودهٔ pH بین ۱ تا ۳ رنگ قرمز از خود نشان داده و می‌توانند در بعضی مواد غذایی با اسیدیتهٔ بالا مورد استفاده قرار گیرند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). ازطرف دیگر هستهٔ انگور منبع باارزشی برای تهیهٔ روغن جهت مصارف خوراکی و صنعتی است. حدود ۲۶-۲۳ درصد از تفالهٔ انگور را هسته‌های آن تشکیل می‌دهد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). تفالهٔ انگور حاوی پلی‌فنل‌ها (عمدتاً آنتوسیانین‌ها<sup>۱</sup>، فلاونول‌ها<sup>۲</sup>، فلاوانول‌ها<sup>۳</sup>، اسیدهای فنلی<sup>۴</sup> و رزوراترول<sup>۵</sup>) و اسیدسیتریک می‌باشد

<sup>5</sup> Resveratrol

<sup>6</sup> *Vitis Viniferae cv. Rash*

<sup>7</sup> Acai

<sup>8</sup> Cloudberry

<sup>9</sup> Black Carrot

<sup>1</sup> Anthocyanins

<sup>2</sup> Flavonols

<sup>3</sup> Flavenoles

<sup>4</sup> Phenolic Acids

دریافت کرد همچنین سینرزیس و حلالیت نمونه‌های ریزپوشانی‌شده نسبت به شاهد به‌طور قابل توجهی کاهش یافت.

در این تحقیق بعد از تهیه عصاره از پوست انگور قرمز سردشت، اجزاء ترکیبات زیست‌فعال شناسایی شدند و بعد از ریزپوشانی و تولید پودر به کمک خشک‌کن پاششی، پتانسیل کاربرد و ماندگاری پودر ریزپوشانی‌شده تولیدی در ماست بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

پوست انگور قرمز سردشت از ضایعات کارخانه آب‌گیری پاکدیس ارومیه تهیه شد. سپس توسط آون تحت خلأ (۴۵ درجه سانتی‌گراد، بهداد، ساخت ایران) خشک و توسط خردکن برقی (مولینکس، ساخت آلمان) به‌دقت خرد شد و برای یکنواخت کردن اندازه ذرات، با الک مش ۳۵ الک گردید. پودر به‌دست‌آمده تا پایان آزمایش‌ها در ظروف شیشه‌ای تیره و در دمای فریزر (۱۸- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. سایر مواد شیمیایی موردنیاز با درجه خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

### تهیه عصاره با استفاده از امواج فراصوت

پودر پوست انگور از فریزر خارج شد و با حلال آب به نسبت ۱ به ۸ با هم مخلوط شدند و درون دستگاه حمام اولتراسونیک<sup>۴</sup> (مدل Up200 h, technology, ساخت آلمان) در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه و در معرض طول موج ثابت ۳۵ کیلوهرتز قرار گرفتند. شرایط بهینه استخراج از مطالعه‌های پیشین در نظر گرفته شد. سپس عصاره استخراج‌شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۵ و پمپ خلأ از مواد جامد گیاهی جدا گردید (Rajaei et al., 2010).

### اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنلی عصاره استخراج‌شده

مقدار کل ترکیبات فنلی عصاره تولیدی به روش فولین سیوکالتو شرح داده شده توسط Naczk و Shahidi (۲۰۰۴) تعیین شد. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره با ۲/۵

صمغ عربی، مالتودکسترین و ژلاتین برای ریزپوشانی زرشک به‌وسیله خشک‌کن پاششی استفاده کردند که در نتیجه بالاترین راندمان ریزپوشانی و بهترین کیفیت پودر به ترکیبی از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی اختصاص داده شد. بعد از ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال از منابع گیاهی از این ترکیبات به‌عنوان جزئی از فرمولاسیون مواد غذایی می‌توان استفاده کرد. فرمولاسیون و تولید مواد غذایی که حاوی ترکیبات زیست‌فعال هستند و علاوه بر ارزش تغذیه‌ای، دارای اثراتی مثبت روی سلامت انسان می‌باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این زمینه نیز پژوهش‌هایی به ثبت رسیده است.

افزودن عصاره میوه گرمسیری اولراسنا<sup>۱</sup> به‌عنوان رنگدانه فراسودمند در ماست توسط Coisson و همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفت. رنگ اولراسنا ارغوانی تیره و سرشار از آنتوسیانین و ترکیبات فنلی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ماست غنی‌شده با این عصاره از سطح بالایی از ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخوردار بود. Gris و همکاران (۲۰۰۷)، کوپیگمانتاسیون<sup>۲</sup> آنتوسیانین‌های انگور خاکستری<sup>۳</sup> را در سیستم مدل ماست و همچنین تأثیر کوپیگمانتاسیون در ثبات و افزایش رنگدانه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اسیدکافئیک به‌طور قابل توجهی ثبات آنتوسیانین‌ها را در هر دو سیستم ماست و مدل افزایش داد.

Karaaslan و همکاران (۲۰۱۱)، غنی‌سازی ماست با ترکیبات فنلی را با استفاده از عصاره انگور مورد بررسی قرار دادند. ماست‌های مخلوط‌شده با عصاره‌های انگور قرمز قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری در مقایسه با نمونه شاهد نشان دادند.

Akhavan Mahdavi و همکاران (۲۰۱۶b) رنگدانه‌های درون‌پوشانی‌شده زرشک را در پودر ژله به‌عنوان جایگزین رنگ مصنوعی استفاده کردند که ژله حاوی ۷ درصد پودر ریزپوشانی‌شده، نمره بالاتری از نظر حسی نسبت به ژل تجاری حاوی رنگ مصنوعی

<sup>1</sup> Oleracea

<sup>2</sup> Copigmentation

<sup>3</sup> Cabernet Sauvignon grape

<sup>4</sup> Ultrasound

رابطه (۳)

$$C \text{ mg/l} = \Delta A / \epsilon L \times M \times D$$

در رابطه (۳)، D: فاکتور رقیق کردن،  $\Delta A$ : اختلاف جذب نمونه‌ها در  $\text{pH}=1$  و  $\text{pH}=4/5$ ، M: جرم مولکولی سیانیدین-۳-گلیکوزید (۴۹۹/۲ گرم/مول)،  $\epsilon$ : جذب مولی سیانیدین-۳-گلیکوزید (۲۹/۶۰۰ لیتر/مول سانتی‌متر) و L: طول سل برحسب سانتی‌متر است.

