دانشگاه ارومیه

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته علوم وصنایع غذایی

موضوع:

مطالعه اثر روش‌های مختلف شفاف سازی و تغلیظ کنسانتره روی پایداری رنگ و میزان آنتوسیانین های انار

اساتید راهنما:

دکتر میرخلیل پیروزی فرد **دکتر محسن برزگر**

استاد مشاور:

دکتر محمد علیزاده

اساتید داور:

پروفسور اصغر خسروشاهی اصل دکتر محمود رضازاد باری

تنظیم و نگارش:

الهام ملکی

مهر ۱۳۹۰

حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول مقدمه ۱

۱-۱ اهمیت موضوع و ضرورت بررسی ۱

۱-۲ اهداف ۲

فصل دوم: مرور منابع ۳

۲-۱ انار ۳

۲-۲ترکیب شیمیایی انار ۵

۲-۲ الف. آب، قندها، املاح،اسیدهای آلی و اسیدهای چرب ۵

۲-۲ب. ترکیبات فنولیک موجود در آب انار ۶

۲-۳ خواص دارویی وآنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی انار ۷

۲-۴ رنگ مواد غذایی و اصول رنگ سنجی مواد غذایی ۹

۲-۴-۱ مشتقات تتراپیرول ۱۱

۲-۴-۲ مشتقات ایزوپرنوئیدها ۱۱

۲-۴-۳ ترکیبات N- هتروسیکلیک ۱۱

۲-۴-۴ مشتقات بنزوپیرون ۱۲

۲-۴-۵ کینون‌ها ۱۳

۲-۴-۶ ملانین‌ها ۱۳

۲-۵ آنتوسیانین‌ها ۱۳

۲-۵-۱ ساختار شیمیایی آنتوسیانین‌ها ۱۴

۲-۵-۱-۱ ساختار پایه آنتوسیانین‌ها ۱۴

۲-۵-۱-۲ گلیکوزیلاسیون ۱۵

۲-۵-۱-۳ آسیلاسیون ۱۶

۲-۵-۲ عوامل اصلی موثر بر پایداری آنتوسیانین‌ها ۱۷

۲-۵-۲-۱ تاثیر pH ۱۷

عنوان **صفحه**

۲-۵-۲-۲ اثر دما ۱۸
۲-۵-۲-۳ اثر اکسیژن ۱۹
۲-۵-۲-۴ تاثیر نور ۱۹
۲-۵-۲-۵ تاثیر قندها ۱۹
۲-۵-۲-۶ تاثیر گوگرد ۲۰
۲-۵-۲-۷ سامانه آنزیمی ۲۰
۲-۵-۳ تثبیت رنگ آنتوسیانین‌ها ۲۰
۲-۵-۳-۱ کوپیگمنتاسیون ۲۰
۲-۵-۳-۲ بهم پیوستن آنتوسیانین ۲۱
۲-۵-۳-۳ کمپلکس شدن با فلزات ۲۲
۲-۵-۳-۴ پیرانوآنتوسیانین‌ها ۲۲
۲-۶ روش‌های تجزیه‌ای موجود برای شناسایی ویا اندازه‌گیری کمی‌آنتوسیانین‌ها ۲۲
۲-۶-۱ استخراج ۲۲
۲-۶-۲ تجزیه کمی‌آنتوسیانین‌ها ۲۳
۲-۶-۲-۱ نمونه‌های فاقد ترکیبات مزاحم: روش pH واحد ۲۳
۲-۶-۲-۱ نمونه‌هایی با ترکیبات مزاحم: روش دیفرانسیلی و تفریقی ۲۴
۲-۶-۲-۱-۱ روش دیفرانسیلی pH ۲۴
۲-۶-۲-۱-۲ روش تفریقی ۲۴
۲-۶-۳ اندازه‌گیری کمی‌هر کدام از آنتوسیانین‌ها ۲۵
۲-۶-۳-۱ کروماتوگرافی کاغذی و لایه‌نازک ۲۵
۲-۶-۳-۲ روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) ۲۵
۲-۷ انار منبع آنتوسیانین‌ها ۲۶
۲-۷-۱ آنتوسیانین‌های آب انار ۲۷
۲-۸ اثر نگهداری بر آنتوسیانین‌های آب انار ۲۸
۲-۹ اثر فراوری حرارتی ونگهداری بر آنتوسیانین‌های آب انار ۲۹

عنوان **صفحه**

۲- ۱۰ شفاف‌سازی آب‌میوه ۳۰
۲- ۱۱ اولترافیلتراسیون ۳۲
۲- ۱۲ تغلیظ ۳۳
۲- ۱۳ گرمایش مایکروویو ۳۴
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳۶
۳-۱ انتخاب و برداشت انار ۳۶
۳-۲ تعیین مواد جامد محلول در آب ۳۶
۳-۳ استانداردها و مواد شیمیایی ۳۶
۳-۴ تعیین مقدار بهینه آنزیم و مواد شفاف کننده ۳۷
۳ -۵ آزمون‌های کنترل شفاف سازی ۳۷
۳-۵-۱ تست الکل ۳۷
۳-۵-۲ تست ید ۳۷
۳-۶ آزمایشات تعیین مقدار ۳۸
۳-۶-۱ آزمایش تعیین مقدار آنزیم پکتولیتیک ۳۸
۳-۶-۲ آزمایش تعیین مقدار آنزیم آلفا- آمیلاز ۳۸
۳-۷ تهیه آب انار شفاف سازی شده ۳۹
۳-۸ اولترافیلتراسیون ۴۰
۳-۹ تغلیظ ۴۱
۳-۱۰ نگهداری در حالت انجماد ونمونه برداری دوره ای ۴۲
۳-۱۱ اندازه گیری کیفی وکمی‌آنتوسیانین‌ها ۴۲
۳-۱۲ تزریق استاندارد آنتوسیانین‌ها و رسم منحنی استاندارد ۴۳
۳-۱۳ اندازه‌گیری‌های رنگ سنجی ۴۴
۳-۱۴ تجزیه و تحلیل آماری ۴۴
فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری ۴۷

