(مقاله پژوهشی)

اثر واریته و روش‌حرارتی شرایط اتمسفری و مایکروویو برویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی شیره انگور

مریم میرزایی می‌آبادی[۱]، مهرناز امینی‌فر[۲*]، سیده شیما یوسفی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-استادیار، گروه مواد غذایی، حلال کشاورزی، پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده‌های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران.

۳-استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱

DOI: 10.30495/jfst.2022.1949400.1773

چکیده

شیره انگور، فرآورده‌ای تخمیر نشده که از تغلیظ آب انگور تهیه می‌گردد و به واسطه داشتن میزان مناسبی از مونوساکاریدهای با قابلیت هضم سریع، مواد معدنی، انواع ویتامین، اسیدهای آلی، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی ارزش‌تغذیه‌ای و دارویی بالایی برخوردار است که نوع و درصد ترکیبات تشکیل دهنده آن، تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی قرار می‌گیرد، همچنین شرایط تولید و تغلیظ شیره انگور نیز بر ویژگی‌های کیفی آن نیز تاثیر می‌گذارد. در این پژوهش شیره انگور از دو واریته انگورگزنه‌ای قرمز، انگور فخری سبز با استفاده از روش‌های مختلف تغلیظ شامل حرارت‌دهی در شرایط اتمسفری، مایکروویو و همچنین غلظت‌های مختلف خاک شیره (۰/۵ درصد و ۱ درصد) به همراه کربنات کلسیم تولید و سپس مقادیر ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین و خاصیت آنتی اکسیدانی و همچنین پارامترهای فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته (گرم/ صد میلی‌لیتر) و (بریکس(گرم/ صدگرم) و حسی مورد بررسی قرارگرفت. نتایج مربوط به مطالعه حاضر نشان داد، بالاترین ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین و میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH (۲و۲ – دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز و روش حرارت دهی با مایکروویو مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)، انگور قرمز مقادیر pH، اسیدیته، بریکس و قند کل بالاتری نسبت به انگور سبز دارا بود و استفاده از روش حرارت دهی با مایکروویو تاثیر مثبتی بر ویژگی‌های مذکور نسبت به روش حرارت دهی در شرایط اتمسفر داشت. ترکیب خاک شیره غلظت ۱٪ و کربنات کلسیم غلظت ۳٪ سبب افزایشpH وکاهش مقادیر بریکس و اسیدیته شد ($p<۰/۰۵$). ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تمام شیره‌های تولیدی در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران قرار داشت. بالاترین امتیاز حسی نیز در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۰/۵٪ و انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۱٪ + کربنات کلسیم ۳٪ مشاهده شد. بنابر این به نظر می‌رسد شیره انگور تولیدی ضمن داشتن ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مناسب، می‌تواند به عنوان منبع حاوی ترکیبات زیست فعال با فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی در صنایع غذایی و دارویی مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: انگور قرمز، انگور سبز، مایکروویو، فشار اتمسفر، خاک شیره.

*مسئول مکاتبات: aminifar@ut.ac.ir

۱- مقدمه

انگورگیاهی از خانواده Vitaceae و جنس Vitis است که اکثرارقام تجاری آن متعلق به گونه.V vinifera می باشد. انگورو فرآورده‌های انگور منبع غنی از مواد شیمیایی گیاهی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی ازجمله فلاونول‌ها، پروسیانیدین‌ها، آنتوسیانین‌ها و اسیدهای فنولیک هستند علاوه بر آن حضور اسیدهای‌آلی، قندها و ترکیبات معطردرگوشت‌میوه، موجب شده تا این گیاه اهمیت بالایی از نظر غذایی و دارویی داشته باشد (۲۶، ۳۴). یکی از روش‌های نگهداری و فرآوری انگورکاهش فعالیت آبی آن تبدیل به کنسانتره انگور (شیره انگور) است. شیره انگور، به عنوان یکی از محبوب‌ترین محصولات غذایی سنتی در فرهنگ شرق، که از جوشاندن آب‌انگور بدون افزودن شکر یا سایر افزودنی‌های غذایی پس ازحذف اسیدها تولید می‌شود (۲۸، ۳۹). شیره انگور حاوی مقادیر زیادی قند طبیعی از جمله گلوکز، فروکتوز و ساکارز و مواد معدنی مانند کلسیم و آهن و منبع خوبی از ویتامین‌ها (A، C، B_2 وB_1)، اسیدهای‌آلی و برخی از عوامل‌آنتی‌اکسیدانی‌مانند فنولیک و فلاونوئیدها، آنتوسیانین می‌باشد. همچنین دارای سطوح بالایی از مونوساکاریدها (گلوکز و فروکتوز)، با میانگین ارزش انرژی ۲۹۳کیلو کالری‌در۱۰۰ گرم می باشد. بنابراین ماده غذایی ارزشمندی است و می‌تواند نقش مهمی در رژیم غذایی‌گروه‌های سنی مختلف به ویژه کودکان و ورزشکاران ایفا کند (۲۸، ۲۹ ، ۳۹). مقدار و نسبت اجزای ترکیبات فنولی و آنتوسیانین ها با توجه به گونه‌ها، ارقام و میزان رسیدگی انگورها، آب وهوا، مهارت‌های‌کاشت و نگهداری انگور و نواحی‌که انگورها در آن جا رشد می‌کنند با همدیگر فرق می‌کنند (۵، ۱۹). معمولا براساس رنگ انگور نوع قرمز و نوع سفید یا سبز شیره تولیدی به نام شیره قرمز وشیره سفید نام‌گذاری می‌شود. با توجه به ترکیبات موجود در هرگونه انگور، شیره حاصل‌آن خصوصیت را دارا است. علاوه بر نوع واریته انگور زمان حرارت‌دهی بر رنگ شیره انگور نیز تاثیر دارد (۱۳). در تولید شیره ،به علت استفاده از حرارت‌های بالا واکنش های نامطلوب متعددی طی فرآیند حرارتی صورت می‌گیرد که منجربه تخریب‌مواد مغذی و فیتوشیمیایی‌های آن می‌شود. هرچه درجه حرارت‌بالاتر و مدت زمان حرارت نیز بیشتر باشد ارزش‌تغذیه‌ای ماده غذایی هم‌کمتر می‌شود پس‌تقریبا تمام ویتامین‌های موجود، پلی فنل‌ها، فلاونوئیدها، قدرت آنتی اکسیدانی، در آب میوه با حرارت دادن از بین می‌روند وفقط قندها و کربو هیدرات‌ها باقی می‌مانند (۱۲). مشخص شده است که استفاده از روش های سنتی تبخیر در تهیه کنسانتره آب میوه ها منجر به تخریب بسیاری از ترکیبات زیست‌فعال‌و تغذیه‌ای آن‌ها می شود. بنابراین بهبود روشهای حرارتی از جمله کاهش فشار طی حرارت‌دهی و یااستفاده ازروش‌های حرارت‌دهی دیگر از جمله مایکروویو می‌تواندافت‌کیفی‌شیره راکاهش دهد(۳۱). با کاهش فشار اتمسفری، نقطه جوش‌کاهش می‌یابد. این روش یکی از مهم‌ترین راهکارهایی‌است‌که امروزه در بسیاری ازصنایع تولید محصولات با ارزش و حساس به حرارت، استفاده می‌گردد. در این روش با ایجاد خلاء، فشار سطح مایع کاهش‌یافته و مایع با فشار بخارکمتر تبخیرمی‌گردد. در نتیجه ضمن جلوگیری‌از تخریب حرارتی محصول، مصرف انرژی در فرایند تولید کاهش می‌یابد (۱۲). همچنین طی سال‌های اخیر، استفاده از روش حرارت‌دهی مایکروویو افزایش یافته است. مایکروویو یک روش حرارتی به شمار می‌آید که به دلیل سازگاری صنعتی، سهولت کار، حداقل هزینه، مصرف انرژی کم و حفظ بالای ترکیبات زیست فعال مفید به نظر می‌رسد. انرژی مایکروویو به علت نرخ حرارت‌دهی بالا، کاهش زمان فرایند، ایجاد حرارت یکنواخت، ایمنی وآسان بودن استفاده از آن و هزینه نگهداری پایین مورد استقبال فراوانی واقع شده است. همچنین عمق نفوذ بالای مایکروویو سبب ایجاد حرارت حجمی شده که باعث افزایش نرخ حرارت و کاهش زمان فرایندمی‌شود.علاوه بر این به کارگیری حرارت مایکروویو نسبت به روش حرارت‌دهی معمولی می‌تواند در حفظ و کاهش اتلاف عطر و طعم و کیفیت تغذیه‌ایی‌موادغذایی موثر واقع شود (۴۵،۳۵).مواد تشکیل‌دهنده شیره علاوه بر انگورخاک شیره نیز است که خاصیت قلیایی دارد و به