**آزمایش‌های انجام‌شده با کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا برای شناسایی ترکیبات زیست‌فعال عمده**

به‌منظور تجزیه کروماتوگرافی از دستگاه (KNAUER، ساخت آلمان) کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا به‌همراه آشکارساز (K-UV 1500) و مجهز به نمونه‌بردار خودکار استفاده شد و جداسازی با ستون یوروسفر<sup>۳</sup> (C<sub>18</sub>، ۵×۴/۶×۲۵۰) با قطر ذرات ۵ میکرومتر انجام گرفت (Barreca et al., 2016).

**ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عصاره پوست انگور قرمز سردشت**

برای ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عمده موجود در عصاره بهینه استخراج‌شده از پوست انگور قرمز از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت‌های ۵۰-۵۰، ۷۵-۲۵ وزنی/وزنی باتوجه به نتایج سایر پژوهش‌ها و باتوجه به آزمایش‌های اولیه انتخاب شدند (Sharifi et al., 2015). دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی به عصاره پوست انگور به نسبت ۴ به ۱ اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ در دقیقه توسط هموژنایزر (مدل APV Homogenisers، 2000، Albertslund، ساخت دانمارک) هموژن گردید. از یک خشک‌کن پاششی (مدل B-191، Laboratoriums-Technik، ساخت سوئیس) جهت تولید پودر استفاده و دمای ورودی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Sharifi et al., 2015).

میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد فولین سیوکالتو مخلوط شد و بعد از ۳ دقیقه ۲ میلی‌لیتر محلول ۷/۵ درصد کربنات سدیم (۷۵ گرم در لیتر) به آن اضافه، سپس جذب نمونه در ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره استخراجی گزارش گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت‌های ۷۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدگالیک استاندارد استفاده شد و با استفاده از رابطه (۱) مقدار کل ترکیبات فنلی تعیین گردید.

رابطه (۱)

$$y = 0.0012x - 0.0419$$

در رابطه (۱)، X: مقدار غلظت برحسب میکروگرم در لیتر و Y: درصد جذب می‌باشد.

**ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراج‌شده به روش DPPH**

خاصیت آنتی‌رادیکالی عصاره استخراج‌شده براساس توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون در عصاره‌های اتانولی یا میزان بی‌رنگ کردن محلول بنفش ۲-۲ دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل<sup>۱</sup> (DPPH) مورد سنجش قرار گرفت (Galvez et al., 2007). درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید:

رابطه (۲)

$$\text{DPPH}/\% = (A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}} / A_{\text{blank}}) \times 100$$

**اندازه‌گیری آنتوسیانین به روش pH افتراقی**

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها از روش Fuleki و Fransis (۱۹۶۸) استفاده شد. در این روش جذب نمونه‌های تهیه‌شده توسط بافر  $\text{pH}=1$  و  $\text{pH}=4/5$  به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu، ۱۲۸۰، ساخت ژاپن) در طول موج ۵۱۰ نانومتر برحسب رنگدانه سیانیدین-۳-گلیکوزید<sup>۲</sup> موجود در انگور قرمز که بیشترین جذب را در طول موج ۵۱۰ نانومتر نشان می‌دهد، اندازه‌گیری شد و در نهایت غلظت آنتوسیانین‌ها از رابطه (۳) به‌دست آمد:

<sup>1</sup> 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

<sup>2</sup> Cyanidin 3-glucoside

<sup>3</sup> Eurosphere

### بررسی خصوصیات پودر حاصل از ریزپوشانی

#### میزان رطوبت

میزان رطوبت پودر ریزپوشانی شده به روش خشک کردن با آون (مدل Heraeus UT5050E، W، ساخت آلمان) تعیین شد (AOAC, 1990).

#### فعالیت آبی

فعالیت آبی پودر ریزپوشانی شده پس از تولید و نگهداری در دسیکاتور تا رسیدن دمای پودر به دمای اتاق، به کمک دستگاه سنجش فعالیت آبی (مدل hygropalm-Rotronic hp23، ساخت سوئیس) در دمای  $25 \pm 0.1$  درجه سانتی گراد اندازه گیری شد.

#### حلالیت

۱ گرم پودر ریزپوشانی شده به ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با همزن مغناطیسی (مدل Stuart Scientific LTD، ساخت انگلستان) در سرعت بالا هم خورد و سپس به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ گشت. ۲۵ میلی لیتر از مایع سطحی به پتری دیش انتقال یافت و در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت خشک شد. درصد حلالیت با استفاده از تفاوت وزن ها محاسبه گردید (AOAC, 1990).

#### تولید ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی انگور

##### قرمز سردشت

شیر از کارخانه شیر دگا در سلماس ارومیه تهیه شد. قبل از شروع آزمایش ها، شیر از لحاظ کیفی مورد بررسی قرار گرفت و فاکتورهای نظیر pH، اسیدیته (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۵) و چربی (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۷۱) اندازه گیری شد. در نهایت شیر با ۳/۵ درصد چربی، ۰/۱۶ درصد (برحسب درصد اسیدلاکتیک) اسیدیته و ۶/۶-۶/۷ pH برای تولید ماست آماده شد. فرایند تهیه ماست طبق روش پیشنهادی Tamime و Robinson (۲۰۰۷) انجام گرفت. شیر در دمای ۹۲ درجه سانتی گراد و مدت زمان ۵ دقیقه پاستوریزه شد. با رسیدن دمای شیر به ۴۲ درجه سانتی گراد، در ظروف استریل ۱ لیتری تقسیم بندی گردید و سپس ۰/۴ درصد حجمی از کشت آغازگر (YC-X11) خریداری شده از شرکت