عنوان **صفحه**

۴ -۱ اثر فرایند بر آنتوسیانین‌ها ۴۷

۴-۱-۱ میزان آنتوسیانین‌ها در آب انار پیش از تغلیظ ۴۷

۴-۱-۲ میزان آنتوسیانین کل در آب انار بازساخته ۵۱

۴-۱ -۳ تک تک آنتوسیانین‌ها ۵۶

۴-۱-۳-۱دلفیندین۳و۵ – دی گلوکوزید ۵۶

۴-۱-۳-۲دلفیندین۳- گلوکوزید ۵۷

۴-۱-۳-۳ سیانیدین ۳و۵-دی گلوکوزید ۵۷

۴-۱-۳-۴ سیانیدین۳- گلوکوزید ۵۸

۴-۱-۳-۵ پلارگونیدین۳،۵- دی گلوکوزید ۵۹

۴-۱-۳-۶ پلارگونیدین۳- گلوکوزید ۵۹

۴-۲ اثر فرایند بر رنگ ۶۳

۴-۲-۱ اثر فرایند بر میزان روشنایی L ۶۵

۴-۲-۲ اثر متغیرهای فرایند میزان فاکتور a* ۶۶

۴-۲-۳ اثر فرایند بر میزان b* ۶۸

۴-۲-۴ اثر فرایند بر میزان تفاوت رنگ کلTCD ۶۹

۴-۲-۵ اثر فرایند بر میزانchroma ۶۹

۴-۲-۶ اثر فرایند بر میزان زاویه hue ۷۰

فصل پنجم: پیشنهادات ۷۱

منابع و مراجع ۸۴

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱ آنتوسیانین‌های موجود در طبیعت ۱۵
جدول۳-۱ خلاصه‌ی فرایند انجام شده در آزمایشات تعیین مقدار ۳۹
جدول ۳-۲ زمان‌های بازداری و معادله‌های درجه بندی خطی استانداردهای آنتوسیانین ۴۴
جدول۳-۳ طرح آزمایشات بکار رفته در این تحقیق ۴۶
جدول ۴-۱میزان آنتوسیانین‌ها در نمونه آب انار اولیه، نمونه شفاف شده کلاسیک و نمونه اولترافیلتر شده ۴۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱ فضای رنگی در سیستم CIEL a*b* ۱۰
شکل۲-۲ ساختار پایه فلاونوئیدها ۱۲
شکل۲-۳ ساختار پایه آنتوسیانین‌ها ۱۴
شکل۲-۴ ساختار متداول آنتوسیانیدین گلوکوزید ۱۶
شکل ۲-۵ تبدیلات ساختاری آنتوسیانین‌ها ۱۸
شکل۲-۶ برهم کنش‌های بین آنتوسیانین ۲۱
شکل۲-۷ ساختار آنتوسیانین‌ها و آنتوسیانیدین‌های غالب آب انار ۲۸
شکل ۲-۸ خصوصیات جذب مایکروویو در رسانا، عایق و جاذب ۳۵
شکل۳-۱ شمای کلی فرایندهای انجام شده ۴۰
شکل ۳-۲ شمای دستگاه اولترافیلتراسیون و اجزای مدول بکار رفته جهت شفاف سازی ۴۱
شکل۳-۳. دستگاه روتاری وکیوم BUCHI (RotaVapor, R-215) ۴۲
شکل۳-۴ دستگاه HPLC مورد استفاده جهت اندازه گیری آنتوسیانین‌های انار ۴۳
شکل۳-۵ کروماتوگرام الف- run شماره ۱۸،ب - runشماره ۶ ..... ۴۵
شکل۴-۱ اثر برهم کنش متقابل روش تغلیظ و زمان نگهداری بر میزان کل آنتوسیانین‌های آب انار ۵۲
شکل۴-۲ اثر برهم کنش متقابل زمان نگهداری و روش تغلیظ در زمان صفر، ماه دوم و ماه چهارم ۵۵
شکل۴-۳ نمودار برهم کنش نشان دهنده اثر متقابل اولترافیلتراسیون و زمان نگهداری بر میزان سیانیدین۳،۵- دی گلیکوزید ۵۸
شکل ۴-۴ نمودارهای برهم کنش نشان دهنده اثر متقابل روش تغلیظ و زمان نگهداری بر میزان ۵ آنتوسیانین موجود در آب انار بازساخته از کنسانتره ۶۰
شکل ۴-۵ نمودارهای برهم کنش اولترافیلتراسیون و روش تغلیظ ۶ آنتوسیانین موجود در آب اتار بازساخته ۶۳
شکل ۴-۶ نمودار برهم کنش زمان نگهداری و اولترافیلتراسیون بر فاکتور روشنایی L ۶۵
شکل۴-۷ نمودار اثر برهم‌کنش متقابل زمان نگهداری و روش‌های متفاوت تغلیظ بر میزان L ۶۷
شکل ۴-۸ نمودار اثر زمان نگهداری بر تغییرات a* ۶۸
شکل ۴-۹ اثر زمان نگهداری بر میزان TCD ۶۹

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به

تکیه گاه و کوه نستوه پشت سرم : پدرم

دریای آرام پیش رویم : مادرم

هوای نفس کشیدنم : خواهرم

و همه رنگ های شاد منظره : برادرم

سپاس وحمد بیکران خدای بزرگی راکه امکان بودن وتوان ماندن دراین دنیای بیکران رابه من داد. اوکه هرروز نشانه های تازه ای ازبزرگی وربوبیتش رابربندگانش می نمایاند. ازپس گذراین سال هایافته ام که خدا حساب همه چیزرادارد. "مثقال ذره شراو خیرا".