رنگ‌های قهوه‌ای، سبز، قرمز می‌باشد. این خاک موجب ته نشین کردن مواد معلق شده و همچنین اسیدیته آب انگور را نیز خنثی می‌کند. افزایش خاک شیره به طور معنی‌داری موجب کاهش اسیدیته وافزایش pH[1]می‌شود زیرا خاک شیره خاصیت قلیایی دارد. به منظور خنثی‌سازی اسیدیته از کربنات کلسیم[2] استفاده‌می‌شود. کربنات کلسیم با PH برابر۹ ماده‌ای بسیار جاذب است که درصنایع مختلف به ویژه برای خنثی سازی استفاده می‌شود. در این حالت اسیدتارتاریک‌به‌صورت تارتارات‌کلسیم غیرمحلول ته‌نشین شده و درنهایت به وسیله فیلتراسیون جدا شود (۱۱، ۳۹). عوامل متعددی بر روی ویژگی‌های شیره انگور مانند مقدار خاک شیره و رقم واریته انگور و فرآیندهای حرارتی موثر است. بررسی در مورد هریک از این عوامل تاثیرگذار کیفیت شیره را تحت تاثیر قرار خواهد داد و ارزش تغذیه‌ای آن را چند برابر می‌کند و به ارتقاء تولید آن کمک می‌کند. با توجه به تولید انبوه انگور در کشور و داشتن تنوع ارقام مختلف انگور، و استفاده آن برای تولید محصولاتی نظیرکنسانتره‌ها و نیز تولید شیره برای حفظ و نگهداری و انتقال ترکیبات مفید که لازمه سلامتی است اطلاع از روش تولید صحیح با درصدهای مناسب ترکیبات نظیر خاک شیره به عنوان یک کمک فرآیند و نیز انجام فرآیندهایی نظیر حرارت‌دهی مطلوب توصیه می‌گردد بنابر این هدف از این تحقیق، بررسی اثر واریته و روش‌های مختلف تغلیظ شامل حرارت دهی در شرایط اتمسفری، مایکروویو بر ویژگی‌های شیره انگور به منظور یافتن بهترین فرمولاسیون می‌باشد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد اولیه

واریته انگورقرمز (انگورگزنه‌ای)، انگور سفید یا سبز (انگور فخری) از شهرستان ملایر و خاک شیره (۱/۵-۰ درصد) از کوه‌های اطراف ملایر استان همدان تهیه و همچنین کربنات کلسیم، سایرترکیبات و محلول‌های آزمایشگاهی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- تولید شیره انگور

به منظور شست‌وشوی انگور از روش شناوری استفاده شد، در این روش ابتدا انگورها وارد ظروف بزرگ پرآب شد، در اثر این عمل خوشه‌ها یا حبه‌های آسیب دیده و آفت‌زده روی سطح ظرف جمع شده و از لبه‌های اطراف همراه آب خارج شده و خوشه‌ها یا حبه‌های سالم هم در ظرف ته‌نشین شد. سپس آب انگورها، با استفاده از متداول‌ترین روش، استفاده از پرس‌استخراج و صاف شد و حجم هر نمونه۴۰۰ میلی‌لیتر برای شروع آزمایش بود. در این مرحله به منظور خنثی‌سازی اسیدیته و شفاف سازی آب انگور، جاذب‌های خاک شیره (۰/۵٪ و ۱٪) وکربنات کلسیم (۳٪) به صورت باهم و تکی اضافه شدند (۱۱، ۳۹). سپس تغلیظ آب انگور با استفاده از دو روش‌مایکروویو و فشار اتمسفر کاهش یافته به صورت زیر انجام شد:

۲-۲-۱-فرآیندحرارت‌دهی‌درفشاراتمسفرکاهش‌یافته

برای این منظور، ۵۰۰ میلی لیتر آب انگور تازه به وسیله یک تبخیرکننده چرخشی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ شد. بریکس نمونه ها هر چند دقیقه یک بار اندازه‌گیری شد (۱۲).

۲-۲-۲-فرآیندحرارت‌دهی استفاده از اشعه‌مایکروویو

برای‌این روش از یک دستگاه مایکروویو خانگی قابل برنامه ریزی استفاده شد. از آن جایی‌که استفاده از توان های بالای ۳۵۰ وات برای حرارت‌دهی در این روش سبب مشکلاتی از جمله ایجاد کف می شود در این پژوهش از حداکثر توان ۳۵۰ وات برای مدت زمان ۱ساعت استفاده شد. ۵۰۰ میلی‌لیتر آب‌انگوردرون بشریخته و بشر درمحفظه مایکروویو جهت حرارت‌دهی قرار داده شد. بریکس نمونه ها هر چند دقیقه یک‌باراندازه‌گیری‌شد (۱۲). پس از تهیه شیره مورد آزمایش به دلیل این‌که وجود حباب‌های هوا می‌تواند بر، ویسکوزیته شیره تاثیر بگذارد تمام نمونه ها به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد

1- Potential of Hydrogen
2- Calcium Carbonate ($Ca\ Co_3$)

برای حذف کامل حباب‌ها نمونه‌ها را درون ظروف شیشه‌ای ریخته به مدت ۲ روز در یخچال نگهداری گردید (۱).

در مجموع مطالعه حاضر شامل ۸ تیمار بود:

تیمار۱: انگور گزنه ای قرمز، مایکروویو، خاک شیره ۰/۵٪

تیمار۲: انگور گزنه ای قرمز، مایکروویو، خاک شیره ۱٪ و کربنات کلسیم۳٪

تیمار۳: انگورگزنه ای قرمز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۰/۵٪

تیمار۴: انگورگزنه ای قرمز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۱٪، کربنات کلسیم ۳٪

تیمار ۵: انگور فخری سبز، مایکروویو، خاک شیره ۰/۵٪

تیمار۶: انگور فخری سبز، مایکروویو، خاک شیره ۱٪، کربنات کلسیم ۳٪

تیمار۷: انگور فخری سبز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۰/۵٪

تیمار۸: انگور فخری سبز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۱٪، کربنات کلسیم ۳٪

۲-۳- محتوای پلی‌فنلی کل

نمونه شیره را در حدود ۰/۱ میلی لیتر با ۲ میلی لیترکربنات سدیم۲٪مخلوط گردید، بعداز۲دقیقه۰/۱میلی‌لیتر واکنش‌گر فولین - سیوکالتو اضافه شد محلول را در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه رها گردید. نمونه‌ها در مقابل یک شاهد با استفاده از اسپکتوفتومتر وطول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه گیری گردید. محتوای فنولی کل برحسب میلی گرم هم ارز اسید گالیک در میلی لیتر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد بیان گردید (۳).

۲-٤-اندازه‌گیری فلاونوئیدها (روش رنگ‌سنجی‌آلومینیوم کلراید)

۰/۵ میلی‌لیتر از نمونه با ۱/۵ میلی لیتر متانول و ۰/۱ میلی لیتر پتاسیم استات ۱ مولار و۲/۸ میلی لیتر از آب مقطر مخلوط گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد وسپس جذب‌آن را در۴۱۵نانومتراندازه‌گیری‌گردید. توسط دستگاه اسپکتروسکوپی خوانده شد (۳).

۲-۵ -آنتو سیانین کل

نمونه شیره را درحدود ۰/۱ میلی‌لیتر با متانول اسیدی شده (HCL / متانول ۱٪) مخلوط شد در محیط تاریک با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ دقیقه ذخیره گردید و سپس با دور۹۱۰۰×gبه‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید، سانتریفیوژ آنتوسیانین موجود در مایع‌روبی توسط‌اسپکتروفتومتر در۵۳۰ و۶۵۷ نانومتر اندازه گیری گردید (۳).

۲-٦ -تعیین عملکرد آنتی‌اکسیدانی

۱میلی لیترمحلول ۰/۱ میلی‌مولار، DPPH (۲و۲ – دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل)، به ۱ میلی لیتر از نمونه شیره اضافه شد و مخلوط حاصل را به خوبی تکان داده شد وبه مدت ۱۵دقیقه دراتاق تاریک قرار گرفت سپس جذب مخلوط توسط دستگاه اسپکتوفوتومتر UV در ۵۱۷ نانومتر با بلانک متانول را انجام شد ازاسکوربیک اسید به عنوان استاندارد استفاده گردید (۳).