کریستین هانسن کشور دانمارک حاوی باکتری های لاکتوباسیلوس بولگاریکوس<sup>۱</sup> و استرپتوکوکوس ترموفیلوس<sup>۲</sup> به به شیر اضافه شد. ظروف دربندی و به انکوباتور ۴۲ درجه سانتی گراد انتقال داده شدند. پس از رسیدن اسیدیته نمونه ها به ۰/۶ درصد برحسب اسیدلاکتیک، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. سپس عصاره تغلیظ شده انگور قرمز با بریکس ۲۷ و پودر ریزپوشانی انگور قرمز به نسبت های ۰/۳ و ۰/۶ درصد/وزنی به ماست های تولیدی اضافه شد. از کوفاکتور فنلی اسیدتانیک به میزان ۱ درصد/وزنی برای پایداری آنتوسیانین در نمونه ها استفاده گردید (Bordignon et al., 2006). برای تعیین مقدار عصاره و پودر اضافه شده به ماست آزمون حسی با کمک ۱۰ نفر ارزیاب برگزار شد. نمونه ها برای بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی به مدت ۲۱ روز نگهداری شدند. تیمارهای تولید شده به ترتیب زیر بودند:

C: شاهد

Y1: ماست و عصاره ۰/۳ درصد

Y2: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۳ درصد

Y3: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۳ درصد و تانیک اسید ۱ درصد

Y4: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۶ درصد

Y5: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۶ درصد و تانیک اسید ۱ درصد

#### بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست تولیدی

##### اندازه گیری میزان ترکیبات فنلی و قدرت

##### آنتی اکسیدانی

مقدار کل ترکیبات فنلی به روش فولین سیوکالتو شرح داده شده توسط Naczki و Shahidi (۲۰۰۴) تعیین شد. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت های ۷۰۰-۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدگالیک استاندارد و رابطه (۴) استفاده شد.

رابطه (۴)

$$y = 0.0062x + 0.3007$$

<sup>1</sup> *Lactobacillus Bulgaricus*

<sup>2</sup> *Streptococcus Thermophilus*

خاصیت گیرندگی رادیکال آزاد عصاره استخراج شده از ماست بر اساس توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون در عصاره‌های اتانولی یا میزان بی‌رنگ کردن محلول بنفش ۲-۲ دی فنیل-۱ پیکریل هیدرازیل (DPPH) در متانول مورد سنجش قرار گرفت (Galvez et al., 2007).

### تعیین میزان آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌های موجود در ماست در روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ از روش Fransis و Fuleki (۱۹۶۸) استفاده شد.

### تعیین میزان آب‌اندازی در نمونه‌های ماست

اندازه‌گیری آب‌اندازی نمونه‌ها بر طبق روش Zainoldin و Baba (۲۰۰۹) انجام شد. وزن مشخصی از ماست (M<sub>1</sub>)، داخل سل سانتریفیوژ با دور ۱۱۰۰ دور بر دقیقه دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس مایع رویی وزن شد (M<sub>2</sub>). با استفاده از رابطه (۵) آب‌اندازی نمونه‌های ماست تعیین گردید.

رابطه (۵)

$$\text{آب‌اندازی} = (M1)/(M2) \times 100$$

### تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها مربوط به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر ریزپوشانی شده از آزمون T-test زوجی و ارزیابی پایداری ترکیبات زیست‌فعال استخراج شده در ماست، به صورت طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. آنالیز آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۰۷ انجام گرفت.

### نتایج و بحث

#### شناسایی ترکیبات فنلی و آنتوسیانین پوست انگور

##### قرمز سردشت با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

در شرایط استخراج بهینه با فراصوت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه مقدار آنتوسیانین ۱۲۱/۶۴۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره، ترکیبات

فنلی ۱۱۴/۱۱۵ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر و قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراج شده نیز ۶۴/۸۹ درصد بود. جدول (۱) ترکیبات فنلی و آنتوسیانین موجود در عصاره پوست انگور قرمز سردشت را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار مربوط به گالیک اسید سپس کاتکین، سالیسیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصاره بهینه پتونیدین-۳<sup>۱</sup> و گلوکوپیرانوزید<sup>۲</sup> و پئونیدین-۳<sup>۳</sup> و گلوکوزید کلرید<sup>۴</sup> شناسایی شد.

جدول ۱ - ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی موجود در عصاره پوست انگور قرمز سردشت

ترکیبات فنلی	مقدار (پی‌پی‌ام)
گالیک اسید	۱۵۰/۱±۰/۰۶
کاتکین	۴۲/۲±۰/۰۴
وانیلیک اسید	۵±۰/۰۱
سالیسیک اسید	۱۰±۰/۰۲
پتونیدین-۳ <sup>۱</sup> و گلیکوپیرانوزید	۹۴/۲۳±۰/۰۶
پئونیدین-۳ <sup>۳</sup> و گلوکوزید کلرید	۶۹۶±۰/۰۲

Ramirez-Lopez و DeWitt (۲۰۱۴) به آنالیز ترکیبات فنلی پوره خشک انگور با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا پرداختند که بیشترین میزان این ترکیبات مربوط به اسیدگالیک<sup>۱</sup>، کاتشین<sup>۲</sup> و اپی‌کاتشین‌گالات<sup>۳</sup> بود. مالویدین<sup>۴</sup> و پلارگونیدین<sup>۵</sup> مهم‌ترین آنتوسیانین‌ها بودند. Samah و همکاران (۲۰۱۲) ترکیبات فنلی پوست ۳ انگور سفید، قرمز و سیاه ارزیابی کردند که بیشترین ترکیبات فنلی در پوست انگور سیاه بود و اصلی‌ترین ترکیب سینامیک اسید بود. محققین زیادی به بررسی ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌های موجود در منابع گیاهی پرداخته‌اند. Simuni و همکاران (۲۰۰۵) مقدار آنتوسیانین در ۴ واریته گیلاس ترش را به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و اسپکتروفتومتری جرمی اندازه‌گیری، آنالیز و شناسایی کردند. دو رنگدانه سیانیدین-۳<sup>۳</sup>- گلیکوزیل روتینوزی و سیانیدین-۳<sup>۳</sup>- روتینوزید به‌عنوان

<sup>1</sup> Petunidin 3-o glucopyranoside

<sup>2</sup> Peonidin 3-o-glucoside Chloride

<sup>3</sup> Gallic Acid

<sup>4</sup> Catechin

<sup>5</sup> Epigallocatechin Gallat

<sup>6</sup> Malvidin

<sup>7</sup> Pelargonidin

آنتوسیانین‌های اصلی گیلاس شناسایی شدند.