برخودلازم می دانم درپایان کاری که دردنیای رنگی اناراین میوه بهشتی انجام شداز همه کسانی که دراین راه به من کمک کرده اند تشکرکنم. از اساتید محترم وعزیزکرده صنایع غذایی ارومیه حضرات آقایان پروفسور خسروشاهی، دکترا سمعیلی وخانم دکترزینالی به علت درس های ارزشمند علمی واخلاقی که به من آموختند سپاسگزارم. از اساتید راهنمای گرامیم جناب آقای دکترپیروزی فردبه علت کمک وراهنمایی هایشان وسعه صدر فراوان درطول اجرای پایان نامه وجناب آقای دکتربرزگر درد انشگاه تربیت مدرس به خاطرکمک وهمکاری جبران ناشدنی شان دراه علی شدن این ترمنتهای قدردانی رادارم. تشکرویژه ازجناب دکتر علیزاده مشاوراین طرح که زحمت انجام آنالیزآماری وراهنمایی من درطول طرح برعهده ایشان بود.

ازآقای دکتروردست به خاطرزحمات بسیارزیادوبدون چشمداشتشان درانجام آزمون های HPLC نمونه ها، ازجناب آقای مهندس علیقورچی دردانشگاه تربیت مدرس که درانجام این پروژه نهایت لطف وحسن نیت رامبذول کردند، ازجناب آقای مهندس میرآقایی درکارخانه اروم نارین (شادلی) به خاطرراهنمایی هاوکمکهای ارزشمند تکنولوژیکشان وهمچنین مهندسین گرانقدردرمجموعه کارخانجات ساروزه به خاطرهمکاری ارزشمندشان سپاسگزاری می کنم.

سرانجام ازدوستانم دراین دوره که بهترین دوستان زندگی ام بودند، ممنونم. باآنهاخندیدم، کنارشان گریه کردم وصبرکردن راتمرین کردم. خانم هارهاشتیاقی، صدیقه علیدوست اقدم، سمیرآقایی، رانصیه ده بوره وپریناز پارسامشکرم. دوستانی که همگی یک شب درآزمایشگاه به خاطرکمک به من نخوابیدند. ازحمیده حسنی، آزاده صیادی، صفورا احمدپور، ویداپیری، زهرا شرافتی، فاطمه شریفی، هدی خالصی وماندانا محمودی وهمه همه اتاقی ها، هم کلاسی هاوهم گروهی های خوب ومهربانم که حضورشان قوت قلب من بود صمیمانه ترین قدردانی رامی نمایم وشادی وسربلندی همه راازخداوند بزرگ خواهانم.

چکیده

امروز تهیه کنسانتره با کیفیت بالا یک میل جهانی است. کنسانتره با کیفیت خوب باید دارای رنگ و ظاهر مناسب و کیفیت تغذیه ای مناسب باشد. هدف پژوهش عبارتست از تعیین اثر چند روش شفاف سازی و تغلیظ آب انار بر محتوای آنتوسیانین و پایداری رنگ آب انار که میوه بومی ایران است. آب آنار به روش کلاسیک و همچنین توسط اولترافیلتراسیون شفاف سازی شد، سپس آب انارهای شفاف به سه روش(هیتر، فر مایکروویو و دستگاه روتاری وکیوم) تغلیظ گردیدند. سطح ۶ نوع آنتوسیانین توسط HPLC و پارامترهای رنگی CIL*a*b* در طی چهارماه نگهداری در ۱۸°C- پایش گردیدند. نتایج نشان داد که شفاف سازی کلاسیک و اولترافیلتراسیون هر دو مقدار آنتو سیانین های را کاهش می دهند. زمان نگهداری و تیمار اولترافیلتراسیون باعث کاهش آنتوسیانین کل می شوند اما اثر اولترافیلتراسیون معنادار نیست. بیشترین میزان آنتوسیانین کل در کنسانتره های حاصل از روتاری وکیوم و کمترین آن در نمونه های تهیه شده با هیتر مشاهده شد.

نرخ کاهش آنتوسیانین ها در تمام کنسانتره ها در طول زمان نگهداری بسیار کندتر از سایر مطالعات بود زیرا نگهداری حالت انجماد انجام شد در حالیکه در تحقیقات پیشین دمای نگهداری بالاتر بود. همچنین مشخص شد که در شرایط سخت تغلیظ(مانند تغلیظ با هیتر که دارای طولانی ترین زمان و بالاترین دماست) اثر شفاف سازی محو می شود. بنابراین حفظ اثر شفاف سازی بر محتوای آنتوسیانین عمیقا به شرایط تغلیظ وابسته است.

برخی از پارامترهای رنگ آبمیوه تغلیظ شده تغییرات معنی داری در طی زمان نگهداری نداشته است که شامل b* و کروما می باشند. سایر پارامترها از قبیل L*، a*، TCDو زاویه hue مدل های معنی داری برای تغییراتشان دارند. در طی زمان نگهداری Lکاهش یافت و a* تفاوت رنگ کل رنگ در تمام کنسانتره ها افزایش یافت.

