



**دانشگاه آزاد اسلامي**

**واحد علوم و تحقیقات(تهران)**

**دانشکده کشاورزی و مهندسی علوم و صنایع غذایی**

**گروه : کشاورزی**

**پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته صنایع غذایی**

**عنوان:**

بررسی میزان ترکیبات فنولی،آنتوسیانین وفعالیت آنتی اکسیدانی میوه های آلبالو و انار درطول نگهداری به روش IQF

**استاد راهنما:**

جناب آفای دکتر بابک غیاثی

**استاد مشاور :**

سرکارخانم دکتر مریم قراچورلو

جناب آقای دکتر مهرداد قوامی

**نگارش:**

آوا افلاکی

تاریخ:...............  
شماره:.............

پیوست:...........



تعهدنامه اصالت رساله پایان نامه

اینجانب آوا افلاکی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته در رشته صنایع غذایی با شماره دانشجویی 870847318 که در تاریخ 00/10/1395 از پایان نامه خود تحت عنوان بررسی میزانرکیبات فنولی،آنتوسیانین وفعالیت آنتی اکسیدانی میوه های آلبالو و انار درطول نگهداری به روش IQF با کسب نمره **.....** و **درجه ....** دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم:

1-این پایان نامه/ رساله حاصل تحقیق پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران(اعم از پایان نامه، کتاب، مقاله و...) استفاده نموده ام، مطابق ضوابط ورودیه موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده ام.

2- این پایان نامه قبلاً برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی(هم سطح، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاه ها و مؤسسات آموزش عالی ارائه نشده است.

3- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هر گونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب، ثبت اختراع و... از این پایان نامه داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.

4- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می پذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک   
تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.

نام و نام خانوادگی دانشجو

تاریخ، امضا، اثر انگشت:

**من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق**

شکر و سپاس خدای را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیست ،

خداوند منان را سپاسگزارم که نعمت برخورداری از تجربیات و معلومات استادان برجسته ی دانشکده علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات (تهران) را به اینجانب آن هم در بهترین دوران زندگی ام در پشت میز شاگردی آنان عطا فرموده و از این لحاظ خود را خوشبخت می دانم .

این افتخار وقتی کامل شد که استاد برجسته ، **جناب آقای دكتر بابک غیاثی** درخواست استاد راهنمای مرا در خصوص پایان نامه ام از انتخاب تا انتها اجابت فرموده و بدون اغراق و خیلی مخلصانه عرض   
می کنم هر چه زمان از لحظه ارائه پایان نامه ام دور می شوم تاسف بیشتری می خورم که چرا وسعم اجازه ی بیش از این به من نداد که از معرفت و توانائی های این استاد بزرگوار بهره ببرم و از این رو از ایشان نهایت تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم بتوانم با بهره گیری از آموخته هایم حق شاگردی را ادا نمایم .

همچنین از محضر اساتید ارجمند **سركار خانم دكتر مریم قراچورلو** و **جناب آقای دکتر مهرداد قوامی** به عنوان اساتید مشاور و استاد ارجمند .............................. که در جایگاه داور پایان نامه با بهره گیری از تجربیات ارزشمند خود نکات به جا و ارزنده ای را یادآور شده و از این طریق مرا به بازنگری و پویایی بیشتری در جهت تکمیل آن واداشته اند کمال تشکر و امتنان را دارم .

و بر خود وظیفه می دانم از خانواده ام به دلیل ایجاد فرصت و امکانات مادی و بیش از آن معنوی لازم در جهت برخورداری از نعمت تحصیل در این مقطع دانشگاهی قدردانی کرده و آرزوی طول عمر با عزت و عاقبت بخیری را برای آنان از درگاه حق تعالی دارم .

**چکیده**

فرآیند IQF (Individual Quick Freezing) یکی از روش های نوین انجماد است که به دلیل حفظ کیفیت محصول، کاربرد فراوانی در نگهداری محصولات غذایی پیدا کرده است. در این پژوهش اثر فرآیند مذکور روی میزان ترکیبات فنولی کل، آنتوسیانین کل، ترکیب آنتوسیانین غالب و نیز فعالیت آنتی اکسیدانی در آب میوه های انار و آلبالو در مقایسه با فرآیند انجماد معمولی مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش ها نشان داد که میزان ترکیبات فنولی کل، آنتوسیانین کل و ترکیب آنتوسیانین غالب در آب میوه هایی که با روش IQF فرآیند شده بودند، نسبت به روش انجماد معمولی به طور معنی داری بهتر حفظ می شود (05/0p<). همچنین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی سنجش شده در آب میوه های تهیه شده به روش IQF، تفاوت معنی داری با آب میوه تازه نشان نداد (05/0p>). بنابراین فرآیند IQF می تواند برای انجماد آب میوه های انار و آلبالو بسیار مفید باشد.

**واژه های کلیدی:** آلبالو، آنتوسیانین، انار، ترکیبات فنولی، فرآیندIQF، فعالیت آنتی اکسیدانی

# فصل اول :

**کلیات تحقیق**

**مقدمه**

دما نقش مهمی در حفظ کیفیت فراورده های غذایی انبار شده دارد. گرمایش و سرمایش مواد غذایی در کارخانه های فرآوری مواد غذایی، متداولترین فرایندهایی هستند که با آنها روبرو می شویم. گرمایش و سرمایش فراورده های غذایی برای جلوگیری از تخریب آنزیمی و میکروبی آنها لازم است.

نگهداری مواد غذایی به روش انجماد در ایالات متحده و دیگر نقاط جهان به صنعت بزرگی تبدیل شده است. به طور مثال از سال 1970 تا 2005، مصرف سرانه سالیانه سبزیجات منجمد در ایالات متحده از 20 تا 34 گیلوگرم افزایش یافته است (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

نگهداری مواد غذایی به روش انجماد با مکانیسم های متعددی صورت میگیرد. در دماهای زیر صفر درجه سانتی گراد، سرعت رشد میکروارگانیسم ها و افت کیفی محصول در نتیجه فعالیت میکروبی به طور قابل ملاحظه ای کاهش میابد. همین دما بر واکنش های دیگری مانند واکنش های آنزیمی و اکسایش که به طور معمول در محصول انجام میشوند، نیز مؤثر خواهد بود. علاوه بر این، تشکیل بلورهای یخ در داخل محصول، قابلیت دسترسی به آب جهت شرکت در واکنش ها را تغییر میدهد. هنگامی که دما کاهش یافته و آب بیشتری به یخ تبدیل گردد برای انجام واکنش های تخریبی در محصول آب کمتری در دسترس قرار خواهد گرفت (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

اگرچه انجماد به عنوان یک فرایند نگهداری عموما محصول با کیفیت بالا را برای مصرف تولید مینماید، ولی با این وجود، کیفیت محصول، بسته به فرایند انجماد و شرایط نگهداری آن به صورت منجمد، تحت تأثیر قرار میگیرد. سرعت انجماد یا مدت زمانی طول میکشد تا دمای محصول به زیر دمای اولیه انجماد برسد روی کیفیت محصول تأثیر خواهد گذاشت اما این تاثیر بسته به نوع ماده غذایی متفاوت خواهد بود. در مورد بعضی از محصولات، برای اطمینان از تشکیل بلورهای کوچک یخ در ساختار محصول و به حداقل رسیدن آسیب های بافتی لازم است که انجماد به سرعت انجام شود، یا به عبارت دیگر زمان انجماد کوناه باشد. برخی دیگر از محصولات، تأثیر تغییرات ساختمانی قرار نمیگیرند، بنابراین صرف هزینه های اضافی مربوط به انجماد سریع در مورد آنها ضرورتی ندارد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:126).