تولیدشده از عصاره بهینه پوست انگور قرمز سردشت شامل فعالیت آبی، رطوبت، حلالیت، ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار آنتوسیانین‌ها و پارامترهای رنگی در جدول (۲) آورده شده است.

**بررسی خصوصیات پودر ریزپوشانی‌شده عصاره پوست انگور قرمز سردشت**  
 نتایج مربوط به آنالیز برخی خصوصیات فیزیکی پودر

**جدول ۲ - خصوصیات پودر ریزپوشانی‌شده عصاره پوست انگور قرمز سردشت**

متغیر	نسبت مالتودکسترین به صمغ عربی	میانگین	انحراف استاندارد	t	p-value
رطوبت (درصد)	۲۵-۷۵	۱/۹۴	۰/۱۰	-۱/۲۸	۰/۳۲
	۵۰-۵۰	۲/۰۶	۰/۰۷		
حلالیت (درصد)	۲۵-۷۵	۸۰/۸	۰/۷۵	-۹/۵۴	۰/۰۱
	۵۰-۵۰	۸۵/۱۰	۰/۱۳		
فعالیت آبی	۲۵-۷۵	۰/۱۲	۰/۰۰	-۴۵/۱۹	۰
	۵۰-۵۰	۰/۱۵	۰/۰۰		
ترکیبات فنلی (میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۲۵-۷۵	۳۲۴۰۵/۳۶	۵۵۹۶۲/۲۴	۱	۰/۴۲
	۵۰-۵۰	۱۰۲/۹۸	۱/۴۵		
آنتوسیانین (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۲۵-۷۵	۹۸/۷۳	۰/۸۸	-۸/۹۸	۰/۱۲
	۵۰-۵۰	۱۰۹/۸۸	۱/۲۶		
فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)	۲۵-۷۵	۴۷/۵۶	۰/۱۸	-۱۶/۳۸	۰/۰۰
	۵۰-۵۰	۵۵/۴۰	۰/۶۵		

**رطوبت**

۲ نمونه پودر ریزپوشانی‌شده عصاره پوست انگور قرمز سردشت از نظر مقدار رطوبت مورد مقایسه قرار گرفت. نسبت دیواره‌های مالتودکسترین به صمغ عربی در این پودرها به ترتیب ۵۰ به ۵۰ و ۷۵ به ۲۵ بود. با اینکه بیشترین رطوبت مربوط به نمونه ۵۰-۵۰ (۲ درصد رطوبت) و در نمونه ۷۵ به ۲۵ (۱/۷۴ درصد) بود ولی از نظر آماری این ۲ نمونه اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند ( $P \geq 0/05$ )، (جدول ۲). رطوبت در نمونه‌هایی که نسبت صمغ عربی بیشتر است باید بالاتر از نمونه‌های دیگر باشد، زیرا صمغ عربی هتروپلی‌ساکاریدی با ساختاری شاخه‌دار بوده که دارای گروه‌های هیدروفیل می‌باشد و در نتیجه با مولکول‌های آب پیوند داده و مانع خروج آنها می‌شود (کوروشیان و همکاران، ۱۳۹۴).

**حلالیت**

بیشترین حلالیت در نمونه ۵۰-۵۰ دیده شد (۸۵ درصد) و اختلاف آماری معنی‌دار با نمونه ۲۵-۷۵ (۸۰

درصد) داشت ( $P \leq 0/05$ )، (جدول ۲). ترکیب مالتودکسترین و صمغ عربی حلالیت بسیار بالایی در آب دارد و اصولاً نیز به دلیل همین حلالیت بالا در آب و ویژگی‌های فیزیکی خود در فرایند خشک‌کردن پاششی مورد استفاده قرار می‌گیرند (کوروشیان و همکاران، ۱۳۹۴) ولی نتایج تحقیق Sharifi و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد افزایش درصد مالتودکسترین یا صمغ عربی یا افزایش دما در افزایش حلالیت پودرها تأثیر معنی‌داری نداشت.

**فعالیت آنتی‌اکسیدانی**

نتایج بررسی تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد از این نظر اختلاف معنی‌داری بین دو نمونه تولیدی وجود نداشت ( $P \geq 0/05$ ). قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد در نمونه ریزپوشانی‌شده با دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت ۵۰-۵۰، ۵۵ درصد بود، درحالی‌که در نمونه‌های ریزپوشانی‌شده با دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت ۲۵-۷۵، ۴۷ درصد بود (جدول ۲).

### محتوای ترکیبات فنلی

نسبت مالتودکسترین و صمغ عربی بر محتوای ترکیبات فنلی دو نمونه بررسی شده تأثیر معنی‌دار نداشت. نمونه ریزپوشانی شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی میزان ترکیبات فنلی بیشتری (۱۰۲/۹۸ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نسبت به ۲۵-۷۵ (۹۶/۱۱ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نشان داد (جدول ۲).