کلمات کلیدی: آب انار، تغلیظ، شفاف سازی، پایداری رنگ، آنتوسیانین

فصل اول مقدمه

۱–۱ اهمیت موضوع و ضرورت بررسی

یکی از معیارهای مهم در اندازه‌گیری سطح رفاه یک جامعه، میزان مصرف سالانه آب‌میوه به ازای هر فرد می‌باشد. این میزان به موازات افزایش سطح رفاه جامعه افزایش می‌یابد. به منظور کاهش حجم و نیز کاهش احتمال فساد میکروبی، آب میوه تغلیظ گشته و به کنسانتره تبدیل می‌شود تا به این ترتیب در هزینه‌های حمل ونقل صرفه‌جویی گردیده و عمر انبارمانی آن بالا برده شود. صنعت آب‌میوه و به ویژه کنسانتره در دنیا با سرعت زیادی در حال گسترش است و کشورهای مختلفی در سال‌های اخیر وارد این بازار شده‌اند، بنابراین باتوجه به وضعیت کنونی کنسانتره در جهان لازم است برای رقابت با سایر تولیدکنندگان به کیفیت اهمیت بیشتری داده شود. چرا که کنسانتره‌ای در بازار جهانی شانس رقابت دارد که دارای شفافیت پایدار باشد. از سوی دیگر باید سعی شود تا قیمت تمام شده کنسانتره در حداقل باشد. یکی از روش‌های به حداقل رساندن قیمت تمام شده کنسانتره جلوگیری از ضایعات در مراحل مختلف تولید و بالا بردن راندمان تولید و استفاده بهینه از مواد مورد استفاده در شفاف‌سازی می‌باشد. هم چنین باید سعی شود تغلیظ به گونه‌ای انجام شود که حداقل افت کیفی را در برداشته باشد(شفاف سازی آب‌میوه، (پیروزی فرد، ۱۳۷۸).

میوه انار یکی از منابع غنی از آنتوسیانین‌ها می‌باشد و یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های شناخته شده است. ایران سرزمین بومی‌انار بوده و این میوه در نواحی ساحلی و کوهستانی رشد می‌کند (Raisi *et al.*,2008). این میوه به صورت وسیعی در ایران کشت می‌شود و به صورت تازه یا فراوری شده مصرف می‌گردد Shahidi). and Naczk, 2004)این میوه به‌دلیل داشتن خواص ضد باکتریایی، ضد التهاب و دارا بودن عوامل آرام‌بخش در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فواید سلامت‌بخش انار به طیف وسیعی از مواد شیمیایی گیاهی برمی‌گردد که در انار اغلب از نوع پلی‌فنول‌ها هستند و شامل الاژی‌تانن‌ها، آنتوسیانین‌ها و سایر پلی فنول‌ها می‌باشد. الاژی‌تانن‌ها در بخش خارجی میوه یافت شده و تا حد زیادی مسئول فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب انار

هستند. اثبات شده است که یکی از انواع الاژی‌تانن‌ها یعنی پونیـکالاژین‌ها (آنومرهایA و B پونیـکالاژین) مسئول بیش از ۵۰٪ فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب انار هستند(Patel *et al.*,2008).

مابقی فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار در نتیجه دیگر ترکیبات فنولی از قبیل پونیکالین، گالیک اسید، الاژیک اسید و آنتوسیانین‌ها می‌باشد (Gil *et al.*, 2000; Aviram *et al.*, 2000). ترکیب شیمیایی این میوه به نوع رقم، منطقه رشد، نوع آب و هوا، میزان رسیدگی، مراقبت‌های کشاورزی و شرایط نگهداری بستگی دارد. بر پایه برخی تحقیق‌های انجام گرفته، آب انار به عنوان یک منبع مهم ترکیبات فنولیک مطرح بوده که آنتوسیانین‌ها بویژه ۳-گلیکوزیدها ۳،۵- دی‌گلیکوزیدهای دلفینیدین، سیانیدین و پلارگونیدین از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌باشد (Du *et al.*,1975). در مطالعه‌هایی که در مورد رقم‌های مختلف انجام گرفته است، رنگدانه‌های دلفیندین ۳،۵- دی‌گلوکوزید، ۳- گلوکوزید، سیانیدین۳،۵- دی‌گلوکوزید، ۳-گلوکوزید، پلارگونیدین۳،۵- دی‌گلوکـوزید، ۳- گلوکوزید گزارش شده است(Marti *et al.*,2001 Miguel *et al.*,2004). مطالعه‌هایی که در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفته است نشان داده که فلاونوئیدهای انار (از بزرگترین گروه فنولیک‌ها) دارای خاصیت آنتی اکسیدانی (Aviram *et al.*,2000)، جلوگـیری از تصلب شرائیـن، بازدارنده اکسیداسیـون LDL و ممانعت از رسوب پلاکت‌های خون (Aviram *et al.*,2000; Aviram *et al.*, 2002;Fuhrman *et al.*,2005)، ممانعت از رشد سلول‌های ســرطان سینه(Mehta and Lansky,2004) ، سرطان پروستات(Lansky *et al.*,2005) و افزایش آنتی‌ژن مخصوص پروستات(PSA) (Pantuck *et al.*, 2006)،و جلوگیری از سرطان روده بزرگ (Kohno et al.,2004;Syed *et al.*,2007) و سرطان ریه (Khan *et al.*,2007) بوده و همچنین بر بیماری آلزایمر (Hartman *et al.*,2006;Singh *et al.*,2008) و دیابت (Rosenblat *et al.*,2006) و ایدز نوع یک (Neurath *et al.*,2004) (HIV_1) موثر هستند.