گروهی از محصولات نیز به لحاظ اندازه شکل هندسی که دارند، اجازه انجماد سریع را نمیدهند. شرایط دمایی انبار نگهداری به طور چشمگیری، کیفیت ماده غذابی منجمد را تحت تأثیر قرار میدهد. هر گونه افزایش در دمای انبار، اثر حفاظتی انجماد بر کیفیت محصول را کاهش داده و نوسانات دمای انبار، تأثیر به مراتب بیشتری بر کیفیت محصول خواهد داشت (مرتضوی و همکاران 1389، 2:126).

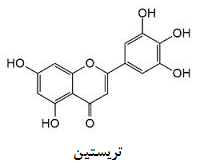
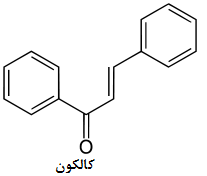
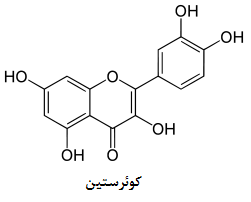
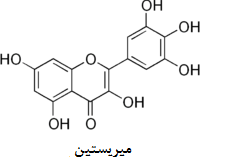
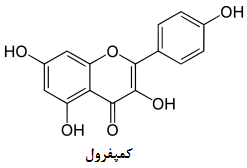
**1-1 فلاونوئیدها**

اجزای فنولیکی هستند که به صورت رنگدانه های زردی بوده که از بخش وسیعی از گیاهان آوندی جداسازی شده و بیش از 1850 نوع فلاونوئید گزارش شده است. این ترکیبات در گیاهان به صورت آنتی اکسیدان، تریبات ضد میکروبی و گیرنده نوری عمل میکنند. فلائونوئیدها گروه هتروژن ترکیبات فنولیک هستند که ساختار بنزولاندا پیرون [[1]](#footnote-1) در مولکول و در همه گیاهان وجود دارند. تقریبا 90% فلانوئیدها در گیاهان به شکل گلوکوزیدیک وجود دارند Andersen and Markham,2006)) .

یکی از گروه های مهم فلاونوئیدها، فلاونول می باشد که ترکیباتی چون کمپفرول، کوئرستین را در بر میگیرد.گروه دیگر فلاون ها هستند. از جمله ترکیباتی که در این گروه قرار دارند تریستین می باشد. کالکون ها، فلاوانون ها و ایزوفلاوانون گروه های دیگری از فلاونوئیدها هستند (فاطمی 1390، 2:70).

سه فلاونول، کوئرستین، کمپفرول و میریستین به میزان قابل توجهی در چای های فوری وجود دارند و به ایجاد طعم گس در اینها کمک میکنند.فلاوانون ها عمدتاَ در مرکبات وجود دارند. مثال آن نارنجین که شدیداَ تلخ مزه می باشد. فلاوانون ها از نظر تولید شیرین کننده های سنتتیک در خور توجه هستند. خصوصیت پلی فنولی فلانوئیدها باعث گردیده است که موضوع استفاده از آنها به منزله آنتی اکسیدان در روغن ها مورد استفاده قرار گیرد. در این رابطه بررسی هایی انجام شده نشان میدهد که به عنوان مثال، سه فلاونول فوق الذکر موجود در چای از آلفا توکوفرول قویتر هستند. البته این ویژگی پلی فنولی بودن می تواند در جذب فلزات هم موثر باشد و این ترکیبات را در مقام یک سینرژیست نیز قرار دهد. اما باید توجه داشت که حلالیت کم آنها در روغن ها چنین کاربردی را محدود و مسئله ساز می کند (فاطمی 1390، 2:70).

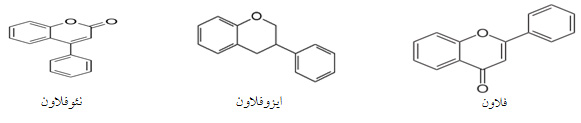
فعالیت آنتی اکسیدانی فلانوئیدها یک اصل میباشد و این ترکیبات در خنثی کردن اکسیداسیون خیلی موثر هستند. عملکرد فلانوئیدها به عنوان آنتی اکسیدان اولیه در سیستم ها در مواقعی که فلزات به عنوان تسریع کننده اکسیداسیون موجود نیستند میباشد و از طرفی به عنوان ضد میکروب و گیرنده نوری عمل میکنند .(Wanasundara & shahidi, 2006), (Jordheim, 2007)



شکل 1-1 ساختمان شیمیایی بعضی از فلاونوئیدها

بر طبق واژنامه آیوپاک فلاونوئیدها به سه گروه طبقه بندی میشوند(Naugh., etal 1997) :

* فلاونوئیدها یا بیوفلاونوئیدها
* ایزوفلاونوئید
* نئوفلاونوئید



شکل 1-2 ساختمان مولکولی فلاونوئیدها

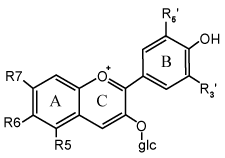
**1-2 آنتوسیانین**

آنتوسیانین از لغت یونانی آنتوس[[2]](#footnote-2) به معنای گل و کیانوس[[3]](#footnote-3) به معنای رنگ آبی که به طور خاص برای توصیف رنگدانه آبی گل ذرت استفاده میشده است (Jordhem, 2007).

آنتوسیانین ها بخشی از ترکیبات فلاونوئیدی گیاهان هستند که در آب محلول بوده که مسئول ایجاد و تبدیل رنگها از صورتی کمرنگ به قرمز به ارغوانی و آبی تیره هستند آنتوسیانین ها در بخش وسیعی از بافت های گیاهی به خصوص در گل ها و میوه ها وجود دارند. اما همچنین در ارگان های ذخیره ای همچون ریشه ها و برآمدگی های گیاهان و ساقه ها هم وجود دارند. و عموما در واکوئل ذخیره میشوند (Jordheim, 2007), (Derol, 2009).

آنتوسیانین ها و مشتقاتشون در اکثر مواد غذایی وجود دارند و نقش محافظتی در برابر اکسیداسیون ایفا میکنند.آنتوسیانین های موجود در کلم قرمز نقش محافظتی در حیوانات در برابر تنش های اکسیداسیون در برابر نوعی سم به نام paraquat ایفا میکند . (Sterling, 2001)

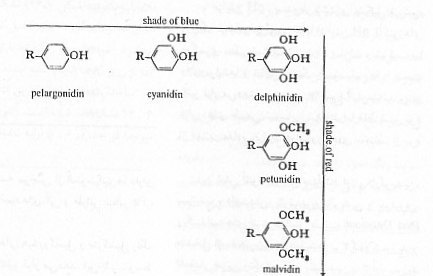
تقریباَ حدود 140 نوع آنتوسیانین شناسایی شده است. آنتوسیانین ها از یک قسمت غیر قندی یا آگلیکون که آنتوسیانیدین نامیده میشود تشکیل گردیده اند که با منوساکاریدها (گلوکز، گالاکتوز، آرابینوز، رامنوز) دی ساکاریدها و یا تری ساکاریدها و در برخی موارد از گرو های آسیل تشکیل شده اند. ساختار اساسی آنتوسیانین ها از 2\_فنیل\_ بنوپیریلیوم یا فلاویلیوم با چند جایگزین هیدروکسیل و متوکسیل تشکیل یافته است.اکثر آنتوسیانین ها از 3و5و7 تری هیدروکسیل فلاویلیوم کلراید تشکیل یافته اند و بخش قندی معمولا به گروه هیدروکسیل کربن شماره 3 متصل میشود. قسمت فلاویوم در آنتوسیانین ها چون دارای کمبود الکترون است بسیار آماده برای شرکت در واکنش هایی می باشد قنبرزاده(1387)، (Andersen & markham,2006).