۲-۷-آزمون‌موادجامدمحلول‌درآب(تعیین‌بریکس)، (روش رفراکتومتری)

برای‌تعین بریکس نمونه از دستگاه رفراکتومتر دستی استفاده گردید. ابتدا دستگاه را با آب مقطر روی عدد صفر تنظیم کرده، سپس چند قطره آزمونه با دمای ۲۰ درجه سلسیوس را روی منشور رفراکتومترکه بر حسب ساکارز درجه بندی شده است قرار داده شد و پس از حذف پراکندگی نوری و ایجاد دو بخش مساوی روشن و تاریک در صفحه نمایانگر، غلظت مواد جامد محلول درآب را بر حسب بریکس در دمای۲۰ درجه سلسیوس‌خوانده شد. نتیجه بر حسب‌گرم درصد گرم نمونه بیان شد. چنانچه رفرکتومتر بر اساس عدد ضریب شکست تنظیم شده باشد، باید با مراجعه به جداول مربوطه، درصد ساکارز را محاسبه کرد. اگر دمای آزمونه بیشتراز۲۰درجه‌سلسیوس‌باشد بایدبه‌ازای‌هر درجه سلسیوس، مقدار ۰/۰۰۰۲۳ به عدد خوانده‌شده افزود. اگر دمای آزمونه کمتراز۲۰ درجه سلسیوس باشد باید به ازای هر درجه سلسیوس، مقدار ۰/۰۰۰۲۳ از عدد خوانده شد کم‌کرد تا عدد واقعی غلظت محاسبه گردد. در مورد نمونه‌های غلیظ (کنسانتره، شربت)، اگرازرفرکتومترهای‌جدیدی که‌بر حسب

غلظت بالا ساخته شده‌اند استفاده شود نیازی به رقیق‌کردن نمونه نیست. در غیر این صورت آزمونه باید از محلول ۱۰ درصد وزنی‌آن تهیه شود و سپس بریکس آن محاسبه گردد (۱).

۲-۸- اندازه‌گیری pH

دستگاهpH مترا به ترتیب با محلول بافر با ۷= pH و محلول بافربا۴=pH کالیبره گردید سپس مقداری از آزمایه در یک بشر خشک و تمیز ریخته شد و الکترود pH متر را درون آن قرار داده شد دمای pH متر با توجه به دمای آزمونه تنظیم گردید. پس از ثابت‌شدن عدد، pH آزمونه خوانده شد (۱).

۲-۹- اسیدیته

ابتدا دستگاهpH متر به ترتیب با محلول بافربا۷ =pH و محلول‌بافر با ۴= pH کالیبره گردید، سپس ۵۰ میلی‌لیترآب مقطرتازه جوشیده و سرد شده را به یک بشر منتقل گردید و آزمونه به آن اضافه شد، یک عدد مگنت را داخل بشر قرار داده وسپس‌بشرراروی هم زن مغناطیسی قرار گرفت الکترود pH متر را به آرامی درون بشر قرارداده شد و دستگاه همزن مغناطیسی‌وpHمترراروشن‌کردیم سپس محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال را قطره قطره اضافه شد تاpH آزمونه به۸/۱ رسید، حجم هیدروکسید سدیم مصرفی یادداشت گردید (۱).

۲-۱۰- ویژگی‌های حسی

آزمون ویژگی‌های حسی شامل رنگ، عطر و طعم می باشد. از روش هدونیک ۵ نقطه ای استفاده شد. نمونه‌ها در اختیار ۶ نفر ارزیاب قرارگرفت تا نظرات خود را در فرم‌های نظرسنجی‌درستون‌امتیازعلامت‌گذاری کردند گروه ارزیابان باید از جنس‌ها و گروههای سنی مختلف باشند و نسبت به مصرف فرآورده حساسیت‌خاصی‌نداشته باشند. زمان ارزیابی بین ساعت ۹ تا ۱۱ صبح است و ارزیاب‌ها باید از خوردن مواد غذایی و استعمال دخانیات حداقل نیم ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. هر ارزیاب باید به صورت محرمانه، مجزا وبه دور از هر گونه اعمال نظر به انجام آزمون بپردازد.

۲-۱۱- تجزیه و تحلیل‌آماری

کلیه‌آزمایش‌هادرطرح‌آزمایشی‌کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام‌شد و نتیجه به صورت میانگین با انحراف معیار گزارش گردید. آنالیزآماری تیمارها توسط جدول آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار (SPSS version 18) صورت‌گرفت. برای بیان اختلاف معنی‌داری میانگین‌ها از آزمون‌دانکن‌درسطح۰/۰۵ استفاده شد و نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی مقادیر ترکیبات فنلی و فلانوئیدی

روش فولین– سیوکالتوازمتداولترین روش‌های اندازه گیری ترکیبات‌فنلی است. اساس کار در این روش، احیای معرف فولین‌توسط‌ترکیبات‌فنلی‌در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی‌رنگ‌است‌که حداکثرجذب را درطول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد. انگورمنبع غنی از ترکیبات فنلی (عمدتاً در پوست‌ودانه)است‌که به‌دلیل تأثیر آن بر برخی از ویژگی‌های مهم‌حسی آب انگور و شیره، مانند رنگ و پایداری، بررسی مقادیرترکیبات فنلی درگونه‌های مختلف آن امری ضروری است(۴۱). فلاونوئیدهااز ترکیبات پلی فنلی با وزن مولکولی کم و دارای اسکلت دی فنل پروپان، گروه بزرگی از این متابولیت‌های ثانوی هستند که تقریبا در همه گیاهان وجود دارد(۳۳) واز مهم‌ترین‌ترکیبات موجود در انگور می باشند. فلاونوئیدهای انگور و فراورده های‌آن اثرات سودمند بر بیماریهای قلبی–عروقی، گرفتگی‌عروق و برخی ناهنجاری های متابولیکی دارند و می‌توانند به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی از بروز سرطان جلوگیری نمایند (۴۳). نتایج مربوط به مقادیر ترکیبات فنلی(جدول۱) و فلاونوئیدی (جدول۲) با هم، هم‌خوانی‌داشت،به‌طوری‌که،مقادیرترکیبات‌فنلی‌و فلاونوئیدی انگورقرمزبه‌طورمعنی‌داری‌بالاترازانگور سبز بود (P<۰/۰۵). Shivraj و همکاران (۲۰۱۳) اعلام نمودند مقادیر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در انگورهای تیره‌تر بالاتر از انگورهای روشن می‌باشد (۴۲). روش استخراج شیره تاثیر معنی‌داری بر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی داشت (P<۰/۰۵)، اما مقادیر خاک شیره و کربنات کلسیم تاثیر معنی‌داری بر مقادیر آن

نداشت(P>۰/۰۵).بالاترین‌میزان‌ترکیبات‌فنلی و فلاونوئیدی در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۱٪+کربنات کلسیم۳٪ و انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک‌شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (P<۰/۰۵) و پایین‌ترین مقادیر درتیمارهای‌انگورفخری‌سبز+تغلیظ‌حرارتی+خاک‌شیره ۱٪+ کربنات‌کلسیم۳٪ و انگورفخری‌سبز+ تغلیظ حرارتی+ خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (P<۰/۰۵). در مجموع، ترکیبات فنلی در برابر تخریب حرارتی بسیار حساس بوده و میزان اتلاف آن‌ها در طی فرآیند حرارتی بسیار زیاد می باشد. همچنین این ترکیبات می‌توانند در طول فرآیند حرارتی تحت‌واکنش‌های‌مختلفی‌مانندهیدورکسیلاسیون، متیلاسیون، ایزوپرنیلاسیون و ایمریلاسیون و یا گلیکوزیلاسیون قرار گیرند. بعد از اعمال فرایند حرارتی به دلیل شکسته شدن پیوندهای استری و گلیکوزیدی و سایر پیوندهای موجود در ساختار اسیدهای فنلی، توزیع اسیدهای فنلی دستخوش تغییر می‌شود. بطور خلاصه فراکسیون‌های آزاد افزایش یافته و فراکسیون‌های‌استری، گلیکوزیدی و فراکسیون‌هایی که دارای پیوند استری می باشند کاهش می‌یابند و علاوه بر این تغییر ساختار اسیدهای فنلی، مقدار آن‌ها نیزکاهش می‌یابد (۲۵). تسریع زمان فرآیند و دلیل انتقال همه جانبه گرما و ایجاد حرارت کمتر توسط مایکروویو باعث حفظ بیشترترکیبات فنلی‌وفلاونوئیدی نسبت به روش‌حرارت دهی معمولی‌می‌شود(۳۰)، همچنین گرمای‌بالای شرایط اتمسفری و انتقال مداوم گرما از سطح به داخل نمونه موجب از بین رفتن ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای موجود در شیره هنگام فرایند تغلیظ می شود (۳۸). این نتایج با نتایج، رسولیان و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با میزان ترکیبات فنلی آب گریپ فروت (۸) وعیدخانی و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با میزان ترکیبات فنلی و فلانوئیدی آب لیموترش‌تحت تاثیر شرایط‌حرارتی اتمسفری و مایکروویو (۱۲) هم خوانی دارد.