### مقدار آنتوسیانین

نتایج ارزیابی محتوای کل آنتوسیانین‌ها در دو نمونه مورد آزمایش نشان داد بیشترین مقدار آنتوسیانین در نمونه ریزپوشانی شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی به میزان ۱۰۹/۸۹ میلی‌گرم/میلی‌لیتر مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) با نمونه ریزپوشانی شده با نسبت ۲۵-۷۵ مالتودکسترین و صمغ عربی داشت (۹۸/۷۳ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) (جدول ۲). Tonon و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تخریب آنتوسیانین‌ها در مدت نگهداری پودر انکپسوله‌شده تولیدشده از آکائی با مواد پوشش‌دهنده مختلف به این نتیجه رسیدند که واکنش تخریب آنتوسیانین‌ها از معادله درجه اول پیروی می‌کند همچنین افزایش دما تأثیر منفی روی محتوای آنتوسیانین پودر حاصل داشت ولی نوع پوشش‌دهنده تأثیر معنی‌داری روی تخریب یا حفظ آنتوسیانین نداشت و آنتوسیانین پودر ریزپوشانی نشده با شدت بیشتری تخریب شد. Sharifi

و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند با افزایش دما مقدار آنتوسیانین نمونه‌های ریزپوشانی‌شده عصاره زرشک با مالتودکسترین و صمغ عربی کاهش می‌یابد ولی تغییر نسبت مواد حامل تأثیر معنی‌داری روی محتوای آنتوسیانین پودرها نداشت.

### فعالیت آبی

در این تحقیق نمونه ریزپوشانی شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی فعالیت آبی بالاتری (۰/۱۵۶) نسبت به نمونه دیگر (۰/۱۲۳) داشت ( $P \leq 0.05$ ) (جدول ۲). افزایش مقدار مالتودکسترین در پوشش سبب کاهش فعالیت آبی شد. نتایج به‌دست‌آمده در این بخش با نتایج حاصل از بررسی رطوبت نمونه‌ها مطابقت داشت. Tonon و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تولید پودر انکپسوله‌شده از آکائی با مواد پوشش‌دهنده مختلف به این نتیجه رسیدند که نوع پوشش‌دهنده تأثیر معنی‌دار روی فعالیت آبی نمونه‌ها دارد.

بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌وشیمیایی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت جدول (۳) نتایج بررسی مقدار آب‌اندازی، آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای ترکیبات فنلی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت را در طول دوره ۲۱ روز نگهداری نشان می‌دهد.

جدول ۳ - تغییرات آب‌اندازی و مقدار آنتوسیانین ماست طی ۲۱ روز نگهداری

تیما	آب‌اندازی				آنتوسیانین			
	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
کنترل	۳/۲۶±۰/۲۱ <sup>Da</sup>	۴/۹۸±۰/۱۲ <sup>C,a</sup>	۶/۹۰±۰/۳۱ <sup>B,a</sup>	۸/۲۴±۰/۵۸ <sup>A,a</sup>	۰.۰±۰.۰ <sup>A,c</sup>	۰.۰±۰.۰ <sup>A,c</sup>	۰.۰±۰.۰ <sup>A,d</sup>	۰.۰±۰.۰ <sup>A,d</sup>
عصاره ۰/۳ درصد	۲/۲۸±۰/۱۸ <sup>C,b</sup>	۲/۸۹±۱/۵ <sup>BC,b</sup>	۳/۴۶±۰/۲۲ <sup>B,b</sup>	۴/۳۳±۰/۳۲ <sup>A,b</sup>	۴/۳۲±۰/۲۴ <sup>A,d</sup>	۳/۵۵±۰/۲۳ <sup>B,d</sup>	۳/۱۸±۰/۲۳ <sup>B,c</sup>	۲/۶±۰/۲۰ <sup>C,c</sup>
پودر ۰/۳ درصد	۰/۹۷±۰/۱۱ <sup>C,c</sup>	۱/۳۳±۱/۱ <sup>BC,c</sup>	۲/۴۴±۰/۱۱ <sup>B,c</sup>	۳/۷۵±۰/۲۲ <sup>A,c</sup>	۷/۵۵±۰/۴۴ <sup>A,b</sup>	۴/۳۹±۰/۳۳ <sup>B,c</sup>	۳/۲۳±۰/۲۵ <sup>C,c</sup>	۲/۹۹±۰/۲۴ <sup>BC,bc</sup>
پودر ۰/۳ درصد+اسیدتانیک	۰/۶۴±۰/۰۹ <sup>C,d</sup>	۱/۱۹±۱/۰۱ <sup>BC,c</sup>	۱/۷۷±۰/۰۵ <sup>B,d</sup>	۳/۵۱±۰/۱۹ <sup>A,d</sup>	۶/۵۶±۰/۳۵ <sup>A,c</sup>	۶/۱۷±۰/۵۱ <sup>A,a</sup>	۶/۱۱±۰/۶۶ <sup>A,a</sup>	۴/۶۴±۰/۳۶ <sup>B,a</sup>
پودر ۰/۶ درصد	۰/۵۴±۰/۰۵ <sup>D,d</sup>	۱/۱۳±۰/۰۱ <sup>C,c</sup>	۱/۸۸±۰/۴۰ <sup>B,d</sup>	۳/۳۴±۰/۱۸ <sup>A,d</sup>	۸/۶۷±۰/۶۱ <sup>A,a</sup>	۵/۳۰±۰/۴۱ <sup>B,b</sup>	۳/۸۶±۰/۲۳ <sup>C,b</sup>	۳/۴۳±۰/۳۱ <sup>C,b</sup>
پودر ۰/۶ درصد+اسیدتانیک	۰/۴۲±۰/۰۱ <sup>D,e</sup>	۰/۷۵±۰/۰۱ <sup>C,d</sup>	۱/۳۵±۰/۲۰ <sup>B,e</sup>	۳/۵۰±۰/۱۵ <sup>A,e,d</sup>	۸/۹۴±۰/۶۸ <sup>A,a</sup>	۶/۵۷±۰/۴۸ <sup>B,a</sup>	۶/۶۸±۰/۵۹ <sup>B,a</sup>	۴/۶۳±۰/۳۳ <sup>C,a</sup>

\* حروف کوچک متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر تیمارها در هر روز در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.  
\* حروف بزرگ متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر تیمار در طی زمان در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