شکل 1-3 ساختار پایه آنتوسیانین

در مواد غذایی فقط 4 نوع آنتوسیانیدین ها حائز اهمیت هستند که عبارتند از پلارگونیدین، دلفینیدین، پئونیدین و مالویدین .تفاوت اینها در محل قرار گرفتن و تعداد گروه های هیدروکسیل و متوکسیل آنها در مولکول آنتوسیانیدین است. به هر حال اغلب گونه های آنتوسیانین در محدوده 3 ساختار اولیه پلارگونیدین، سیانیدین و دلفینیدین پایه ریزی شده است (قنبرزاده، 1387).

مطالعات اخیر نشان داده است که تعدادی آنتوسیانین ها دارای اجزای اضافی نظیر اسیدهای آلی و فلزاتی نظیر Fe, Al, Mgهستند. جایگزینی گروههای هیدروکسیل و متوکسیل رنگ آنتوسیانین ها را تحت تاثیر قرار میدهد.به طوری که افزایش تعداد گروههای هیدروکسیل باعث آبی تر شدن رنگ میگردد.افزایش گروههای متوکسیل رنگ قرمز را افزایش میدهد (قنبرزاده، 1387).



شکل 1-4 تغییرات رنگ با جایگزینی گروه های متوکسیل و هیدروکسیل(قنبرزاده،1387)

از سولفیت ها و دی اکسید گوگرد برای حفاظت میوه ها استفاده میشود. این ها به سادگی آنتوسیانین ها را از بین میبرند، در عوض رنگ متمایل به زردی که مربوز به سایر رنگدانه ها در میوه هستند را ظاهر می سازند.

pH بافت های گیاهی مشخصاَ در محدوده 5/5-5/3 می باشد. در چنین حالتی این مسئله مطرح میشود که چگونه آنتوسیانین ها رنگ خاص خود را حفظ میکنند و نظیر هنگامی که در یک محلول هستند تبدیل به ماده ای بی رنگ نمیشوند. بررسیها نشان میدهد که مولکول آنتوسیانین ها به صورت متصل به یکدیگر هستند و از طریق پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی که میان هسته های فلاویلیوم آنها برقرار میگردد دارای یک ساختمان مارپیچی میشوند که در آنها مولکول ها به شکل انباشته شده روی یکدیگر میباشند. در چنین حالتی قسمت ایجاد کننده رنگ در مولکول آنتوسیانی در پشت قسمت قندی آن قرار میگیرد که از این طریق از دسترسی آب به آن و واکنشهای نابود کننده رنگ در اثر حضور آب مصون بدون تغییر باقی می ماند.

آنتوسیانین ها در بخش وسیعی از بافت های گیاهی به خصوص در گل ها و میوه ها وجود دارند. اما همچنین در ارگان های ذخیره ای همچون ریشه ها و برآمدگی های گیاهان و ساقه ها هم وجود دارند. آنتوسیانین ها پیگمانهای قابل حل در آب بوده و عموما در واکوئل ذخیره میشوند (Derol, 2009).

آنتوسیانین ها نقش های زیادی در سلول های گیاهی اعمال میکنند. یکی از شناسایی های اولیه در خرید گل و میوه توسط مصرف کننده درخشندگی و شفافیت و پرطراوتی رنگشان است که ناشی از پیگمان های آنتوسیانین ها است. علاوه بر این نقش ها، آنتوسیانین ها نقش مهمی در محافظت نوری[[4]](#footnote-4)به عنوان آنتی اکسیدان، دفاع بیولوژیکی[[5]](#footnote-5)و همچنین عملکرد همزیستی بین میکروبها و سلول های گیاهی را دارند(Gould & Lister, 2006) .



شکل 1-5 ساختار آنتوسیانین های مهم Baylis, 2005))

**1-2-1 بیوسنتز آنتوسیانین**

مرحله اول بیوسنتز تمام فلاونوئیدها تجمع، 4- کومارات کوآنزیم A با 3 مولکول مالونیل کوآنزیم A میباشد که منجر به تولید 2، 4، 6، 4- تترا هیدروکسی چالکون میشود که این واکنش در حضور آنزیم چالکون سنتتاز به عنوان کاتالیست صورت میگیرد (Strack & Wray(1994 . چالکون سپس ایزومریزه شده و تبدیل به ترکیب فلاونون نارینگنین که به عنوان یک ترکیب حد واسط کلیدی در تولید چندین ترکیب نهایی همچون آنتوسیانین ها عمل میکند Strack & Wray, 1994), (Cooper, 2001)).



شکل 1-6 مسیر بیوسنتز آنتوسیانین ها

اساساَ مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها شناخته شده است، این فرض وجود دارد که گروه های فلاونوئید های مختلف به صورت پی در پی در طی تکامل گیاهان ظاهر میشود. این فرضیه فرض شده است که ترکیباتی با ساختار ساده و یا ترکیبات پیچیده در اوایل مسیر بیوسنتز بوجود می آیند که در ابتدا در فتوسنتز گیاهان در گیر بوده و شرکت میکنند (Stafford & hellen 1994). اگرچه مسیر بیوسنتز آنتوسیانین به خوبی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است اما در خصوص مکانیسم تجمع و انباشتگی این ترکیبات در داخل سلول خیلی زیاد نمی دانند.

**1-2-2 کاربرد آنتوسیانین ها در گیاهان**

آنتوسیانین ها در جذب حشرات و حیوانات به منظور گرده افشانی و پراکندگی گیاهان نقش دارند. حضور

آنتوسیانین ها در ریشه، ساقه و جوانه های تازه مشهود نمی باشد. شواهد زیادی وجود دارد که حضور آنتوسیانین ها در سطح گیاهان به خصوص سطح رویی برگ ها و سلول های اپیدرمی نقش مهمی در بقاء فیزیولوژیک گیاهان دارند (Harborne & Williams, 2000).

**1-2-3 اثر آنتوسیانین ها بر روی سلامتی**

در پنجاه سال اخیر توجه به اثر آنتوسیانین ها بر روی سلامتی افزایش یافته است و امروزه در علم تغذیه مرتبط با پزشکی مورد توجه قرار گرفته است. اثر این ترکیبات به عنوان آنتی اکسیدان و همچنین معالجه بیماری های قلبی و عروقی، بهبود سرطان ها و جلوگیری کننده برخی از ویروس ها همچون ویرس های تأثیر گذار بر روی سیستم ایمنی بدن همچون ایدز نوع 1 (HIV-1) و بهبود هوش بصری مورد توجه قرار گرفته استStintzing., et al, 2002), (Moyer et al, 2002), (Sandvik, 2004), (Talavera et al, 2006) ).