جدول۱-مقادیر ترکیبات فنلی (میلی گرم گالیک اسید/ گرم) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۲۸/۱۲±۰/۴۳^{Aa}	۲۸/۷۳±۰/۸۶^{Aa}	۲۳/۷۴±۱/۰۵^{Ab}	۲۴/۹۰±۰/۲۷^{Ab}
انگور سبز	۱۳/۳۹±۰/۹۰^{Ba}	۱۴/۱۴±۰/۶۰^{Ba}	۱۰/۳۲±۰/۲۷^{Bb}	۱۰/۳۰±۰/۶۸^{Bb}

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

جدول۲- مقادیر ترکیبات فلانوئیدی (میلی گرم/ گرم) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۴/۷۱±۰/۱۰^{Aa}	۴/۸۴±۰/۲۵^{Aa}	۴/۱۷±۰/۱۱^{Ab}	۴/۱۵±۰/۱۰^{Ab}
انگور سبز	۳/۸۶±۰/۱۱^{Ba}	۳/۹۰±۰/۰۵^{Ba}	۳/۱۶±۰/۰۸^{Bb}	۳/۱۵±۰/۰۴^{Bb}

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-۲- بررسی میزان آنتوسیانین

آنتوسیانین‌ها عملکردهای زیست فعال زیادی دارند و نقش مهمی‌درکیفیت انگور قرمز دارند. آنتوسیانین‌ها توسط مسیر فلاونوئیدی‌سنتز می‌شوند و به طور گسترده در بافت‌های مختلف گیاهی وجود دارند. در پوست انگور، آنتوسیانین‌ها درطول رسیدن در مرحله ورایسون[1] سنتز می‌شوند (۳۲). در چندین‌گونه‌میوه، سهم آنتوسیانین در فعالیت آنتی اکسیدانی و ارزش غذایی، از جمله انگور، مشهود است (۲۷). با توجه به نتایج (جدول ۳) در شیره‌های استخراج شده از انگور فخری سبز، آنتوسیانینی مشاهده نشد. رنگ انگور در ارتباط با محتوای کل آنتوسیانین، می باشد. گزارش شده است که آنتوسیانین‌ها به طور نابرابر در قسمت‌های مختلف انگور توزیع‌شده است. با این حال، آنتوسیانین‌ها عمدتاً در پوست انباشته شده است (۱۶)، بنابر این با توجه به تاثیر مستقیم آنتوسیانین بررنگ وبا توجه به این‌که‌آنتوسیانین درمیوه های قرمزیافت می‌شود، بنابر این عدم وجود آنتوسیانین در انگور سبزامری بدیهی است. Carreno و همکاران (۱۹۹۶) اعلام نمودند بیشترین مقادیرآنتوسیانین در رقم قرمز می باشد و علاوه بر این‌آن‌ها اعلام نمودند مقادیر آنتوسیانین‌کل در۲۰ رقم‌انگورسیاه و برنز، ارقام‌سیاه‌دارای آنتوسیانین کل بالاتری نسبت به برنز داشتند (۱۷).Hasanaliyeva و همکاران، (۲۰۲۰) اعلام نمودند تقریبا هیچ آنتوسیانینی در انگورهای سبز رقم ویدیانو[2] و ویلانا[3] یافت نشد (۲۶). پژمان‌مهر و همکاران، (۱۳۹۴) نیز اعلام نمودند دررقم‌انگور آب (نوعی انگور سبز) هیچ نوع آنتوسیانینی یافت نشد (۵). در مجموع در انگورهای سفید و سبز عدم فعالیت و بیان دو فاکتور رونویسی VvMYBA1 و VvMYBA2 که درکنترل بیان ژن VvUFGT نقش دارند، منجر به تولید نشدن آنتوسیانین می شود (۴۴). مقادیر آنتوسیانین به طور معنی داری تحت تاثیرروش تهیه شیره بود (P<۰/۰۵). اما مقادیر خاک شیره وکربنات‌کلسیم‌تاثیرمعنی‌داری‌بر مقادیر ترکیبات آنتوسیانین نداشت (P>۰/۰۵). بالاترین میزان آنتوسیانین در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۰/۵٪ و انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۱٪ و کربنات کلسیم۳٪ مشاهده شد (به ترتیب ۱۹/۷۰ و۱۹/۶۲ میلی‌گرم/ گرم) (P<۰/۰۵). سرعت تخریب‌آنتوسیانین می‌تواند به مکانیسم‌های‌مختلفی مرتبط باشد. تخریب سریع آنتوسیانینها دردمای‌بالاترممکن‌است‌به‌دلیل‌هیدرولیزساختار۳-گلیکوزید باشدکه اثرمحافظتی در آنتوسیانین ناپایدار دارد. فرض دیگر این است که هیدرولیز حلقه پیریلیوم باعث تولید چالکون می شود که مسئول رنگ قهوه‌ای تولید شده درموادغذایی حاوی آنتوسیانین است (۳۸). Yousefi وهمکاران (۲۰۱۳) نیزاعلام نمودند که میزان تخریب آنتوسیانین‌ها در گرمایش مایکروویو در مقایسه با گرمایش معمولی‌کمتر است (۴۶). بنابراین مطابق مطالعه‌آن‌ها، حرارت دادن مایکروویو برای حفظ‌آنتوسیانین‌موجود در شیره انگور بهتر است. این ممکن است‌بااین‌واقعیت‌توضیح‌داده‌شودکه درگرمایش مایکروویو، گرمای کنترل شده در سرتاسر مواد تولید می‌شود که منجر به سرعت‌گرمایش سریع‌تر شده، در مقایسه با گرمایش معمولی‌که درآن‌گرمامعمولاً از سطح به‌داخل منتقل می‌شود (۱۴). Naderi و همکاران (۲۰۱۵) در ارتباط با تولید آب تمشک تولیده شده توسط مایکروویو و حرارت معمولی اعلام‌نمودند،حرارت‌دهی‌به‌مایکروویوسبب حفظ آنتوسیانین بیشتری نسبت به حرارت معمولی می‌شود (۳۸). Mihaela وهمکاران (۲۰۱۸) نیزاعلام نمودند افزایش‌دمای حرارت دهی سبب کاهش‌مقادیرآنتوسیانین درآب‌آلوقرمز می‌شود (۳۷).

1-Veraison
2-Vidiano
3-Villiana

جدول ۳- مقادیر آنتوسیانین (میلی گرم/ گرم) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۱۹/۷۰±۰/۶۵^{Aa}	۱۹/۶۲±۰/۷۵^{Aa}	۱۵/۶۱±۰/۴۵^{Ab}	۱۵/۹۸±۰/۲۸^{Ab}
انگور سبز	$_{Ba}$	$_{Ba}$	$_{Ba}$	$_{Ba}$

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-۳- بررسی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی

دراین‌تحقیق، فعالیت زدودن رادیکال‌های آزاد شیره توسط توانایی‌آن‌ها در فرو نشاندن رادیکال مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسایشی‌ترکیبات طبیعی و غیرطبیعی وجود دارد، اما روش به کار رفته در این آزمایش به دلیل سادگی و زمان کوتاه لازم برای انجام آن یکی از روش‌های متداول می باشد. نتایج مقادیر فعالیت رادیکال آزاد DPPH (جدول ۴) انگور قرمز به طور معنی داری بالاتر از فعالیت رادیکال آزاد DPPH انگور سبز بود (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به خاصیت آنتی اکسیدانی با نتایج مربوط به ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و مقادیرآنتوسیانین هم‌خوانی دارد. ترکیبات فنلی و سایر مواد شیمیایی گیاهی[1] با خاصیت آنتی اکسیدانی موجود در میوه‌ها وسبزیجات جز ترکیبات زیست فعالی هستند که قادر به خنثی سازی رادیکال‌های آزاد بوده و نقش بسیار مهمی‌درجلوگیری از بیماری‌های خاصی ایفا می‌کنند (۲۰). این نتایج با مطالعات قبلی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی را در انواع مختلف انگور (سفید، قرمزوسیاه) و انگورهای ارگانیک و معمولی از همان رقم مقایسه‌کرده بودند، مطابقت دارد (۱۵، ۲۶). علاوه بر این، همان طورکه قبلا برای‌سایرگونه‌های انگورسفید اشاره نمودیم، گونه های انگورسفیدکه فاقد آنتوسیانین بودند، فعالیت آنتی اکسیدانی پایین‌تری نیز دارا می باشند (حسنعلیوا و همکاران، ۲۰۲۰). مطابق‌گزارشات قبلی، فعالیت آنتی اکسیدانی در انگور قرمز و سیاه نسبت به انگور سفید بین واریته های متعلق به همان نوع انگور بالاتر است (۱۵، ۲۶ و ۲۷). روش استخراج شیره تاثیرمعنی‌داری‌برفعالیت‌رادیکال‌آزادDPPH داشت (P<۰/۰۵)، اما مقادیر خاک شیره و کربنات کلسیم تاثیر معنی‌داری بر مقادیر فعالیت رادیکال آزاد DPPH نداشت(P>۰/۰۵). بالاترین میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۱٪+کربنات کلسیم۳٪ و انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (به ترتیب ۵۷/۶۵ و ۵۶/۳۵ میلی گرم/ گرم) و پایین‌ترین میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH در تیمارهای‌انگورفخری‌سبز+تغلیظ‌حرارتی+ خاک شیره ۰/۵٪ وانگورفخری‌سبز+ تغلیظ‌حرارتی+ خاک‌شیره ۱٪ + کربنات کلسیم۳٪ مشاهده شد (به ترتیب ۲۹/۷۹ و۳۱/۵۴ میلی‌گرم/ گرم) (P<۰/۰۵). تخریب حرارتی ویژگی‌های کیفی شیره در طی فرآیند حرارتی به طور مستقیم در ارتباط با دما و زمان فرآیند می باشد. با تخریب و کاهش ترکیبات فنلی کل و سایر ترکیبات فیتوشیمیایی فعالیت آنتی اکسیدانی نیز کاهش می یابد (۴۰). استفاده از فشارهای عملیاتی بالا منجر به تخریب ظرفیت آنتی اکسیدانی شیره می‌شود. در بررسی اثر روش حرارت در تخریب فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد که تسریع زمان فرایند و ایجاد حرارت کمتر توسط مایکروویو باعث حفظ بهتر فعالیت آنتی اکسیدانی کنسانتره شیره شد. نتایج به دست آمده توسط سایر محققین از جمله Fazaeli و همکاران (۲۰۱۳) در مورد کنسانتره آب انار (۲۲)، Ekici (۲۰۱۴) در مورد شربت زغال‌اخته (۲۰)، Yousefiو همکاران (۲۰۱۳) در ارتباط با آب انار(۴۶) و رسولیان و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با آب گریپ فروت