۱-۲ اهداف

با توجه به مقدمات ذکر شده، اهداف این مطالعه عبارتند از:

- تعیین نوع و مقدار آنتوسیانین‌های اصلی موجود درآب انار رقم دانه سیاه اصفهانی
- تعیین اثر روش‌های معمول شفاف‌سازی و همچنین اولترافیلتراسیون روی محتوای آنتوسیانین‌ها و کیفیت رنگ کنسانتره
- تعیین اثر روش‌های مختلف تغلیظ (هیتر، روتاری و مایکروویو) روی محتوای آنتوسیانین‌ها وکیفیت رنگ کنسانتره
- تعیین اثر نگهداری در $18^{\circ}C$- در محتوای آنتوسیانینی وکیفیت رنگ کنسانتره

فصل دوم: مرور منابع

۲-۱ انار

درخت انار با نام علمی Punica granatum L. و جد ژنتیکی نادرش Punica protopunica (درختچه‌ی کوچکی است که منحصرا در جزیره‌ی Yemeni در Socotra زندگی می‌کند) خانواده‌ی Puncacea را تشکیل می‌دهند (Kim *et al*.,2002). جداسازی آن‌ها به لحاظ گیاه‌شناسی منطبق با بیوشیمی‌بی‌نظیر این درختچه است. دانه‌ها حاوی روغنی هستند که در حدود ٪۸۰ آن را اسید چرب نادر ۱۸ کربنه‌ی ترانس‌پونیسیک اسید[1] تشکیل می‌دهد (Schubert *et al*.,1999). به‌علاوه وجود برخی تفاوت‌های ریخت‌شناسی و تشریحی موجب شده است که گونه‌ی پروتونیکا را یک گونه‌ی بدوی و ابتدایی در نظر بگیرند و گونه‌ی اجدادی انار به حساب نیاورند (شاکری،۱۳۸۲).

انار یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی است که استفاده از آن به زمان انجیل بازمی‌گردد (Longtin,2003). این میوه به طور وسیعی در ایران، افغانستان، چین، هند، ژاپن، کشورهای مدیترانه ای، روسیه و ایالات متحده کشت می‌شود (afaq *et al*.,2005; Shahidi and Naczk, 2004). در ایران انار معمولاً به صورت تازه و یا به صورت فرآورده‌هایی مانند مربا، ژله، شربت و آب انار مصرف می‌گردد و

1- Punicic acid

ایران به عنوان اولین و مهم‌ترین تولیدکننده و صادرکننده انار در جهان شناخته شده است. تولید انار ایران در سال ۲۰۰۵، ۶۷۰هزار تن بوده است (Alighourchi et al.,2007). بر اساس مدارک تاریخی، منشاء اولیه این میوه ایران بوده و از این کشور به مناطق دیگر گسترش یافته است (Levin,1994). بعضی از گونه‌های وحشی انار در جنگل‌های شمال و غرب و سایر نواحی ایران رشد می‌کنند. بیش از ۷۶۰ نژاد، گونه و رقم انار از نواحی مختلف ایران در کلکسیون انار یزد جمع‌آوری شده و وجود دارد (بهزادی شهربابکی،۱۳۷۷). سطح زیر کشت درخت انار در ایران در سال‌های اخیر به بیش از ۶۰۴۱۲ هزار هکتار رسیده است (شاکری،۱۳۸۲). در ارتباط با میوه انار یک تاریخ باستانی و اسطوره‌های فراوان وجود دارد. در سنت عبری لباس کاهن اعظم را با انار مزین می‌کردند . در بابل باستان انار یک عامل رستاخیز و احیاء بوده است و ایرانیان بر این باور بودند که دانه‌های انار موجب شکست ناپذیری د ر میدان نبرد می‌شود. در چین میوه انار سمبل درازی عمر بوده است(de Nigris *et al*.,2005).همچنین در قرآن مجید و در سوره‌های انعام و رحمن در سه جا از انار (رمان) نام برده شده است.

انار درختچه‌ای است خزان‌دار که البته در نواحی گرم و مرطوب با زمستآن‌های معتدل همیشه سبز است و حداکثر ارتفاع آن به ۶ متر (معمولاً ۲ تا ۵ متر) هم می‌رسد. لازمه میوه‌دهی در انار، تابستآن‌های گرم و پاییز طولانی و خشک است. این گیاه به طور طبیعی در مناطقی با بارندگی نسبتاً کم و زمستان ملایم، عمدتاً مناطق کویری، از حاشیه دریای خزر به طرف شرق تا دامنه‌های هیمالیا و به طرف غرب تا اطراف دریای مدیترانه گسترش دارد .درخت انار معمولاً از سال سوم کاشت گل و میوه می‌دهد . میوه این گیاه کروی شکل با پوسته ضخیم قهوه‌ای متمایل به قرمز، سبز مایل به قرمز یا بنفش، قرمز مایل به طلایی تیره، زرد مایل به سبز و به ندرت در زمان رسیدن در بعضی رقم‌ها سیاه متمایل به ارغوانی دیده می‌شود (میرجلیلی،۱۳۸۱). در رقم‌های مختلف انار رنگ دانه‌های آن از سفید مایل به زرد تا قرمز بسیار خوشرنگ و یا قرمز تیره تغییر می‌کند و دانه‌های آبدار آن شیرین، ترش، خیلی ترش یا ملس می‌باشد (شیبانی،۱۳۶۵). ترکیب شیمیایی این میوه بستگی به نوع رقم، منطقه رشد، نوع آب و هوا، میزان رسیدگی، مراقبت‌های کشاورزی و شرایط نگهداری دارد (Poyrazoglu et al.,2002).