**1-3 آنتی اکسیدان**

در یک سیستم زیستی،آنتی اکسیدان یک مولکولی است که در غلظت کم بتواند اکسیداسیون سوبسترای قابل اکسید شدن را به طور معنی داری به تاخیر اندازد و یا از اکسیداسیون سوبسترا جلوگیری کند. سوبسترای قابل اکسیداسیون میتواند مواد غذایی و میوه ها سیستم چند ترکیبی هستند که از مولکولهای زیستی مختلف تشکیل شده اند .(Wanasundara & shahidi, 2006), (Imran *et.al,* 2011)

در اثر اکسیداسیون رادیکال های آزاد توسط واکنشهای به هم پیوسته حاصل از اکسیداسیون سلولهای آسیب دیده ایجاد میشود.آنتی اکسیدان این واکنش های به هم پیوسته را با دور کردن و از بین بردن رادیکال های آزاد خاتمه میدهد و از سایر واکنشهای اکسیداسیون با اکسید شدن خود جلوگیری میکند.آنتی اکسیدانها یک نقش مهمی در جلوگیری و پیشگیری از بیماریهای گوناگون دارد. سوبسترای قابل اکسیداسیون میتواند هر مولکولی که در غذا یا اجزای زیستی یافت میشود باشد که شامل کربوهیدرات ،DNA، چربیها و پروتئین ها باشد.مواد غذایی و میوه ها سیستم چند ترکیبی هستند که از مولکولهای زیستبی مختلف تشکیل شده اند. آنتی اکسیدان های موجود در ماده غذایی تخریب و تجزیه شدن، تند شدن و بی رنگ شدن در طی اکسیداسیون را به تاخیر می اندازند (Wanasundara & shahid, 2006), (Imran *et.al*, 2011).

گیاهان منبع بالقوه آنتی اکسیدانهای طبیعی هستند. آنتی اکسیدانهای طبیعی یا آنتی اکسیدانهای فتوشیمیایی متابولیت های ثانویه گیاهان هستند. کاروتنوئید ها، فلاونوئیدها، سینامیک اسید،بنزوئیک، اسیدفولیک اسید، آسکوربیک اسید، توکوفرول ها و توکوتری انول ها برخی از آنتی اکسیدان ها هستند که توسط گیاهان به منظور نگهداریشان تولید میشوند (Wanasundara & shahidi, 2006), (Ramamoorty & bono, 2007).

**1-3-1 تاریخچه آنتی اکسیدان ها**

آنتی اکسیدان ها ممکن است به عنوان جزء اصلی مواد غذایی شوند و عمداً به محصولات و یا مواد غذایی در طی فرآوری افزوده شوند. به کار بردن ماده ای به منظور بالا بردن کیفیت مواد غذایی از طریق تاخیر در اکسیداسیون چربیها قرن ها است که مورد توجه قرار گرفته است. اولین مشاهدات ثبت شده جلوگیری از اکسیداسیون در سال 1979 از برتولت[[6]](#footnote-6) آمده است و سپس توسط داوی[[7]](#footnote-7) آمده است. تئوری این افراد با عنوان کاتالیست های سمی[[8]](#footnote-8) در عوامل واکنش اکسیداسیون نامگذاری شدند و همچنین این تئوری از قبل با عنوان تئوری رادیکال های آزاد پراکسیدان پیشنهاد شده بود. دکلوکس مشارکت اکسیژن هوا را در اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد را اثبات کرد (Moureu & Dufraisse, 1926), (Wanasundara & shahidi, 2006).

**1-3-2 طبقه بندی آنتی اکسیدان ها**

آنتی اکسیدان ها بر اساس مکانیزم عملکردشان به گروه عظیمی تقسیم میشوند:

**1-3-2-1 آنتی اکسیدان های اولیه**

**1-3-2-2 آنتی اکسیدان های ثانویه**

**1-3-2-3 آنتی اکسیدان های همزیست و تشدید کننده**

**1-3-2-1 آنتی اکسیدان های اولیه**

به عنوان شکست زنجیری[[9]](#footnote-9) مطرح میشوند زیرا براساس طبیعت شیمیائیشان میتوانند دریافت کننده[[10]](#footnote-10) یا رباینده هایرادیکال آزاد باشند و جلوگیری کننده از انجام مراحل انجام اکسیداسیون میباشند(Bolland & tenHave, 1947).

جدول 1-1 آنتی اکسیدان های اولیه که عموماَ در مواد غذایی به کار برده میشوند

|  |  |
| --- | --- |
| **طبیعی** | **سنتتیک** |
| کاروتنوئیدها | BHA |
| فلاونوئیدها | BHT |
| اسید فنولیک ها | اتوکسی کوئینون |
| توکوفرول و توکوتری انول ها | پروپیل گالات ها و TBHQ |

**1-3-2-2 آنتی اکسیدان های ثانویه**

این آنتی اکسیدان ها از طریق مکانیسم های گوناگون سرعت واکنش های اکسیداسیون را کاهش میدهند. اختلاف مهم این نوع آنتی اکسیدان ها با آنتی اکسیدان های اولیه در این است که این ترکیبات رادیکال های آزاد را به مولکول های پایدار تبدیل نمیکند. این ترکیبات به صورت شلاته گرهای پراکسیدان ها و رباینده یون های فلزی عمل میکنند (Wanasundara & shahidi, 2006).

**1-3-2-2-1 عوامل کلیت کننده(غیر فعال کننده فلزات)**

فلزاتی همچون کبالت، مس، آهن، منگنز دارای قدرت بالای اکسیداسیون – احیاء هستند. مقدار بسیار کم این فلزات از ترکیبات طبیعی مواد غذایی و یا در طی فرایند مواد غذایی وارد میشوند. اثر مس به عنوان کاتالیست تجزیه هیدروپراکسیدها گزارش شده است , 1958), Pokorny, 1987) (Urir.

**1-3-2-2-2 عوامل احیاء کننده و یا رباینده اکسیژن**

اکسیژن به عنوان یک عامل ضروری و یکی از واکنشگر ها در فرایند اکسیداسیون میباشد. ربودن اکسیژن مولکولی یکی از راه های فعالیت آنتی اکسیدانی میباشد. اسید آسکوربیک به عنوان یک عامل احیاء کننده و رباینده اکسیژن عمل میکند 1992) (Bradley & Min,.

**1-3-2-3 آنتی اکسیدان های همزیست (سینرژیسم) و تشدید کننده (سینرژیست)**

سینرژیسم اثر آنتی اکسیدان ها و یا یک آنتی اکسیدان با سایر ترکیبات به منظور بالا بردن فعالیت آنتی اکسیدان ها از مجموعه ای از فعالیت های ترکیبات خاص موقعی که به صورت جداگانه استفاده میشوند است. دو گونه از آنتی اکسیدان های سینرژیسم وجود دارند. یکی آنتی اکسیدان های اولیه درگیر میباشد و دیگری ترکیبی از آنتی اکسیدان های اولیه و کلیت کننده های فلزات و یا رباینده پروکسی ها میباشد. در یک ترکیبی از دو یا بیشتر رباینده های رادیکال آزاد، واکنش سریع با رادیکال های آزاد به خاطر اختلاف در انرژی گسستگی پیوند رباینده رادیکال آزاد میباشد (Nawar, 1986), (Dziedzic & Robinson, 1986).

در مخلوطی از رباینده های رادیکال آزاد و کلیت کننده فلزات، عامل کلیت کننده سرعت اکسیداسیون را به وسیله ممانعت از اکسیداسیون فلزات کاتالیز کننده کاهش میدهد. بنابراین مقدار زیادی از رادیکال های آزاد تولید میشوند. بنابراین مخلوطی از کلیت کننده ها و رباینده های رادیکال تولید رادیکال های آزاد را کاهش میدهد و قدرت رباینده های رادیکال را افزایش میدهند (Decker, 2002).