[1] -Phytochemicals

(۸) و عیدخانی و همکاران (۱۳۹۶) در ارتباط با آب لیمو ترش (۱۲) نتایج حاصله از این آزمایش را زمینه حفظ بیشتر ترکیبات آنتی اکسیدانی نیز تأیید می‌کند.

جدول٤- مقادیر فعالیت رادیکال آزاد DPPH (درصد) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	٥٦/٣٥±١/٠١^{Aa}	٥٧/٦٥±٢/١٣^{Aa}	٤٨/٢٢±١/٠٠^{Ab}	٤٦/٨١±٠/٨٥^{Ab}
انگور سبز	٣٦/٠٦±٠/٩٥^{Ba}	٣٦/٣٠±١/٦٦^{Ba}	٢٩/٧٩±١/٢٣^{Bb}	٣١/٥٤±١/٧٨^{Bb}

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-٤-بررسی مقادیر بریکس

با توجه به نتایج مقادیر عددی بریکس (جدول ۵) نوع انگور بر میزان مواد جامد محلول تاثیر گذار بود و انگور گزنه‌ای قرمز مقادیر مواد جامد محلول بالاتری نسبت به انگور سبز فخری داشت (P<۰/۰۵). سایر محققین نیز گزارش نمودند آب و هوا، شرایط‌پرورش و از همه مهم‌ترنوع‌گونه بر مقادیر مواد جامد محلول (بریکس) تاثیرگذار می باشد (۱۶، ۲۳). همچنین روش‌تهیه شیره نیز بر مقادیر بریکس تاثیر گذار بود به طوریکه میزان بریکس در روش تهیه با مایکروویو بالاتر از تغلیظ حرارتی بوده است (P<۰/۰۵). مایکروویو غذا را مستقیماً بدون نیاز به‌مایع‌میانی‌گرم می‌کند. بنابراین گرمایش مایکروویو سریع، مؤثر و مقرون به صرفه است. گرمایش مایکروویو براساس تبدیل متناوب است انرژی میدان الکترومغناطیسی با تأثیر بر مولکول‌های قطبی یک ماده به انرژی حرارتی تبدیل می‌شود. مهمترین ویژگی گرمایش مایکروویو گرمایش حجمی است (۱۸). گرمایش مرسوم با همرفت و به دنبال آن رسانایی رخ می دهد که در آن گرما باید ازسطح ماده به داخل‌پخش شود. گرمایش حجمی به این معنی است که مواد می توانند انرژی مایکروویو را به طور مستقیم و درونی جذب کرده و آن را به گرما تبدیل کنند. در گرمایش مایکروویو، گرما در سراسر ماده تولید می‌شود که منجر به سرعت گرمایش سریع‌تر در مقایسه با گرمایش معمولی می‌شود که گرما معمولاً از سطح به داخل منتقل می‌شود (۲۴). در مجموع افزایش نقطه جوش سبب افزایش غلظت جامد محلول می شود، که به نظر می رسد مایکروویو در زمان کوتاهی سبب رسیدن به نقطه جوش شیره می‌شود (۳۸). در مجموع بالاترین میزان بریکس در تیمار انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (۷۰/۷۲ گرم/ صدگرم) و پایین‌ترین میزان بریکس در تیمارهای انگور فخری سبز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۱٪ + کربنات کلسیم۳٪ و انگور فخری سبز+ تغلیظ حرارتی+ خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (به ترتیب ۶۶/۶۴ و ۶۷/۰۲ گرم/ صد گرم). در واقع به نظر می‌رسد با افزایش خاک شیره و استفاده از کربنات کلسیم مقادیر بریکس‌کاهش یافت. خاک شیره ضمن خنثی‌کردن اسیدیته آب انگور، به عنوان یک ماده زلال‌کننده سنتی، مواد معلق و کلوئیدی را نیز جدا و ته نشین می‌کند. در نتیجه با افزایش مقدار خاک شیره، مواد معلق و کلوئیدی بیشتری نیز ته‌نشین می‌شوند که در نهایت سبب کاهش مواد جامد محلول و یکنواخت‌شدن‌شیره‌ی‌انگور تولیدی‌می‌شود (۶). بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۷۲۵ (۲) حد قابل قبول بریکس مابین ۶۷-۷۱ گرم/ صدگرم‌می‌باشد که بر این اساس تمامی تیمارها تقریبا در محدود مجاز استاندارد قرار داشتند.

جدول۵- مقادیر بریکس (گرم/ صد گرم) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۷۰/۷۲±۰/۴۷^{Aa}	۶۹/۵۰±۰/۴۳^{Ab}	۶۷/۸۹±۰/۱۷^{Ac}	۶۸/۰۸±۰/۴۲^{Ab}
انگور سبز	۶۸/۵۷±۰/۴۷^{Ba}	۶۸/۳۷±۰/۵۳^{Ba}	۶۷/۰۲±۰/۰۸^{Bb}	۶۶/۶۴±۰/۳۹^{Bc}

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-۵-بررسی مقادیر pH

با توجه به نتایج مقادیرpH (جدول۶) به طور معنی‌داری تحت‌تاثیرروش‌تهیه شیره، نوع انگور، خاک شیره و کربنات کلسیم بود (P<۰/۰۵). مقادیرpH درانگور قرمز بالاتر از انگورسفیدبود(P<۰/۰۵)، این نتایج با نتایج دولتی و نجاتیان (۱۳۹۷) نیز هم‌خوانی دارد، آن‌ها نیز اعلام نمودند pH در بین‌رقم انگورتجاری خارجی و داخلی در منطقه ارومیه با هم متفاوت است (۷). Campbell و همکاران (۲۰۲۱) نیز اعلام نمودند مقادیرpH در بین گونه انگور موسکادین باهم تفاوت جزئی دارند(۱۶). همچنین مقادیر pH در روش تهیه با مایکروویو بالاتر از تغلیظ حرارتی بود (P<۰/۰۵)، این نتایج با نتایج، آصفی و جعفریان (۱۳۹۷) نیز اعلام نمودند مقادیرpH شیره انگور با استفاده از مایکروویو بالاتر از روش‌حرارتی‌اهمیک‌بود(۴). El-Nagga وهمکاران(۲۰۱۲) نیز اعلام نمودند دربین روش‌های مختلف استخراج شیره انگور بالاترین مقادیر pH در تیمار استخراجی با استفاده از مایکروویومشاهده شد(۲۱). بالاترین‌مقادیرpH درتیمار انگورگزنه‌ای قرمز+ ماکروویو+ خاک شیره ۱٪ و کربنات کلسیم۳٪ مشاهده شد (۵/۷۶) و پایین‌ترین‌مقادیرpH در انگورفخری‌سبز+ تغلیظ حرارتی+ خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (۵/۲۷). در ایران به‌طور سنتی برای‌خنثی‌کردن‌اسیدیته آب‌انگور از خاک‌سفید مخصوصی به نام خاک شیره استفاده می‌شود. این خاک درکوه‌های اطراف بعضی از روستاها یافت می‌شود که ضمن ته نشین کردن مواد معلق، اسیدیته آب انگور را نیز خنثی می‌کند. افزایش میزان این خاک به طور معنی‌داری موجب کاهش اسیدیته و افزایش pH می‌شود زیرا خاک شیره خاصیت قلیایی داشته و در ترکیب آن مقدار زیادی کربنات کلسیم وجود دارد. در نتیجه افزودن این خاک موجب خنثی‌شدن وکاهش اسیدیته و افزایش pH آب انگور می شود. همچنین کربنات کلسیم نیز خاصیت قلیایی دارد. مقدار لازم از خاک شیره و یا کربنات کلسیم را در مقداری آب میوه حل کرده و سپس در حال هم زدن به آب میوه اضافه نموده و کاملا مخلوط می کنند. در نهایت مدتی به حال خود رها کرده تا اسیدیته خنثی شود (۱۱). در مطالعه حاضر نیز ترکیب خاک شیره و کربنات کلسیم به علت دارا بودن خاصیت قلیایی سبب افزایشpH شد. بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۷۲۵ (۲) حد قابل قبول pH مابین ۵/۲-۵/۸ می باشد که بر این اساس تمامی تیمارها در محدود مجاز استاندارد قرار داشتند.