از نظر زمان رسیدن ارقام انار را می‌توان به ۳ گروه تقسیم کرد: ۱) رقم‌های زودرس شیرین: تا اواسط شهریور می‌رسند. ۲) رقم‌های زودرس ترش: تا اوایل مهر ماه می‌رسند. ۳) رقم‌های انار دیررس: در اواخر مهر یا اوایل آبان ماه می‌رسند(اخیانی،۱۳۶۶). زمان رسیدن و برداشت میوه موقعی است که نسبت قند به اسید ثابت شود (مستوفی فرد،۱۳۸۵). آب میوه انار می‌تواند در نوشیدنی‌ها، ژله‌ها، به عنوان عوامل رنگ دهنده و طعم‌دهنده و به منظور تیمارهای رژیمی‌و پیشگیرانه استفاده شود. (Magermove *et al*.,2007).

۲-۲ترکیب شیمیایی انار

۲-۲الف. آب، قندها، املاح،اسیدهای آلی و اسیدهای چرب

ال- نمر[1] و همکاران در سال ۱۹۹۲ ترکیب شیمیایی انار را به صورت آب (۸۵/۴٪)، قند کل (۱۰/۶g/۱۰۰mL)، قندهای احیاء کننده (۱۰/۵g/۱۰۰mL)، قندهای غیراحیاکننده (۰/۱g/۱۰۰ mL)، پکتین(۱/۴g/۱۰۰mL)، اسیدیته کل به صورت اسید سیتریک (۰/۱g/۱۰۰mL)، آسکوربیک اسید (۰/۷mg/۱۰۰mL)، نیتروژن آزاد (۱۹/۶mg/۱۰۰mL)، خاکستر (۰/۰۵g/۱۰۰ mL)، آهن (۰/۲mg/L)، مس (۱/۰mg/L)، سدیم (۳/۰mg/L)، منیزیم (۲/۴mg/L)، پتاسیم (۴۹/۲mg/L) گزارش کردند. روی ومنگنز هم در نمونه‌ها شناسایی نشد.

در تحقیقی که بر روی ۴۰ رقم انار اسپانیا انجام شد مشخص گردید که نمونه‌های انار مورد مطالعه حاوی قندهای ساکاروز، فروکتوز، گلوکز ومالتوز می‌باشند که مقدار فروکتوز از گلوکز و قندهای دیگر بیشتر بود (Melgarejo *et al*., 2000b). در حالی‌که فدوی وهمکاران در سال ۱۳۸۲ گزارش کردند که در ۲۵ رقم انار ایرانی مقدار گلوکز از بقیه قندها بیشتر است (Fadavi et al.,2005).

از جمله ترکیبات دیگر انار اسیدهای چرب موجود در هسته آن می‌باشند. اسیدهای چرب غالب در اکثر ارقام مطالعه شده انار اسید لینولئیک می‌باشد. در شش رقم انار اسپانیایی اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک، استئاریک و پالمیتولئیک شناسایی شدند و اسیدهای چرب مریستیک، لوریک، بهینیک و لیگنوسریک به ندرت در آن‌ها مشاهده گردید(Melgarejo *et al*., 2000b). در تحقیقی دیگر مقدار روغن هسته ۲۵ رقم انتخابی ساوه ویزد بین ۱۹/۲۸- ۶/۶۳ درصد گزارش شد.

اسیدهای چرب شناسایی شده در آن‌ها از نظر مقدار به ترتیب لینولئیک، اولئیک، پالمتیک، استئاریک، مریستیک وایکوزاپنتانوئیک اسید بودند (Fadavi *et al*.2006). روغن بذر انار علاوه بر اسیدهای چرب ذکر شده غنی از استروژن‌های استروئیدی (گاما- توکوفرول[2]، ۱۷- آلفا- استرادیول[3]، استیگماسیتوسترول[4]، بتا- استریول[5]، تستوسترون[6]) و غیر استروئیدی(کومسترول[7]، کمپسترول[8]) می‌باشد (Chung et al., 2001).برخی از این ترکیبات بازدارنده شیمیایی سرطان شامل بهبود و ارتقاء آپوپتوز هستند (Nepka *et*

[1] El-Nemr
[2] γ-Tocophorol
[3] 17-α-Estradiol
[4] Stigmasterol sitosterol
[5] β-Estriol
[6] Testosterone
[7] Coumestrol
[8] Compestrol

al.,1999). به علاوه روغن آن حاوی اسید چرب پونیسیک اسید است (Schubert *et al*.,1999) که بازدارنده بیوسنتز پروستاگلاندین‌ها می‌باشد (Chung *et al*., 2001).

املاح از جمله ترکیبات دیگر موجود در انار هستند که در حفظ سلامتی بدن نقش دارند. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ۲۵ رقم انار ایرانی نشان داد که آب انار شامل مقادیر قابل توجهی از عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفات، آهن، مس، کبالت، روی ومنگنز است. در میان عناصر شناسایی شده مقدار آهن و سرب از همه بیشتر و مقدار پتاسیم وسدیم از همه کمتر بود. همچنین در این تحقیق مشخص شد که منطقه کشت بر محتوای املاح انار تاثیر معنی‌داری دارد (Fadavi *et al*.,2005). همچنین در مطالعه‌ای دیگر بر روی همین ارقام (۲۵ رقم انار ساوه و یزد)، ترکیب اسیدهای آلی آب انار و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۴°C بررسی شد. مقدار اسید میوه عامل موثری در طعم میوه است. بر اساس نتایج آن‌ها مقدار و نوع اسیدهای آلی در رقم‌های مختلف متفاوت بود و اسیدهای سیتریک و مالیک اسید غالب در بیشتر ارقام بودند. اسیدهای اگزالیک و تارتاریک نیز در بیشتر رقم‌ها شناسایی شدند. در حالیکه اسیدهای مالئیک، شیکمیک، فوماریک و آسکوربیک جزء اسیدهای کم مقدار بودند. همچنین مقدار کل اسیدهای آلی در طی نگهداری کاهش یافت و بیشترین کاهش هم مربوط به اسیدهای غالب آن یعنی اسید سیتریک بود(اعرابی، ۱۳۸۴).