**1-3-3 فعالیت آنتی اکسیدانی**

گونه های مختلفی از آنتی اکسیدان ها در مواد غذایی به منظور جلوگیری از اکسیداسیون مواد غذایی استفاده میشوند. فعالیت آنتی اکسیدانی یک ترکیب به مقاومت به اکسیداسیون یک ترکیب در حضور ترکیب خاصی اتلاق میگردد.از طرفی خاصیت آنتی اکسیدانی یک سری ترکیبات بستگی به ویژگیها و غلظت و شرایط فرایند دارد.اگرچه متدهای بیشماری برای اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی پیشنهاد شده است ولی یکسری از این روش ها بر اساس توانایی ربایندگی رادیکال ها پایه ریزی شده است.خصوصیت اصلی هر روش سوبسترای مناسب،آغاز کننده اکسیداسیون و اندازه گیری مناسب نقطه پایان میباشد.

روش هایی که شرح داده میشود بر این حقیقت پایه ریزی شده است که آنتی اکسیدان ها از بین برنده رادیکال ها در فاز آبی و چربی هستند. در این روش ها رادیکال هایی که به کار گرفته میشود ضروری نیست که از اکسیداسیون روغن ها منشا گرفته باشند.

به طور کلی 2 راه در این روش ها به کار گرفته میشود:

* در روش اول تولید انواع رادیکال و اندازه گیری مستقیم خاصیت ممانعت کنندگی به وسیله ترکیبات مورد آزمایش. این قبیل متدها نیاز به سویسترای واقعی برای اکسید شدن ندارند.
* در روش دوم سیستم های عیار سنجی[[11]](#footnote-11)است که در واقع توانایی یک ترکیب برای غیرفعال کردن رادیکال هایی که در مدل سیستم بوجود آمده اند جهت پتانسیل آنتی اکسیدان ها قابل پیش بینی است. این روش ها به طور وسیعی و موثرتری به عنوان غربالگری و مقایسه تست ها در تحقیق برای آنتی اکسیدان های طبیعی بوجود آمده به کار برده میشود. این روش ها برای به کار بردن ساده و آسان هستند اما باید به دقت تفسیر شوند .(Shahidi & zhong, 2006), (Shahidi & wanasundara, 2006)

**1-3-3-2 روش های ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی**

1. **رادیکال آزاد DPPH:**

فرمول DPPH به صورت (DPPH·) radical α,α-diphenyl-b-picrylhydrazylمیباشد که میتواند برای شناسایی فعالیت آنتی اکسیدانی اسید اسکوربیک، توکوفرول و کوئینون ها به کار برده میشود.DPPH در اتانول جذب قوی در طول موج nm517 نشان میدهد و محلول بنفش رنگی ایجاد میکند. رادیکال DPPH به وسیله بخشیدن هیدروژن از آنتی اکسیدان ربوده میشود و میزان جذب بر اساس یک سری محاسبات شیمیایی[[12]](#footnote-12) کاهش میابد.

DPPH به عنوان رادیکال یک ترکیب پارامگنتیک میباشد ومیتواند به مولکول مگنتیک پایدار با دریافت یک الکترون و یا رادیکال هیدروژن تبدیل شود.اگرچه DPPH یک رادیکال نسبتا پایدار در درجه حرارت اتاق است، در آب قابل حل نبوده و مکانیزم واکنش بین آنتی اکسیدانها و رادیکال DPPH به ساختار ترکیب آنتی اکسیدان بستگی دارد (Shahidi & wanasundara, 2006), (Tirzitis & bartosz, 2010).

****

شکل 1-6 واکنش (DPPH·) و هیدروکوئینون

1. **رادیکال های اکسیژن:**

ظرفیت جذب رادیکال اکسیژن[[13]](#footnote-13) (ORAC)بر اساس توانایی ترکیبات آنتی اکسیدانی در ربودن رادیکال های اکسیژن(پروکسی) توسعه یافته و پایه ریزی شده است.پروکسی آزاد ایجاد شده، با استفاده از 2,2ʹ

azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride به عنوان تولید کننده AAPH در یک سیستم بافری که برای تخریب β-phycoerythrin (*β-PE* یک فیکوبیل پروتئین است که حاوی یک رنگدانه دریافت کننده نور قرمز است.) مورد هدف قرار میگیرد (Shahidi & wanasundara, 2006), (Tirzitis & bartosz, 2010).

یک سیستم اتوماتیک (ORAC) به یک سیستم کروماتوگرافیک متصل شده به منظور اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، محصولات طبیعی وجود دارد.

1. **رادیکال هیدروکسیل:**

رادیکال هیدروکسیل از واکنش فنتون[[14]](#footnote-14) در یک سیستم بافری حاصل میشود که میتواند توانایی ربایندگی رادیکال هیدروکسیل را در یک آنتی اکسیدان ارزیابی کند. Hall well و همکارانش یک مدلی را تشریح کرده اند که رادیکال هیدروکسیل حاصل از واکنش فنتول برای کاهش و تجزیه 2-دزوکسی D ریبوز واکنش داده میشود.ترکیبات حاصل از تجزیه دزواکسی ریبوز،ترکیبات 2-تیوباربیتوریک اسید[[15]](#footnote-15) (TBARS) میباشد.اگر آنتی اکسیدان در یک سیستم موجود باشد و رادیکال های هیدروکسی موجود باشد دزوکسی ریبوز محافظت شده و مقدار کمتری TBARS حاصل میشود . (Shahidi & wanasundara, 2006), Tirzitis & bartosz, 2010))

Fe3+ + OH+ + OH- Fe2+ + H2O2

معادله شیمیایی 1-1 تولید رادیکال هیدروکسیل به وسیله واکنش فنتون

1. **رادیکال سوپراکسید**

توانایی ربایندگی آنتی اکسیدان ها برای یونهای ایجاد شده سوپراکسید در یک مدل واکنش به عنوان فعالیت آنتی اکسیدانی ارزیابی میشود.رادیکال پراکسید میتواند در شرایط بازسازی شده[[16]](#footnote-16) بوسیله واکنش های آنزیماتیک یا غیر آنزیماتیک با به کار بردن سیستم زانتین-زانتین اکسیداز[[17]](#footnote-17) تولید شود که به اکسیژن برای واکنش به منظور تولید رادیکال های سوپراکسید احتیاج دارد. سیستم آنزیماتیک، نمک احیاء شده تترازولیوم را با رادیکال های سوپراکسید حاصله در یک مخلوط متاسولفات/NADH را القاء میکند. خاصیت ربایندگی آنیون رادیکال سوپراکسید لزوماَ مؤثر در جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها به وسیله ترکیبات فنولیک در عصاره های طبیعی نمیباشد & bartosz, 2010) . (Shahidi & wanasundara, 2006), (Tirzitis



2O2.- + Uric acid+ 2H+ Xanthine + H2O + 2O2

معادله شیمیایی 1-2 تولید سوپراکسید توسط واکنش آنزیمی

**1-4 انجماد موادغذایی**

نگهداری مواد غذایی به روش انجماد در ایالات متحده و دیگر نقاط جهان به صنعت بزرگی تبدیل شده است. نگهداری مواد غذایی به روش انجماد با مکانیسم های متعددی صورت میگیرد. در دماهای زیر صفر درجه سانتی گراد، سرعت رشد میکروارگانیسم ها و افت کیفی محصول در نتیجه فعالیت میکروبی به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. همین دما بر واکنش های دیگری مانند واکنشهای آنزیمی و اکسایش که به طور معمول در محصول انجام میشوند، نیز مؤثر خواهد بود. علاوه بر این، تشکیل بلورهای یخ در داخل محصول، قابلیت دسترسی به آب جهت شرکت در واکنش را تغییر میدهد. هنگامی که دما کاهش یافته و آب بیشتری به یخ تبدیل گردد برای انجام واکنش های تخریبی در محصول آب کمتری در دسترس قرار خواهد گرفت (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