**بررسی مقدار آنتوسیانین**

جدول (۳) نشان می‌دهد که استفاده از عصاره پوست انگور قرمز سردشت، پودر ریزپوشانی این عصاره و همچنین ترکیب عصاره و پودر با اسیدتانیک تأثیر معنی‌دار بر مقدار آنتوسیانین موجود در ماست داشته است ( $P \leq 0/05$ ). بیشترین آنتوسیانین در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز اول پس از تولید (۸/۹۴ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) مشاهده شد. نتایج نشان داد کاربرد پودر ریزپوشانی شده در حفظ محتوای آنتوسیانینی مؤثر بود. بیشترین مقدار آنتوسیانین در نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی شده مشاهده شد که اختلاف آماری کاملاً معنی‌دار با نمونه ماست حاوی عصاره داشت ( $P \leq 0/05$ ). محتوای آنتوسیانین در طول نگهداری نمونه‌های ماست به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت ( $P \leq 0/05$ ). بیشترین مقدار مربوط به روز اول تولید ماست و کمترین مقدار مربوط به روز ۲۱ نگهداری بود.

افزایش میزان پایداری آنتوسیانین در نمونه‌های حاوی اسیدتانیک با نتایج حاصل از تحقیق‌های Gris و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. این محققین آنتوسیانین‌های انگور خاکستری را در سیستم مدل و ماست مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اسیدکافئیک به‌طور قابل توجهی ثبات آنتوسیانین‌ها را در هر دو سیستم ماست و مدل افزایش داد؛ بنابراین با توجه به حضور اسیدتانیک در نمونه‌های این تحقیق نیز، پایداری تقریبی آنتوسیانین‌ها طی نگهداری کاملاً قابل توجیه می‌باشد.

**بررسی میزان ترکیبات فنلی کل**

بیشترین و کمترین محتوای ترکیبات فنلی به‌ترتیب در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز ۷ پس از تولید (۳۵/۲۵ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و نمونه ماست شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

**جدول ۴ - تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی ماست طی ۲۱ روز نگهداری**

تیما	صفات مورد بررسی						
	آنتوسیانین			آب‌اندازی			
	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱	روز ۱۴	روز ۷	روز ۱
کنترل	۱۸/۲۲±۲ <sup>A,d</sup>	۱۷/۳۶±۱/۱ <sup>A,f</sup>	۱۵/۱۹±۱ <sup>B,e</sup>	۱۳/۳۱±۲ <sup>C,e</sup>	۱۱/۳۶±۱ <sup>A,d</sup>	۱۰/۳۱±۱ <sup>A,e</sup>	۹/۳۵±۱/۵ <sup>B,d</sup>
عصاره ۰/۳ درصد	۲۵/۳±۲/۲ <sup>A,c</sup>	۲۴/۴۶±۲ <sup>A,e</sup>	۲۲/۲۴±۲ <sup>AB,d</sup>	۲۰/۷۸±۱/۲۰ <sup>B,d</sup>	۱۷/۶۵±۲/۵ <sup>A,c</sup>	۱۶/۴±۲/۲۰ <sup>A,d</sup>	۱۵/۲۶±۱ <sup>A,c</sup>
پودر ۰/۳ درصد	۳۹/۸۶±۳ <sup>A,b</sup>	۳۶/۶۶±۲/۳۲ <sup>B,d</sup>	۳۵/۶۵±۲/۱۱ <sup>BC,c</sup>	۳۳/۹۳±۱/۲۲ <sup>C,c</sup>	۲۸/۰۸±۱/۳ <sup>A,b</sup>	۲۵/۴۵±۲/۱ <sup>B,c</sup>	۲۴/۸۱±۲/۲ <sup>B,b</sup>
پودر ۰/۳ درصد+اسیدتانیک	۳۸/۵۶±۱/۲ <sup>A,b</sup>	۳۹/۱۸±۳ <sup>A,c</sup>	۳۸/۱۹±۱/۴۵ <sup>A,b</sup>	۳۶/۵۶±۱/۳۵ <sup>B,b</sup>	۲۷/۴۴±۲/۱ <sup>A,b</sup>	۲۸/۹۳±۳ <sup>A,b</sup>	۲۶/۸۰±۲ <sup>AB,b</sup>
پودر ۰/۶ درصد	۴۴/۷۴±۳ <sup>A,a</sup>	۴۵/۵۴±۳/۱۲ <sup>A,b</sup>	۴۵/۱۸±۲/۵۲ <sup>A,a</sup>	۴۳/۴۹±۲ <sup>A,a</sup>	۳۰/۷۳±۱ <sup>B,a</sup>	۳۴/۰۱±۳/۱ <sup>A,a</sup>	۳۲/۴۶±۱/۲ <sup>AB,a</sup>
پودر ۰/۶ درصد+اسیدتانیک	۴۴/۹۴±۱/۳ <sup>B,a</sup>	۴۷/۲۶±۳/۵ <sup>A,a</sup>	۴۶/۷۶±۱/۲۴ <sup>A,a</sup>	۴۵/۶۸±۳ <sup>AB,a</sup>	۳۰/۹۶±۳ <sup>B,a</sup>	۳۵/۲۵±۳ <sup>A,a</sup>	۳۴/۹۵±۳ <sup>A,a</sup>

\* حروف کوچک متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر تیمارها در هر روز در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.  
\* حروف بزرگ متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر تیمار در طی زمان در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

ریزپوشانی و همچنین استفاده از اسیدتانیک در نگهداری ترکیبات فنلی در دوره نگهداری ماست با این نتایج تأیید شد. میزان ترکیبات فنلی نیز با افزایش مدت زمان نگهداری، در ماست کاهش یافت و کمترین مقدار در روز ۲۱ نگهداری مشاهده شد. تغییرات مقدار ترکیبات فنلی در روز ۷ و ۱۴ نگهداری

نمونه ماست حاوی ۰/۳ درصد عصاره پوست انگور قرمز سردشت در روز ۲۱ پس از تولید (۱۳/۲۸ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بعد از نمونه شاهد حاوی کمترین میزان ترکیبات فنلی بود. تمام نمونه‌ها از نظر مقدار ترکیبات فنلی اختلاف معنی‌دار آماری با هم داشتند ( $P \leq 0/05$ ). کارایی فرایند

آنتوسیانین در این تحقیق مطابقت داشت. Sari و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که حضور ترکیباتی نظیر فرولیک، سیناپیک، اسیدکافیک و پلی فنل‌های گیاه رزماری فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مدل غذایی نوشیدنی افزایش می‌دهد.