۲-۲ب. ترکیبات فنولیک موجود در آب انار

آب انار حاوی مقادیر قابل توجهی آنتوسیانین و همچنین سایر ترکیبات پلی فنولی و فنولی می‌باشد. Gil و همکاران در سال ۲۰۰۰ نتیجه‌گیری کردند که ترکیبات فنولی موجود در آب انار در چهار گروه اصلی قابل طبقه‌بندی هستند:

الف) رنگدانه‌های آنتوسیانین که به آسانی با استفاده از دستگاه HPLC و با روش استاندارد خارجی (سیانیدین۳- گلوکوزید) شناسایی می‌شوند.

ب) تانن‌های قابل هیدرولیز از نوع گالاکیل[1] و سایر ترکیبات مرتبط که با دستگاه HPLC و آشکارساز UV در طول موج ۳۵۰ نانومتر شناسایی می‌شوند.

ج) الاژیک اسید[2] وگلیکوزیدهای آن، که توسط دستگاه HPLC در طول موج‌های معمول UV الاژیک اسیدها (۳۶۲، ۳۴۶، ۳۰۰، ۲۵۶) شناسایی می‌شوند.

[1]Gallagyl
[2] Ellagic acid

د) گروه گستردهای از تانن‌های قابل هیدرولیز با طیف نوری تعریف نشده که بیشینه جذب آن‌ها زیر ۲۸۰ نانومتر است.

انواع ترکیبات فنولی وتاننی شناسایی شده در انار عبارتند از الاژیک اسید، گالیک اسید[۱]، پونیکالاژین[۲]، پونیکالین[۳]، کلروژنیک اسید[۴]، هیدروکسی سینامیک اسید[۵]، پروتوکاتچیک اسید[۶]، هیدروکسی بنزوئیک اسید[۷]، کافئیک اسید[۸]، فرولیک اسید[۹]، کوماریک اسید[۱۰]، پ-کوماریک اسید[۱۱]، او- کوماریک اسید[۱۲]، فلوریدزین[۱۳]، کوئرستین[۱۴] و کاتکین[۱۵] هستند(Poyrazoglu *et al*., 2002; Gil *et al*.,2000). فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار بیشتربه خاطر حضوراسید آسکوربیک وترکیبات فنولی از قبیل پونیکالاژین، پونیکالین، گالیک اسید، الاژیک اسید و آنتوسیانین‌ها می‌باشد (Gil *et al*.,2000).

۲-۳ خواص دارویی وآنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی انار

در طب سنتی گیاهی بخش‌های مختلف این گیاه شامل ریشه، پوست ساقه، پوست میوه، گوشت میوه وعصاره میوه استفاده می‌گردد. مهم‌ترین خواص دارویی این گیاه عبارتنداز : ضدانگل‌های کرمی(نواری، پهن وگرد) گوارشی، بهبود ناراحتی‌های زنانه، تحریک بهبود زخم، تحریک تولید وجریان صفرا در کبد، تحریک تولید و دفع ادرار، آرامش اعصاب و بهبود انتقال پیام‌های عصبی،خون‌سازی و استفاده در صنایع آرایشی (رنگ‌های طبیعی). در رابطه با کاربرد درمانی گیاه انار و سایر داروهای گیاهی باید همیشه به آستانه تحمل بیمار و نیز خواص مسمومیت‌زایی آن توجه داشت، به‌ویژه آلکالوئیدها که در برخی گیاهان از جمله انار وجود دارند که با تحریک اعصاب کولینرژیک سبب انقباض عضلات صاف می‌گردند و نیز اسیدهای آلی و موادمعدنی موجود در این گیاه (به‌ویژه انواع ترش) سبب برهم زدن تعادل و اسیدیته خون و افت فشار خون در افراد مستعد می‌شوند (نبی‌نژاد،۱۳۸۵).

---

[1] Gallic acid
[2] Punicalagin
[3] Punicalin
[4] Chlorogenic acid
[5] Hydroxy cinnamic acid
[6] Protocatechuic acid
[7] Hydroxy benzoic acid
[8] Caffeic acid
[9] Ferulic acid
[10] Coumaric acid
[11] P- coumaric acid
[12] O- coumaric acid
[13] Phloridzin
[14] Quercetin
[15] Catchin

اثر آب انار و عصاره آن بر مکانیسم‌های مولکولی و سلولی در سطح سیستمیک بررسی شده است، در حالیکه فواید آن بر سلامت متابولیک، عروق قلبی، پروستات و دندان در مقالات آزمایشگاهی نشان داده شده‌اند(Patel *et al*.,2008).