اگرچه انجماد به عنوان یک فرایند نگهداری، عموماَ محصول با کیفیت بالا را برای مصرف تولید می نماید، ولی با این وجود، کیفیت محصول، بسته به فرایند انجماد و شرایط نگهداری آن یخ به صورت منجمد، تحت تأثیر قرار میگیرد. سرعت انجماد یا مدت زمانی که طول میکشد تا دمای محصول به زیر دمای اولیه انجماد برسد روی کیفیت محصول تاثیر خواهد گذاشت اما این تأثیر بسته به نوع ماده غذایی متفاوت خواهد بود. در مورد بعضی از محصولات، برای اطمینان از تشکیل بلورهای کوچک یخ در ساختار محصول و به حداقل رسیدن آسیب های بافتی لازم است که انجماد به سرعت انجام شود، یا به عبارت دیگر زمان انجماد کوتاه باشد. برخی دیگر از محصولات، تحت تاثیر تغییرات ساختمانی قرار نمیگیرند، بنابراین صرف هزینه های اضافی مربوط به انجماد سریع در مورد آنها ضرورتی ندارد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

گروهی دیگر از محصولات نیز به لحاظ اندازه و شکل هندسی که دارند، اجازه انجماد سریع را نمیدهند. شرایط دمایی انبار نگهداری به طور چشمگیری، کیفیت ماده غذایی منجمد را تحت تأثیر قرار می دهد. هر گونه افزایش در دمای انبار، اثر حفاظتی انجماد بر کیفیت محصول را کاهش داده و نوسانات دمای انبار، تاثیر به مراتب بیشتری بر کیفیت محصول خواهد داشت (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

**1-4-1 سیستم های انجماد**

به منظور انجماد یک فراورده غذایی، باید آن را در مدت زمان کافی در محیطی با دمای پائین قرار داد تا گرمای محسوس و گرمای نهان انجماد محصول گرفته شود. گرفتن گرمای محسوس و گرمای نهان، موجب کاهش دمای محصول و نیز تبدیل آب از حالت مایع به جامد میشود. در اکثر موارد حدود 10% آب در دمای انبارمانی ماده غذایی منجمد به حالت مایع در آن باقی می ماند. برای اینکه فرایند انجماد در زمان کوتاهی انجام شود، دمای محیط بسیار کمتر از دمای نهایی محصول در نظر گرفته میشود و ضرایب انتقال حرارت جابجایی بزرگی نیز ایجاد میگردد. در اغلب موارد، نوع سیستم مورد استفاده به ویژگی های محصول، قبل و بعد از انجماد بستگی دارد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

**1-4-1-1 سیستم های تماس غیر مستقیم**

در بسیاری از سیستم های انجماد مواد غذایی، محصول و ماده سرمازا در طول فرایند، توسط یک مانع، جدا از یکدیگر نگه داشته می شوند. اگرچه در بیشتر سیستم ها از یک مانع نفوذ ناپذیر بین محصول و ماده سرمازا استفاده می شود، با این وجود سیستم های انجماد غیر مستقیم، هر سیستمی که در آن به نحوی تماس مستقیم بین محصول و ماده سرمازا وجود نداشته باشد، از جمله سیستم هایی که در آنها مواد بسته بندی به عنوان مانع عمل می کنند را در بر می گیرند (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

* **فریزر های صفحه ای**

آشناترین نوع سیستم انجماد غیر مستقیم، فریزر صفحه ای است. محصول در حالیکه بین دو صفحه سر قرار گرفته میشود منجمد میگردد. در بیشتر موارد، مانع میان دو محصول و ماده سرمازا، شامل صفحه و ماده بسته می باشد. در سیستم های صفحه ای تنه از یک صفحه که در تماس با محصول قرار دارد استفاده شود که در این صورت انجماد از طریق انتقال حرارت از یک سطح بسته حاوی ماده غذایی صورت میگیرد. چنان که انتظار می رود، این سیستم ها بازده پائین تری داشته همچنین تامین آنها و فرآوری مواد غذایی با آنها هزینه بر میباشد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

سیستم های انجماد صفحه ای می توانند به صورت یک سیستم ناپیوسته نیز عمل نمایند، به این ترتیب که محصول برای مدت معینی روی صفحات قرار میگیرد، سپس از سیستم خارج میشود. در این حالت، رمان انجماد، همان زمان توقف در سیستم است و نشان دهنده کل زمان لازم جهت کاهش دمای محصول از دمای اولیه به دمای نهایی مورد نظر می باشد. به طور کلی سیستم های انجماد صفحه ای ناپیوسته از نظر قابلیت استفاده برای انواع مختلف محصولات و با اندازه های گوناگون، انعطاف پذیری زیادی دارد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

سیستم انجماد صفحه ای بخ صورت پیوسته نیز عمل انجمادد را انجام میدهند. در این حالت، صفحات نگهدارنده محصول مسیر معینی را در داخل یک فضای بسته طی میکنند. در این سیستم محصول تا پایان فرایند انجماد بین دو صفحه سرد کننده نگه داشته میشود. در اثر حرکت چرخ جابجا کننده، صفحات ( و محصول ) در داخل سیستم به سمت بالا حرکت کرده و یا از یک انتها به انتهای دیگر اتاقک (دهلیز) انجماد جابجب میگردند. در ورودی و خروجی سیستم انجماد، صفحات باز میشوند تا بتوا محصول را به سیستم، منتقل یا از آن خارج نمود. در یک سیستم انجماد صفحه ای پیوسته، زمان انجماد، کل زمان مورد نیاز از لحظه ای است که محصول به سیستم وارد میشود تا زمانی که از آن خارج میگردد. در طول دوره توقف محصول در سیستم، گرمای محسوس و نهان از محصول گرفته میشود تا دمای محصول منجمد به دمای مورد نظر برسد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).



شکل 1-7 سیستم انجماد صفحه ای

* **فریزرهای هوای متحرک**

در بسیاری از مواقع اندازه و یا شکل محصول به گونه ای است که امکان استفاده از سیستم انجماد صفحه ای را نمی دهد. در این شرایط سیستم های انجماد هوای متحرک بهترین و مناسب ترین جایگزین می باشند. در برخی موارد در این سیستم انجماد غیر تماسی که هواس سرد عامل ایجاد سرمایش است، فیلم مورد استفاده برای بسته بندی محصول به عنوان یک مانع عمل می نماید (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

فریرزهای هوای متحرک می توانند طرح ساده ای همانند یک سردخانه داشته باشند. در این حالت، محصول در داخل اتاقک قرار داده شده و برای مدت معینی (زمان انجماد)، هوای سرد در اطراف آن به گردش در می آید. در این روش که معرف فرایند ناپیوسته است، اتاقک سرد میر تواند، علاوه بر اتاقک انجماد به عنوان فضای انبارش نیز عمل می نماید. در بسیاری از اوقات به علت پائین بودن سرعت جریان هوا روی محصول، عدم امکان تماس همه جانبه محصول و هوای سرد و همچنین کم بودن اختلاف دمای بین محصول و هوا، زمان انجماد طولانی میگردد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