جدول۶- مقادیرpH در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۵/۶۸±۰/۰۲^{Ab}	۵/۷۶±۰/۰۳^{Aa}	۵/۵۰±۰/۰۳^{Ad}	۵/۶۳±۰/۰۳^{Ac}
انگور سبز	۵/۳۵±۰/۰۳^{Bb}	۵/۵۲±۰/۰۷^{Ba}	۵/۲۷±۰/۰۲^{Bc}	۵/۳۷±۰/۰۲^{Bb}

۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-٦- بررسی مقادیر اسیدیته

با توجه به نتایج مقادیر اسیدیته (جدول ۷) تحت تاثیر روش تهیه شیره، نوع انگور، خاک شیره وکربنات کلسیم بود (P<۰/۰۵). مقادیر اسیدیته در انگور قرمز بالاتر از انگور سفید بود (P<۰/۰۵). ترکیبات فنلی‌انگورشامل گالیک اسیدسپس کاتکین، سالسیلیک‌اسید و وانیلیک اسید می باشد (۳۶)که تمامی‌این‌ترکیبات ماهیت اسیدی دارد و در مجموع از ویژگی‌های منحصر به فرد ترکیبات فنلی اسیدیته بالای آن می باشد از آن‌جایی‌که مقادیر ترکیبات فنلی انگور قرمز بالاتراز انگور فخری سبز می‌باشد، بنابر این بالاتر بودن اسیدیته در انگور قرمز امری بدیهی می باشد. اسیدیته بالای این‌شیره از رشد میکروارگانیسم‌های ناشی از رطوبت بالای این فراورده جلوگیری می‌کند. همچنین اسیدیته بالای شیره کاربرد آن را در فراورده‌های نوشیدنی بر پایه میوه‌های اسیدی نظیرآلبالو و یا استفاده در نوشیدنی‌های اسیدی لبنی نظیرکفیرمطلوب می‌سازد (۱۰). مقادیر اسیدیته در روش تهیه با مایکروویو پایین‌تر از تغلیظ حرارتی بود (P<۰/۰۵)، دلیل این نتایج را می توان به فشار و دمای بالاتر روش تغلیظ حرارتی و هم چنین مدت زمان کم‌تر حرارت دهی در روش مایکروویو نسبت داد که در نتیجه آسیب کم تری بر ترکیبات اسیدی (اسید آسکوربیک) وارد خواهد کرد (۴۶). عیدخانی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر روش شرایط اتمسفری و مایکروویو بر میزان اسیدیته آب لیمو ترش پرداختند، آن‌ها نیز اعلام نمودند مقادیر اسیدیته در روش‌تهیه با مایکروویو پایین‌تر بود (۱۲). آصفی و جعفریان (۱۳۹۷) نیزاعلام نمودند مقادیراسیدیته شیره انگور با استفاده ازمایکروویوپایین‌ترازروش‌حرارتی‌اهمیک بود (۴). بالاترین مقادیر اسیدیته در تیمار انگورگزنه ای قرمز، تغلیظ حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (۰/۸۹گرم/ صدمیلی‌لیتر)وپایین‌ترین مقادیر اسیدیته درتیمارانگور فخری سبز، مایکروویو،خاک‌شیره۱٪ و کربنات کلسیم ۳٪ مشاهده شد (۰/۷۵گرم/ صد میلی‌لیتر). خاک شیره و کربنات کلسیم اسیدیته‌شیره انگور را به خنثی می‌کند. به طورکلی کمترین مقادیر pH و بیشترین مقادیر اسیدیته بین تیمارهای مختلف، مربوط به تیمار حاوی خاک شیره به دلیل ماهیت قلیایی آن می باشد (۶). این نتایج با نتایج ارائه شده با نتایج رضایی و همکاران (۱۳۹۷) در ارتباط با تاثیر جاذب کلسیم کربنات در کاهش اسیدیته و افزایش pH آب انگور جهت کاربرد درشیره‌تغلیظ‌شده، هم خوانی داشت (۹). بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۷۲۵(۲) حد قابل قبول اسیدیته مابین ۰/۹-۰/۷۵ می‌باشدکه بر این‌اساس تمامی تیمارها در محدود مجاز استاندارد قرار داشتند.

جدول۷- مقادیراسیدیته (گرم/ صد میلی‌لیتر) در تیمارهای مختلف

نوع انگور/ نوع فرآیند	ماکروویو+ خاک شیره	ماکروویو+ کربنات کلسیم	تغلیظ حرارتی+ خاک شیره	تغلیظ حرارتی+ کربنات کلسیم
انگور قرمز	۰/۸٤±۰/۰۱^{Ab}	۰/۸۱±۰/۰۱^{Ac}	۰/۸۹±۰/۰۱^{Aa}	۰/۸۵±۰/۰۱^{Ab}
انگور سبز	۰/۷۸±۰/۰۱^{Bb}	۰/۷۵±۰/۰۱^{Bc}	۰/۸۵±۰/۰۲^{Ba}	۰/۸۰±۰/۰۱^{Bb}

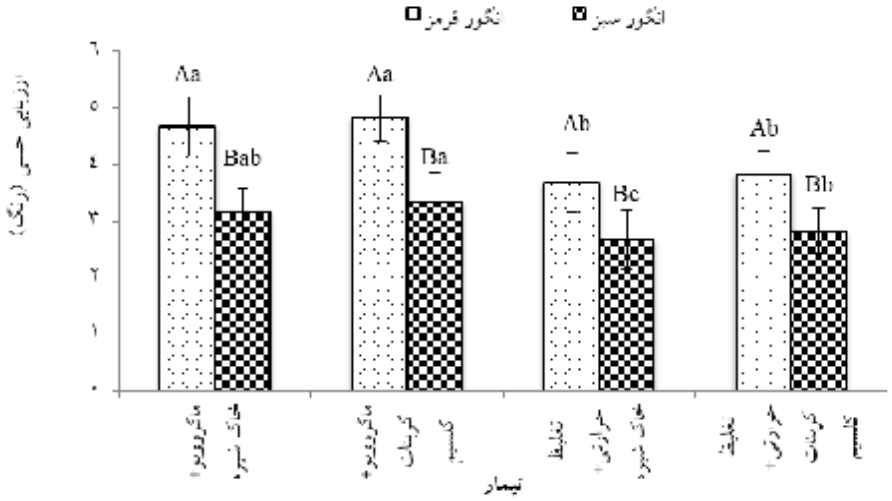
۱) اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(A, B) (P<۰/۰۵)

۲) اعداد در یک ردیف با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند.(a, b, c,..) (P<۰/۰۵)

۳-۷-ارزیابی حسی

یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد بررسی در محصولات غذایی مختلف پارامترهای حسی می باشد و کسب رضایت در بین مصرف کنندگان در گرو دارا بودن بیش ترین امتیاز ارزیابی حسی است. با توجه به نتایج مقادیر ارزیابی حسی عطر و طعم (شکل۱) و بو (شکل ۲) با هم خوانی داشت و تحت‌تاثیرروش‌تهیه شیره، نوع انگور، خاک شیره و کربنات کلسیم‌بود.بالاترین‌میزان‌امتیازحسی‌در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۰/۵٪ انگورگزنه‌ای قرمز+ مایکروویو+ خاک شیره ۱٪ و کربنات کلسیم ۳٪ مشاهده و

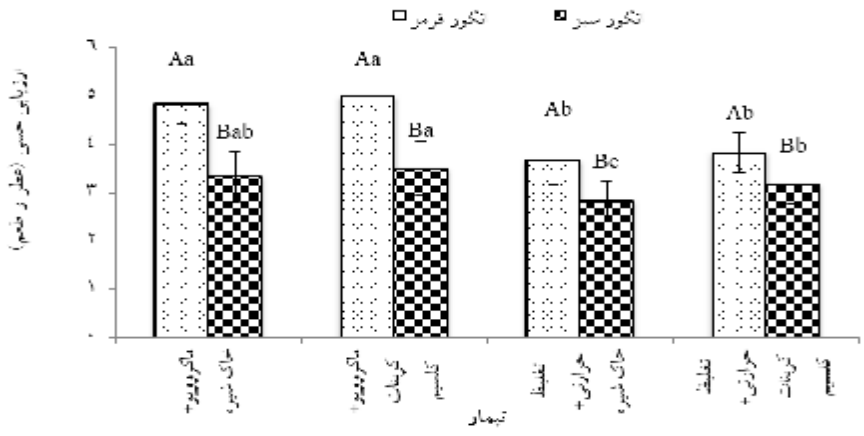
پایین ترین میزان امتیاز حسی در تیمار انگور فخری سبز، تغلیظ‌حرارتی در فشار اتمسفر، خاک شیره ۰/۵٪ مشاهده شد (P<۰/۰۵). با اعمال فرایندهای تغلیظ روشنایی نمونه ها کاهش‌پیدا می‌کند. بنابراین‌به‌نظرمی‌رسد روش‌حرارت‌دهی با مایکروویوکمترین‌آسیب به مواد رنگی می‌زند و سبب و روشنایی بیش‌تر نمونه می‌شود. هر چه فشار بیشتر باشد روند تغییرات رنگ شدیدتر است. وجود آنزیم‌های طبیعی، اکسید اسیون اسید اسکوربیک، واکنش میلارد که بستگی به محتوای قندهای‌کاهنده، پروتئین‌ها و درجه حرارت دارد و زمان از جمله عوامل اصلی تأثیرگذار بر روی رنگ شیره می‌باشد(۳۸). زمان کوتاه فرایند درروش حرارت‌دهی مایکروویو دلیل کاهش کم‌تر میزان روشنایی در نمونه های تغلیظ‌شده است(۴۶). علاوه براین‌انگور قرمز به دلیل ماهیت سرخ‌آن و قند بالاتر، شیره خوش رنگ‌تر و با طعم بهتری تولید می کند.