ترکیبات فلاونوئیدی موجود در انار نقش مهمی‌در سلامتی انسان دارند. در سال‌های اخیر برخی از قابلیت‌های بالقوه این ترکیبات در کاهش کلسترول LDL، ممانعت از لخته شدن خون و حفاظت از سلول‌ها در برابر انواع سرطآن‌ها موضوع تحقیق بسیاری از محققین شده است. آنتوسیانین‌ها تنها ترکیبات فنولیکی نیستند که این اثرات را دارند. بلکه سایر ترکیبات فنولیکی پوست و دانه انار نیز چنین اثراتی را از خودنشان می‌دهند. سوزوکی[۱] و همکاران دریافتند که روغن دانه انار بر سرطان خون موثر می‌باشد. داس[۲] و همکاران در سال ۱۹۹۹ نتیجه گیری کردند که عصاره دانه انار موجب توقف اسهال در حیوانات می‌شود. نگی[۳] و همکاران در سال ۲۰۰۳ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدجهش‌زایی عصاره پوست انار که فراورده جانبی انار است را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها پی بردند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های آبی نسبتا پائین ولی فعالیت ضد جهش‌زایی نسبتا بالایی دارند در حالیکه عصاره‌های متانولی درست عکس این حالت را نشان دادند. یعثوبی و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی پوست انار را بر روغن سویا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق مشخص شد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره۷۰٪ انار در استن که با روش خشک شدن انجمادی آماده شده بود، همراه با سه آنتوسیانین عمده آن (سیانیدین، دلفینیدین، پلارگونیدین) را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که آنتوسیانین‌ها نقش مهمی‌در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار ایفا می‌کنند. آب انار تجاری در مقایسه با شراب قرمز و چای سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی ازخود نشان می‌دهد. به‌طوریکه فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن دو برابر شراب قرمز و۳ برابر چای سبز می‌باشد (Aviram *et al*.,2000). یافته‌های نودا[۴] و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان داد که عصاره انار رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل و سوپراکسید را مهار می‌کند که احتمالا این کار را به‌واسطه شلاته کردن با یون آهن انجام می‌دهد. آویرام و همکاران در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که مصرف انار نقش بازدارندگی بر تنش عروقی[۵] دارد و فشار خون سیستولی را کاهش می‌دهد. نوشیدن روزانه یک لیوان آب انار از سخت شدن دیواره رگ‌ها[۶] درانسان جلوگیری می‌کند. آب انار کاملا به فساد میکروبی در دمای یخچال مقاوم است که علت آن حضور پلی فنول‌ها ست. محققین سویه‌های مختلف باکتریایی (استافیلوکوکوس آرئوس، سالمونلا کلراسوئیس، باسیلوس

[1] Suzuki
[2] Das
[3] Negi
[4] Noda
[5] Angiotension
[6] Arteriosclerosis

سابتیلیس، باسیلوس مزنتریکوس، اشرشیا کلی، باکتریوم کاروتووروم و کاندیدا مایکودرما) تحت تیمار با انار قرار دادند. واریته‌های سالاواتسکی[1] و کزل انار[2] از رشد بسیاری از گونه‌های باکتریایی به میزان زیادی ممانعت نمودند. فعالیت ضد میکروبی به واریته میوه و محتوای ترکیبات فنولی، رنگدانه‌ها و اسید سیتریک وابسته است.

۲-۴ رنگ مواد غذایی و اصول رنگ سنجی مواد غذایی

برای بررسی کیفیت رنگ به روش سیستماتیک لازم است که به صورت عینی رنگ و غلظت رنگدانه را اندازه‌گیری نمائیم. بدین مفهوم رنگ به معنای سیمای بصری محصول است در حالیکه رنگدانه‌ها یا رنگسازها ترکیبات شیمیایی هستند که در رنگ مشاهده شده نقش دارند. رنگ یک پدیده فیزیکی صرف نیست بلکه یک پدیده فیزیکوشیمیایی است زیرا از جذب انتخابی اشعه نور مرئی توسط رنگدانه‌ها ناشی می‌شود. این پدیده در بین سه عنصر رخ می‌دهد: منبع نور، شی و مشاهده کننده. بنابراین توضیح مناسب تغییرات رنگ باید براساس تغییرات طیفی گزارش شده در فاصله پهنای کامل سیستم بصری انسان (۳۸۰-۷۸۰ nm) و نه فقط در λ_{max} مرئی صورت گیرد. دستگاه‌های رنگ‌سنجی مخصوصی در دسترس هستند که در سال‌های اخیر مقاومت، پایداری، قابلیت حمل، حساسیت وسهولت استفاده از آن‌ها تاحد زیادی افزایش یافته است. سیستم CIEL*a*b* (کمیسیون بین‌المللی روشنایی، وین) توسط صنایع غذایی ایالات متحده جهت اندازه‌گیری رنگ فراورده‌های غذایی پذیرفته شده است. با وجودی‌که این سیستم تعریف لزوما دقیقی از رنگ ارائه نمی‌دهد، در اندازه‌گیری تفاوت‌های رنگی و پیجویی تغییرات رنگ در حین فراوری و نگهداری بسیار موثر عمل می‌کند. نمایه‌های رنگ مشتق شده از سیستم CIEL*a*b* به صورت فزاینده‌ای در مقالات تحقیقی رنگ‌های طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستگاه L* را به عنوان معیاری از روشنایی و دو مختصات a*و b* را اندازه می‌گیرد. مقادیر مثبت a* در جهت "قرمز بودن" و مقادیر منفی در جهت مکمل آن"سبز بودن" است. مقادیر مثبت b* بردار"زرد بودن" و مقادیر منفی"آبی بودن" است. یک خطای بسیار مرسوم استفاده از مقدار a* به عنوان مقدار قرمزی و سبزی و مقادیر b* به عنوان ملاک زردی و سبزی می‌باشد. نمونه‌هایی با مقادیر a* برابر می‌توانند رنگ‌هایی از بنفش تا قرمز تا نارنجی داشته باشند. رنگ سه بعدی بوده و تشریح بهتر رنگ با استفاده از سیستم L*CH بدست می‌آید که در آن L= روشنایی در ۱۰۰ سفید مطلق و در صفر سیاه مطلق است (Wrolstad et al., 2005).

[1] Salavatskii
[2] Kzyl-anor