* **فریزرهای مواد غذایی مایع**

این نوع سیستم های انجماد غیر مستقیم، فریزرهایی هستند که اساساَ برای مواد غذایی مایع طراحی شده اند. در اکثر این سیستم ها، میتوان بخش اعظم انرژی گرمایی ماده غذایی مایع را قبل از بسته بندی از آن گرفت. اگرچه، هر مبدل حرارتی غیر مستقیمی که برای ماده غذایی مایع طراحی شده ، برای انجماد آن نیز قابل استفاده است. در سیستم های انجماد مواد غذایی مایع، زمان توقف در اتاقک انجماد کافی است تا دمای محصول را به چند درجه کمتر از دمای تشکیل اولین بلور یخ کاهش دهد. در این شرایط دمایی، 60 تا 80 درصد گرمای نهان از محصول گرفته شود و آن را به صورت یک دوغاب منجمد در می آورد. در این حالت، محصول به آسانی جریان یافته و می توان آن را برای گذراندن مرحله نهایی انجماد در محیطی با دمای پائین، بسته بندی نمود. مبدل های حرارتی سطح تراش تبادل حرارتی بین دوغاب و سطح سرد را به خوبی فراهم می آورند (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

**1-4-1-2 سیستم های تماس مستقیم**

در این سیستم، مانعی در مقابل انتقال حرارت بین محصول و ماده سرمازا وجود ندارند، در بیشتر موارد، کارایی و بازده آنها بیشتر است. مواد سرمازای مورد استفاده در این سیستم ها ممکن است هوای سردی باشند که با سطح محصول، تغییر فاز میدهند. در تمام حالات، این سیستم ها طوری طراحی می شوند که انجماد به سرعت صورت گرفته و از این رو اصطلاح انجماد سریع منفرد جزء به جزء[[18]](#footnote-18) در مورد آنها به کار می رود (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

* **سیستم های هوای متحرک**

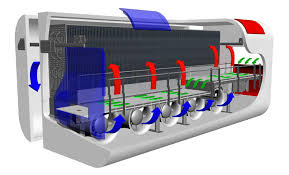
یکی از انواع فرایند IQF، استفاده از هوای سرد است که با سرعت زیاد با قطعات کوچک محصول تماس پیدا میکند و وجود هوای سرد، بالا بودن ضریب انتقال حرارت از طریق جابجایی (به علت سرعت بالای هوا) و اندزه کوچک محصول در این رو، موجب کند شدن زمان انجماد یا به عتبارت دیگر انجماد سریع انجام میگردد. در این سیستم ها محصول در حالی که روی نوار نقاله قرار گرفته، از محفظه ی که هوا با سرعت زیادی در آن جریان دارد، عبور داده میشود. مدت توقف محصول در محفظه را میتوان با تغییر سرعت حرکت نوار نقاله کنترل کرد. محصولاتی که در این سیستم ها می توان منجمد نمود، به انواعی محدود مشوند که شکل هندسی مناسبی داشته و برای این که کیفیتشان در حد بالایی حفظ شود، به انجماد سریعی نیاز دارند (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

نمونه ارتقاء یافته از سیستم IQF هوای متحرک، سیستم انجماد بستر سیال میباشد. در این سیستم ها، هوا با سرعت زیاد به سمت بالا و به صورت عمودی از میان نوار نقاله مشبکی که محصول را در داخل سیستم حمل می کند، عبور داده میشود. در صورتی که سرعت هوا با توجه به اندازه محصول دقیقاَ تنظیم شود، محصول از سطح نوار نقاله بلند شده و در جریان هوای سرد معلق می ماند. اگرچه جریان هوا به انداره ای نیست که محصول را در تمام مدت زمان فرایند به صورت معلق نگه دارد ولی با این حال، ایجاد حالت تعلیق باعث میشود تا بالاترین ضریب انتقال حرارت ممکن در فرایند انجماد تامین گردد. محصولاتی که شکل و اندزه آنها به گونه ای است که میتوان آنها را به حالت معلق درآورد، در این فرایند به سرعت، منجمد میشوند. کاربرد این فرایند به محصولاتی محدود می شود که در سرعت معقولی از هوا بتواند به حالت تعلیق در آیند (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

* **سیستم غوطه وری**

غوطه ور کردن فراوده های غذایی در داخل سرمازای مایع، باعث میشود که دمای سطح آنها تا درجات خیلی پائین کاهش یابد. در صورتی که محصول اندازه نسبتاَ کوچکی داشته باشد، فرایند انجماد خیلی سریع انجام شده یا به عبارت دیگر، فرایند تحت شرایط IQF صورت میگیرد. در این نوع سیستم، زمان انجماد برخی محصولات خاص کوتاهتر از سیستم های هوای متحرک یا بستر سیال می باشد (مرتضوی و همکاران 1389، 2:125).

در این سیستم محصول در داخل مایع جابجا میگردد، ماده سرمازا گرمای محصول را جذب کرده واز حالت مایع به بخار تبدیل می گردد. نیتروژن و دی اکسید کربن متداول ترین مواد سرمازایی هستند که به این منظور، مورد استفاده میگیرند.



شکل 1-8 سیستم انجماد بستر سیال

**1-5 انار**

انار با نام علمی Puncia granatum به تیره انارسانان تعلق دارد. انار درخت کوچکی است که ارتفاع آن تا 6 متر می‌رسد و در مناطق نیمه گرمسیری می‌روید. این گیاه، بومی آسیای مرکزی و غربی، هزاران سال است که در ایران کاشته میشود. برخی از گیاه شناسان انار را بومی ایران می دانند. از زمانی که ارزش دارویی انار کشف شده است بر ارزش تجاری آن افزوده می شود. انار دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و به علت آنتی اکسیدان های فراوان آن اثر ضد سرطانی دارد. شاخه های انار، سرمای حدود 12 درجه سانتی گراد زیر صفر را تحمل میکند . گلهای انار درشت به رنگ قرمز اناری ولی بی‌بو می‌باشد و گل های آن نیز که حدود دوماه بعد از شروع فصل رشد باز میشوند. میوه آن کروی با اندازه های مختلف دارای پوستی قرمز رنگ و یا زرد رنگ می‌باشد. این خصوصیت از صفات مهم انار در جهت شناسایی آن می باشد. رنگ دانه های انار از سفید مایل به زرد تا قرمز خکستری خوش رنگ و یا قرمز تغییر می کند و طعم آن شیرین یا ترش و شیرین (ملس) و یا ترش است (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).

درون میوه انار تعداد زیادی دانه وجود دارد که هر کدام با یک لایه گوشتی و آبدار که قسمت خوراکی انار تشکیل می دهد پوشانیده است. در زیر لایه گوشتی و خوراکی یک لایه محکم چوبی وجود دارد که همان پوشش محافظ بذر است و از رشد و توسعه پوشش تخمک به وجود می آید که بعد از رشد و توسعه دانه به آن تستا[[19]](#footnote-19) گفته میشود. در انار اپیدرم خارجی پوشش بذر تبدیل به لایه گوشتی آبدار و خوراکی میشود لذا به دانه انار، آریل[[20]](#footnote-20) گفته میشود. میوه انار سته بوده و در انتهای شاخچه های کوتاه منفرد یا چندتایی تولید میشود. زمانی که میرسد، کاسبرگ ها لایه بیرونی آن را تشکیل میدهند. قسمت های میان میوه ای از پرده های نازکی تشکیل شده که قطر آنها بر حسب رقم متفاوت است. رنگ پوست نیز در ارقام مختلف متفاوت است و این خصوصیت از صفات مهم انار در جهت شناسایی آن میباشد. رویهمرفته در حدود بیست نوع مختلف انار در دنیا موجود است (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).