شکل۱-مقادیر امتیاز حسی رنگ در تیمارهای مختلف

۱) اعداد با حروف بزرگ متفاوت (A, B) نشان دهنده اختلاف معنی‌دار و گونه انگور می‌باشد. (P<۰/۰۵)

۲) اعداد با حروف کوچک متفاوت(a, b, c,..) نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین فرآیند تولیدی می‌باشد. (P<۰/۰۵)



شکل۲- مقادیرامتیازحسی عطر و طعم در تیمارهای مختلف

۱) اعداد با حروف بزرگ متفاوت (A, B) نشان دهنده اختلاف معنی‌دار و گونه انگور می‌باشد. (P<۰/۰۵)

۲) اعداد با حروف کوچک متفاوت(a, b, c,..) نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین فرآیند تولیدی می‌باشد. (P<۰/۰۵)

٤- نتیجه گیری

نتایج مربوط به مطالعه حاضر نشان داد، بالاترین ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین و میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH(۲و۲ – دی فنیل۱-پیکریل هیدرازیل) در تیمارهای انگورگزنه‌ای قرمز و روش حرارت‌دهی با مایکروویو مشاهده شد، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تمام شیره‌های تولیدی از محدوده مجاز استاندارد برخوردار بود. انگور قرمز مقادیر pH، اسیدیته، بریکس و قند کل بالاتری نسبت به انگور سبز دارا بود، ترکیب خاک شیره و کربنات کلسیم و همچنین‌حرارت دهی با مایکروویوتاثیر مثبتی بر ویژگی‌های مذکورداشت و شیره‌تولیدی‌نیزازامتیازحسی‌بالایی برخوردار بود. به این ترتیب شیره انگور تولیدی را نیز می‌توان به عنوان‌یک‌افزودنی‌مغذی حاوی ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی به شمارآورد. استفاده از شیره انگور در فراورده‌های نوشیدنی بر پایه میوه‌های اسیدی تیره رنگ نظیرآلبالو، استفاده در انواع مربا، مارمالاد، سس و ترشی و یا در محصولات غذایی که در آن‌ها به دلیل حضور چربی‌ها احتمال‌اکسیداسیون‌وجوددارد،می‌تواند از جمله کاربردهای بهینه این فراورده باشد که نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه دارد. امید است ارائه دلایل علمی و مستند در این مطالعه با جلب توجه پژوهشگران حوزه صنعت غذا به تجاری‌سازی محصولات تولیدشده از این شیره کمک نماید.

٥- منابع

۱. آصفی، ن. و جعفریان، پ. ۱۳۹۷. بررسی اثر تیمارهای مختلف حرارتی بر خصوصیات کیفی و شیمیایی آب انگور. علوم غذایی و تغذیه، جلد ۱۵ شماره۳، ۷۲-٦٥.

۲. پژمان مهر، م. وعبادی، ع. و موسوی، ا. و والکر، آ. و رحیمی، ع. ۱۳۹٤. مطالعه کمی و کیفی آنتوسیانین ها و فلاونول ها در پوست حبه چند رقم انگور با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا. گیاهان دارویی، جلد ١٤ شماره٥٦ ، ۱۳۸-۱۲۳.

۳. حاتمی کیا، م. و محمدی ثانی، ع. و زمردی، ش.۱۳۹۲. بررسی تاثیر مواد شفاف کننده برمیزان عناصر موجود در شیره انگور. مجله نوآوری در علوم وفناوری غذایی، جلد ٥ شماره ۱۵، ٤٥-۳٥.

٤. دولتی، ح. و نجاتیان، م. ۱۳۹۷. بررسی سازگاری و مقایسه صفات کمی و کیفی میوه چند رقم انگور تجاری خارجی و داخلی در منطقه ارومیه. علوم باغبانی ایران، جلد ٤٩ شماره۳، ٦٩٢-٦٨١.

٥. رسولیان، س. و امینی فر، م. و رشیدی، ل. ۱۳۹٦. بررسی اثر دو روش حرارتی تغلیظ ، تبخیر کننده چرخشی و مایکروویو بر میزان ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و رنگ کنسانتره آب گریپ فروت. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۲ شماره۳، ٥٤-٤٧.

٦. رضایی، م.و قاسم‌پور، ز.و علیزاده خالد آباد، م. و مقدس‌کیا، ا. ۱۳۹۷. تاثیر مخلوط جاذب‌های کلسیم کربنات، نانوسیلیس، آلومین و کربن فعال در کاهش اسیدیته آب انگور جهت کاربرد در شیره تغلیظ شده. بیست و پنجمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.

۷. رفتنی امیری، ز. و اکبری، ن. ۱۳۹۷. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی، محتوی فنلی و فعالیت ضد اکسایشی شیره ازگیل. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۵ شماره ۷۸، ۸۹-۸۱.

۸. زمردی، ش. ۱۳۸۷. روش تهیه شیره انگور و توصیه‌های لازم برای بهبود کیفیت آن. نشریه فنی، شماره۱۸، موسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی.

۹. سازمان ملی استاندارد ایران ، ۱۳۸٦. آب میوه ها – روش های آزمون - استاندارد ملی ایران ، شماره ۲٦۸٥ ، تجدید نظر اول.

۱۰. سازمان ملی استاندارد ایران ، ۱۳۹۱ . شیره انگور – ویژگی ها و روش های آزمون – استاندارد ملی ایران ، شماره ۱٤۷۲۵ ، چاپ اول.

۱۱. سازمان ملی استاندارد ایران ، ۱۳۹۹ . آب لیمو ترش – ویژگی ها و روش های آزمون – استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷ ، اصلاحیه شماره ۱.

۱۲. عید خانی رودی، آ.وعطار، ف.و امینی فر، م. و روزبهانی، ز. ۱۳۹٦. اثر روش های مختلف تغلیظ حرارتی برویژگی های فیزیکی وشیمیایی ،ترکیبات فنولی وخصوصیات حسی کنسانتره آب لیمو ترش. فصلنامه فناوری های نوین غذایی، جلد ۵ شماره۲، ۲۵۱-۲٤۱.

۱۳. کرمی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات ارقام انگور آبی استان کردستان. مجله به نژادی نهال و بذر، جلد ۲۵ شماره ۱.

14. Assawarachan, R. and Noomhorm, A. 2011. Mathematical models for vacuum-microwave concentration behavior of pineapple juice. Journal of Food Processing and Engineering, 34: 1485-1505.
15. Bunea, C.I., Pop, N., Babe. S., Matea, C., Dulf, F.V. and Bunea, A. 2012. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (Vitis vinifera) cultivated in organic and conventional systems. Chemistry Central Journal, 6: 66.
16. Campbell, J., Sarkhosh, A., Habibi, F., Gajjar, P., Ismail, A., Tsolova, V. and El-Sharkawy, I. 2021. Evaluation of Biochemical Juice Attributes and Color-Related Traits in Muscadine Grape Population. Foods, 10: 1101.
17. Carreno, J. and Martinez, A. 1996. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. Food Research International, 28: 373–377.
18. Cinquanta, L., Albanese, D., Cuccurullo, G. and Di Matteo, M. 2010. Effect on orange juice of batch pasteurization in an innovative pilot-scale microwave oven. Journal of Food science.75: 46-50.
19. Downey, M. O., Harvey, J. S. and Robinson, S. P. 2004. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. Australian Journal of Grape and Wine Research, 10: 55 - 73.
20. Ekici, L. 2014. Effects of concentration methods on bioactivity and color properties of poppy (Papaver rhoeas L.) sorbet, a traditional Turkish beverage. Journal of Food Science and Technology., 56: 40-48.
21. El-Nagga, E.A. and Abd ElTawab, Y.A. 2012. Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. Annals of Agricultural Sciences, 57 (1): 29-36.
22. Fazaeli, M., Yousefi, SH. and Emam-Djomeh, Z. 2013. Investigation on the effects of microwave and conventional heating methods on the phytochemicals of pomegranate (Punica granatum L.) and black mulberry juices. Journal of Food Research, 50: 568-573.
23. Fredes, S.N., Ruiz, L.Á. and Recio, J.A. 2021. Modeling °Brix and pH in Wine Grapes from Satellite Images in Colchagua Valley, Chile. Agriculture, 11: 697.
24. Gowen, A., Abu-Ghannam, N., Frias, J. and Oliveira, J. 2006. Optimisation of dehydration and rehydration properties of cooked chickpeas (Cicer arietinum L.) undergoin microwave-hot air combination drying. Trends in Food Science & Technology, 17(4): 177–183
25. Guihua, X., Xingqian, Y., Jianchu, C. and Donghong, L. 2007. Effect of heating treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of critus peel extract. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 330-335.
26. Hasanaliyeva, G., Chatzidimitrou, E., Wang, J., Baranski, M., Volakakis, N., Seal, C., Rosa, E.A.S., Iversen, P.O., Vigar, V. and Barkla, E. 2020. Effects of Production Region, Production Systems and Grape Type/Variety on