#### بررسی مقدار آب‌اندازی

نمونه شاهد، بیشترین میزان آب‌اندازی را داشت ( $P \leq 0/05$ ) کمترین آب‌اندازی در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک مشاهده شد. احتمالاً افزایش مقدار ماده جامد در کاهش آب‌اندازی مؤثر بوده است ( $P \leq 0/05$ ). با گذشت زمان نگهداری ماست مقدار آب‌اندازی به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت و بیشترین مقدار آب‌اندازی در روز ۲۱ نگهداری مشاهده شد. کمترین مقدار آب‌اندازی در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز اول نگهداری مشاهده شد و بیشترین مقدار در نمونه شاهد در روز ۲۱ وجود مشاهده شد (جدول ۳).

افزایش آب‌اندازی با افزایش مدت نگهداری مربوط به شل‌شدن بافت ماست و آزادشدن آب متصل به پروتئین‌های آن باشد که تغییرات pH نیز در این امر دخیل هستند و باعث دناتورشدن ساختمان پروتئین‌ها می‌شوند (Dello Staffolo et al., 2004).

#### نتیجه‌گیری

شناسایی کروماتوگرافی ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی کل در عصاره پوست انگور قرمز سردشت نشان داد بیشترین مقدار مربوط به گالیک اسید، سیس کاتکین، سالسیلیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصاره پتونیدین-۳-او-گلوکوپیرانوزید و پئونیدین-۳-او-گلوکوزید شناسایی شد. نتایج ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عصاره پوست انگور قرمز سردشت نشان داد نمونه پودر تولیدشده با نسبت مساوی مالتودکسترین و صمغ عربی حاوی بیشترین ترکیبات زیست‌فعال بود. نتایج

معنی‌دار نبود ( $P \geq 0/05$ ). ترکیبات پلی‌فنلی نمونه شاهد احتمالاً به‌خاطر حضور پلی‌فنل‌ها در شیر می‌باشد که عمدتاً ناشی از تغذیه دام هستند (Chouchouli et al., 2013). نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی و اسیدتانیک نسبت به نمونه دیگر، حاوی ترکیبات فنلی بیشتری بود ( $P \leq 0/05$ ) که دلیل این امر را می‌توان به خاصیت اسیدتانیک در حفظ ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها نسبت داد (Gris et al., 2007). نتایج مطالعه Sari و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که حضور کوپیگمانت‌هایی<sup>۱</sup> مثل اسیدهای فنلی در مدل غذایی نوشیدنی، منجر به افزایش محتوای فنلی نسبت به نمونه‌های بدون کوپیگمانت گردید (Sari et al., 2012).

#### بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی و اسیدتانیک (۴۷/۲۶ درصد) در روز ۷ پس از تولید حاوی بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود که با نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشتند ( $P \leq 0/05$ ). کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه شاهد مشاهده شد. نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی به‌دلیل حفظ بهتر ترکیبات زیست‌فعال، قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نشان دادند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش روزهای نگهداری روند کاهشی داشت. البته در روز ۷ و ۱۴ روند کاهشی معنی‌دار نبود (جدول ۴).

باتوجه به حضور ترکیبات زیست‌فعال در پوست انگور قرمز سردشت، نمونه‌های حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت، به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نشان دادند. مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌ها و روند کاهشی آن در طول نگهداری با نتایج حاصل از ترکیبات فنلی و

<sup>۱</sup> Copigments

قابل ملاحظه بود. بالاترین میزان آنتوسیانین مربوط به نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز صفر بود. نتایج بیانگر افزایش قابل توجه در ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی شده در مقایسه با ماست شاهد بود.

حاصل از بررسی پایداری ترکیبات زیست‌فعال عصاره در ماست نشان داد بیشترین میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک مشاهده شد. علاوه بر این کاهش معنی‌دار ترکیبات زیست‌فعال با افزایش مدت زمان ماندگاری

## منابع

- ۱- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۹. شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و pH- روش آزمون. شماره ۲۸۵۲، چاپ اول.
- ۲- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۲. ماست- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. شماره ۶۹۵، تجدید نظر چهارم.
- ۳- کرمی، م. ۱۳۷۴. شناسایی انگورهای استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- ۴- کوروشیان، م.، شریفی، ا.، مهدویان، ا. و بلوریان، ش. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ریزکپسول‌های عصاره تمشک قرمز وحشی تهیه‌شده با روش خشک‌کردن پاششی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۷(۴): ۸۵-۹۴.
- ۵- مهدوی، ح. و زنجیریان، ا. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت و امکان‌سنجی بازیابی و تولید مواد باارزش از ضایعات کشاورزی و صنایع تبدیلی وابسته. طرح تحقیقاتی پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، تهران.
- 6- Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S.M., Assadpour, E., & Dehnad, D. 2016a. Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85: 379-385.
- 7- Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S.M., Assadpour, E., & Ghorbani, M. 2016b. Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. *Journal of Food Engineering* 181:59-66.
- 8- AOAC. 1990. Official method of analysis. Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemists. N: 934.06.
- 9- Barreca, D., Laganà, G., Leuzzi, U., Smeriglio, A., Trombetta, D., & Bellocco, E. 2016. Evaluation of the nutraceutical, antioxidant and cytoprotective properties of ripe pistachio (*pistacia vera* L., variety bronte) hulls. *Food Chemistry*, 196:493-502.
- 10- Bordignon-Luiz, M.T., Gauche, C., Gris, E.F., & Falcao, L.D. 2006. Colour stability of anthocyanin from Isabel grape in model systems. *Food Science and Technology*, 40(4):594-599.
- 11- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S.N., Karvela, E., Makris, D.P., & Karathanos, V.T. 2013. Fortification of yoghurts with grape (*vitis vinifera*) seed extracts. *Food Science and Technology*, 53(2):522-529.
- 12- Coisson. J.D., Travaglia. F., Piana. G., Capasso, M., & Arlorio, M. 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. *Food Research International*, 38(8-9):893-897.
- 13- Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M., & Bevilacqua, A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3):263-268.

- 14-Ersus, S., & Yurdagel, U. 2006. Microencapsulation of anthocyanin pigments of red carrot (*daucuscarota* L.) by spray drier. *Journal of Food Engineering*, 80(3):805-812.
- 15-Fuleki, T., & Francis, F.J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins, determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *Journal of Food Science*, 33:78-83.
- 16-Galvez, A., Di Scala, K., Rodriguez, K., Mondaca, R.L., Miranda, M., Lopez, J., & Perez-Wan, M. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*capsicum annum*, L. var. hungarian). *Journal of Food Chemistry*, 117(4):647-653.
- 17-Gris, E.F., Ferreira, E.A., & Bordignon-luiz, M.T. 2007. Caffeic acid copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model systems. *Journal of Food Chemistry*, 100(3):1289-1296.
- 18-Karaaslan, M., Ozden. M., Vardin. H., & Turkogla, H. 2011. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *Food Science and Technology*, 44(4):1065-1072.
- 19-Pourali, A., Afrouziyeh, M., & Moghaddaszadeh-ahrabi, S. 2014. Extraction of phenolic compounds and quantification of the total of grape pomace. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1):174-176.
- 20-Rajaei, A., Barzegar, M., Hamidi, Z., & Sahari, M.A. 2010. Optimization of extraction conditions of phenolic compounds from pistachio (*pistachia vera*) green hull through response surface method. *Agriculture Science Technology*, 12(10):605-615.
- 21-Ramirez-Lopez, M.L., & DeWitt, A.M.C. 2014. Analysis of phenolic compounds in commercial dried grape pomace by high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. *Food Science Nutrition*, 2(5):470-477.
- 22-Renata, V.T., & Brabet, M. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*, 43(3):907-914.
- 23-Samah, M.I., Sahar, S.A., Soltan Khaled, A., & Ahmed, M.H. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of white, red, black grape skin and white grape seeds. *Life Science Journal*, 9(4):3464-3474.
- 24-Sari, P., Hanny, H., Sajuthi, D., & Supratman, U. 2012. Colour properties, stability and free radical scavenging activity of jambolan (*syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: natural and copigmented anthocyanins. *Food Chemistry*, 132(4):1908-1914.
- 25-Shahidi, F., & Naczsk, M. 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 26-Sharifi, A., Niakousari, M., Maskooki, A. & Mortazavi, S.A. 2015. Effect of spray drying conditions on the physicochemical properties of barberry (*berberis vulgaris*) extract powder. *International Food Research Journal*, 22(9):2364-2370.
- 27-Simuni, V., Kovac, S.O., sokac, D., Pfannhauser, W., & Murkovic, M. 2005. Determination of anthocyanins in four croatian cultivares of sour cherries (*prunus cerasus*). *European Food Research Technology*, 220(5-6):575-578.
- 28-Tamime, A.Y., & Robinson, R.K. 1999. *Yogurt science and technology*, P: 365-373. woodhead publishing, New Yourk.
- 29-Tonon, R.V., Brabet, C., & Hubinger, M.D. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*euterpe oleracea* mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*, 43(3):907-914.

- 30-Tonon, R.V., Brabet, C., & Hubinger, M.D. 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai (*euterpe oleraceae* mart.) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*, 88(3):411-418.
- 31-Zainoldin, K.H., & Baba, A.S. 2009. The effect of *hylocereus polyrhizus* and *hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis and antioxidant activity in yogurt. *World Academy of science, Engineering and Technology*, 60:361-366.

## Studying Physicochemical Properties of Sardasht Red Grape Skin Encapsulated Extract and Stability Evaluation of These Compounds in Yoghurt

Sara Matini<sup>1</sup>, Seyed Ali Mortazavi<sup>2\*</sup>, Ali Reza Sadeghian<sup>3</sup>, Akram Sharifi<sup>4</sup>

- 1- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
- 2- Professor of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- \* Corresponding author (morteza1937@yahoo.com)
- 3- Assistant Professor, Department of Food Processing, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran
- 4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

### Abstract

Sardasht's red grape (*Vitis Viniferae cv. Rash*) skin is one of the most abundant wastes found in juice factories annually and is a rich source of bioactive compounds. In this research after preparing the extract with ethanol- chloride-acid solution from the skin of Sardasht's red grape, the bioactive compounds were determined using high performance liquid chromatography (HPLC). The results showed the highest amount of phenolic compounds were for gallic acid then catechin, salicylic acid and vanillic acid. The highest levels of anthocyanins were Petunidin 3-o glucopyranoside and Peonidin 3-o-glucoside chloride. Microencapsulation of the skin of Sardasht's red grape extracted is done by maltodextrins and Arabic gum with ratios of 50-50, 75-25. The experiments were carried out, including moisture content, water activity, solubility, anthocyanin, phenolic compounds and antioxidant activity. According to the results, The powder obtained from the microencapsulation of the sample with maltodextrin and Arabic gum (50-50) with the highest phenolic compounds and antioxidant activity were selected and used in yoghurt (0.3-0.6) with tannic acid (1% by weight). Phenolic compounds, anthocyanins, antioxidant activity level of our samples during the 21 days of storage were investigated. The results showed that the most amounts of anthocyanin and phenolic compounds and antioxidant activity were observed in yoghurt with 0.6% powder with tannic acid. Significant increase in phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity of yogurt containing encapsulated powder were observed compared to control yogurt. The results showed that red grape's skin extract and powder can be used in functional food formulations.

**Keywords:** Arabic gum, HPLC, Maltodextrine, Microencapsulation, Sardasht's red grape