Nutritional Quality Parameters of Table Grapes; Results from a UK Retail Survey. Foods, 9: 1874.
27. Hasanaliyeva, G., Chatzidimitrou, E., Wang, J., Baranski, M., Volakakis, N., Pakos, P., Seal C., Rosa, EAS., Markellou, E., Iversen, PO., Vigar, V., Willson, A., Barkla, B., Leifert, C. and Rempelos, L. 2021. Effect of Organic and Conventional Production Methods on Fruit Yield and Nutritional Quality Parameters in Three Traditional Cretan Grape Varieties: Results from a Farm Survey. Foods, 10 (2): 476.
28. Heshmati, A., Ghadimi, S., Ranjbar, A., and Khaneghah, A. M. 2019. Changes in aflatoxins content during processing of pekmez as a traditional product of grape. LWT - Food Science and Technology, 103: 178–185.
29. Heshmati, A., Ghadimi, S., Ranjbar, A., and Mousavi Khaneghah, A. 2020. The influence of processing and clarifier agents on the concentrationsof potentially toxic elements (PTEs) in pekmez (a grape molasses- like syrup). Environmental Science and Pollution Research, 27(10): 10342–10350.
30. Hojjatpanah, G., Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z. 2011. Effects of heating method and conditions on the quality attributes of black mulberry (Morus nigra) juice concentrate. Food Science & Technology, 46: 956-962.
31. Jin. Y., Yang, N., Xu, D., He, C., Xu, Y., Xuabc, X. and Jin, Z, 2020. Innovative induction heating of grapefruit juice via induced electric field and its application in Escherichia coli O157:H7 inactivation. RSC Advances, 10: 27280.
32. Ju, Y., Yang, L., Yue, X., Li, Y., He, R., Deng, S. and Fang, Y. 2021. Anthocyanin profiles and color properties of red wines made from Vitis davidii and Vitis vinifera grapes. Food Science and Human Wellness, 10(3): 335–344.
33. Karaman, S., Tutem, E., Bas-Kan, K.S. and Apak, R. 2010. comparison of total antioxidant capacity and phenolic composition of some apple juices with combined HPLC-CUPRAC assay. Food Chemistery, 120: 1201-9.
34. Kennedy, J.A. 2008. Grape and wine phenolics observations and recent findings. International Journal of Agriculture and Natural Resources, 35: 107- 20.
35. Lalou, S., Ordoudi, S.A., Mantzouridou, F.T. 2021. On the Effect of Microwave Heating on Quality Characteristics and Functional Properties of Persimmon Juice and Its Residue. Foods, 10: 2650.
36. Matini, S., Mortazavi, S., Sadeghian, A. and Sharifi, A. 2018. Studying Physicochemical Properties of Sardasht Red Grape Skin Encapsulated Extract and Stability Evaluation of These Compounds in Yoghurt. Research and Innovation in Food Science and Technology, 7(3): 241-254.
37. Turturică, M., Stănciuc, N., Mureșan, C., Râpeanu, G. and Croitoru, C. 2018. Journal of Food Quality Thermal Degradation of Plum Anthocyanins: Comparison of Kinetics from Simple to Natural Systems. Journal of Food Quality, Article ID 1598756, 10 pages.
38. Naderi, B., Maghsoudlou, Y., Aminifar, M., Ghorbani, M. and Rashidi, L. 2015. Investigation on the changes in color parameters and turbidity of cornelian cherry (cornus mass L) produced by microwave and conventional heating. Nutrition and Food Sciences Research, 2(4): 39-46.
39. Rezaei, M., Alizadeh Khaledabad, M., Moghaddas Kia, E. and Ghasempour, Z. 2020. Optimization of grape juice deacidification using mixture of adsorbents: A case study of Pekmez. Food Science Nutrition, 8: 2864–2874.
40. Savatovic, S., Tepic, A., Sumic, Z. and Nikolic, M. Antioxidant activity of polyphenol-enriched apple juice. Acta Periodica Technologica, APTEFF, 40: 95–102.
41. Silva, L.R. and Queiroz, M. 2016. Bioactive compounds of red grapes from Dao region (Portugal): evaluation of phenolic and organic

profile. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6 (4): 315 321.

42. Shivraj Hariram Nile, S. H., Kim Eun Young, K. o. and Won Park, Se. 2013. Polyphenolic Contents and Antioxidant Properties of Different Grape (V. vinifera, V. labrusca, and V. hybrid) Cultivars. BioMed Research International, Article ID 718065, 5 pages.
43. Vermerris, W. and Nicholson, R. 2007.Phenolic compound biochemistry. 2nd ed. Springer, New York, 1 - 32.
44. Walker, A.R., Lee, E., Bogs, J., McDavid, D. A. J. Thomas, M. R. and Robinson, S. P. 2007. White grapes arose through the mutation of two similar and adjacent regulatory genes. Plant Journal, 49: 772 - 85.
45. Witkiewicz, K. Nastaj, J. F. 2010. Simulation Strategies in Mathematical Modeling of Microwave Heating in Freeze-Drying Process. Journal of Drying Technology, 28: 1001- 1012.
46. Yousefi, Sh., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, M. and Askari, G. h. 2012. Comparing the Effects of Microwave and Conventional Heating Methods on the Evaporation Rate and Quality Attributes of Pomegranate (Punica granatum L) Juice Concentrate. Food Bioprocess Technology, 5: 1328-1339.

(Original Research Paper)

Effect of Variety and Process Parameters on Physicochemical Properties, Phenolic Compounds and Antioxidant Properties of Grape Syrup

Maryam Mirzaei Mei Abadi[1], Mehrnaz Amini Far[2*], Seyyedeh Shima Yousefi[3]

1. M.Sc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural and Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food, Halal and Agricultural Products, Research Center of Food Technology and Agricultural Products, Standard Research Institute, Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Food Science, Islamic Azad University Science and Research, Tehran, Iran.

Received: 09/01/2022 Accepted: 20/02/2022

Abstract:

Grape juice, non-fermented products, which is prepared from the concentration of grape juice and has a high nutritional and medicinal value due to having a suitable amount of fast-digesting, monosaccharides, minerals, vitamins, organic acids and phenolic compounds, flavonoids. The type and percentage of its constituent compounds are affected by genotype and environmental conditions, as well as the conditions of production and concentration of grape juice also affects its quality characteristics. In this study, grape juice from two varieties of red Gazane and green Fakhri grape using different concentration methods including heating in atmospheric conditions and microwave, as well as, different concentrations of syrup soil (0.5 and 1%) with carbonate Calcium production and then the amounts of phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins and antioxidant properties as well as physicochemical parameters (pH, acidity, total sugar and brix) and sensory were studied. The results of the present study showed that the highest phenolic, flavonoid, anthocyanin and free radical scavenging activity of DPPH was observed in red grape treatments and microwave heating method ($p < 0.05$). Red grapes had higher pH, acidity, brix and total sugar values than green grapes and the use of microwave heating method had a positive effect on these characteristics compared to atmospheric heating method. The composition of syrup soil (1%) and calcium carbonate increased pH and decreased brix and acidity ($p < 0.05$). Physicochemical properties of all produced syrup were within the permissible limits of the Iranian national standard. The highest sensory score was also observed in red grape+ microwave + syrup soil 0.5% and red grape+ microwave + syrup soil 1% + calcium carbonate Therefore, it seems that the produced grape syrup, while having suitable physicochemical properties, can be considered as a source of bioactive compounds with high antioxidant activity in food and pharmaceutical industries.

Keywords: Red Grape, Green Grape, Microwave, Atmospheric Pressure, Calcium Carbonate, Syrup Soil.

*Corresponding Author: : aminifar@ut.ac.ir