انار دارای سابقه کشت طولانی است. بر اساس شواهد تاریخی موجود سابقه کشت آن به 2500 سال قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد. موطن اصلی آن خاور نزدیک بویژه ایران معرفی شده است. در حال حاضر مناطق کشت این میوه محدود می‌باشد. در آسیا، ایران، افغانستان و ازبکستان ، در اروپا ، اسپانیا و در افریقا ، در کناره‌های شمالی آن (سواحل جنوبی مدیترانه) مورد کشت و کار قرار دارد و در بقیه نقاط دنیا در صورت کشت ، مساحت زیر کشت آن محدود و ناچیز است. نوع ترش مزه انار به صورت وحشی در جنگلهای شمالی ایران به صورت خودرو دیده می‌شود (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).

**1-5-1 ارزش غذایی انار**

اين ميوه در بردارنده تركيبات و محتويات متنوعي از جمله پله تيرين، متيل پله تيرين، اپزو پله تيرين، فري ديلين، كالستفين، كريزانتمين، گراناتين B، اسيدبتولينيك، اسيد اورسوليك، بتااستيواسترول، اسيدهاي آلي، كربوهيدراتها، قندها، فلاونوئيدها، آنتوسيانين ها، پكتين، رزين، تانن ها و ويتامين ها ميباشد خدابنده لو(1390).

برخی از ترکیبات اين ميوه عبارتند از:

* **كربوهيدراتها**

100 سی سی آب انار با Brix=13 حاوي 6/4 گرم گلوکز و 8/4 گلوکز میباشد. تشكيل قند در گياهان يكي از نتايج تكميلي فتوسنتز گياهي است. گلوكز از مهمترين قندهاي شش كربني در كنار فركتوز كه به قند ميوه مشهور است ميباشد. فركتوز ايزومري از گلوكز بوده و همين قند است كه اغلب موجب شيريني ميوها ميگردد. به تعبير واضح تر ميتوان گفت گلوكز در تمامي ميوها يافت ميشود. نقش گلوكز بعنوان منبع سوخت سلولي و حفظ حيات سلولي بسيار پر اهميت ميباشد. قندها به دو دسته احياء كننده و غير احياكننده تقسيم ميشوند (خدابنده لو، 1390).

تانن موجود در اعصاره انار حاوي مقاديري از قندهاي احياء كننده ميباشد. براي جدا سازي اين قندها ابتدا بايد تانن موجود در آب انار را جدا كرد، روشهاي مختلفي براي جدا سازي تانن انار از جمله رسوب دادن آن با استات بازيك سرب و نيترات جيوه كه مواد پروتيدي را خوب رسوب ميدهند وهمچنین به وسیله استات سرب خنثی، صورت ميگيرد. طي آزمايشاتي كه بر روي انارهاي مختلف صورت پذيرفته ميزان گلوكز موجود بعنوان قند احياء كننده در 100 گرم آب انار بترتيب 10-9 گرم براي انار شيرين ساوه و 8-7 گرم براي انار ملس و 5-4 گرم براي انار ترش شمال اندازه گيري شده است (خدابنده لو، 1390).

انارهاي ترش فاقد قندهاي غير احياء كننده ميباشد، علي رقم عدم امكان اندازه گيري مستقيم اين نوع قندها، انارهاي شيرين حاوي مقاديري قند غير احياء كننده ميباشند، جهت اندازگيري آنها ميبايد ابتدا آنرا هيدروليز نموده تا ميزان قند احياء كننده را محاسبه و سپس مقادير قند غير احياء كننده را اندازه گرفت، مقادير حاصل از آزمايشات نشان دهنده 2 گرم قند غير احياء كننده بر حسب گلوكز در 100 گرم آب انار و 1.9 گرم بر حسب ساكاروز در همين ميزان آب انار شيرين حاصل از ميوه هاي تازه ميباشد (خدابنده لو، 1390).

اين كربوهيدراتهاي ساده، موسوم به قندها، مواد جامد بلوريني هستند كه در آب حل ميشوند و محلول شيرين ميدهند كه اهميت زيادي به عنوان واحد ساختماني دارند كه از آنها كربوهيدراتهاي پيچيده تري ساخته ميشوند) خدابنده لو،1390).

* **اسيدها:**

يك ليتر آب انار حاوي : برحسب (گرم)

1- اسيد سيتريك 2/13

2- اسيد (L) ماليك 33/0

3- اسيد (D) لاكتيك 02/0

4- اسيد (L) لاكتيك 03/0

5- اسيد اسكوربيك 015/0

6- اسيد تارتاريك 6 براي انار شيرين 12 انار ملس و 5/37 گرم بر ليتر براي انار ترش می باشد (خدابنده لو، 1390).

اسيد ماليك و اسيد سيتريك معمولاً به صورت نمك پتاسيم در ميوه يافت ميشوند اما بصورت اسيد آزاد نيز وجود دارد. كه موجب طعم اسيدي ميوه تازه ميشود. ارزش تغذيه اين اسيدها بستگي به قابليت جذب و اكسايش آنها دارد، بيشتر اسيد سيتريك جذب بدن ميشود بنابر اين ممكن است تصور شود كه اين ميوه به عنوان غذاي اسيدي عمل ميكند اما در عمل بر عكس آن صحت دارد ، سيتراتها در بدن به دي اكسيد كربن و نمك بي كربنات مربوطه تبديل (اكسيد) ميشوند. بدين ترتيب پتاسيم و سيترات به پتاسيم بي كربنات تبديل شده و اين نمك ادرار را قليايي ميكند و اثر تامپوني روي خون داشته و PH آن را كمي بالاتر از 7 تثبيت ميكند. اسيد ماليك بصورت آزاد در ميوه ها وجود دارد براي تقويت ترشحات معده و تحريك اشتها موثر است. اسيد سيتريك در بدن نيز تشكيل ميشود و به ميزان حداكثر يك گرم در روز از طريق ادرار دفع ميشود. اسيد اسكوربيك كه در مركبات به وفور يافت ميشود همان ويتامين C ميباشد و اسيد تارتاريك جزو اسيدالكلها كه كريستالهاي منشوري بيرنگ با طعم ترش ميباشند (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).

* **عناصر معدني**

عناصر معدني عمده بدن داراي عدد اتمي پائيني هستند. بخشي از آن بدين علت است كه چنين عناصري تمايل به تشكيل املاح محلول دارند كه به راحتي ميتوانند توسط گياهان از خاك جذب شوند. آب كرده و فشار اسمزي داخل سلولهاي بدن را حفظ ميكند.انار شامل مقادير قابل توجهي از مواد معدني كه هر يك نقش مشخصي در كاركرد فيزيولوژيك بدن بقرار ذيل دارند:

1- سديم : در مايعات بدن بصورت يون وجود دارد و كنترل غلظت آن براي حفظ تعادل الكتروليتها در بدن اهميت دارد.

2- پتاسيم : بيشتر در بافتهاي نرم استفاده ميشود و يون آن به كنترل pH و مايعات درون سلولي كمك

3- كلسيم : در سختي استخوانها و دندان ضروري ترين ماده است ، همچنين در غياب يونهاي كلسيم خون نميتواند لخته شود و يك زخم كوچك آمادگي براي خونريزي زياد پيدا ميكند.

4- منيزيم : همراه با كلسيم و فسفر غالباً براي تشكيل استخوان بدن مورد استفاده قرار ميگيرد.

5- فسفات : در مايعات ياخته اي اهميت دارد و علاوه بر اعمال تامپوني و اسمزي در آزاد كردن انرژي ياخته ها شركت دارد.

6- سولفات

7- نيترات (خدابنده لو، 1390).

همچنين مقاديري آهن ، مس ، كبالت ، روي و منگنز در انار وجود دارد كه موارد اهميت آنها در بدن به قرار ذيل است:

الف- آهن : در هموگلوبين گلبولهاي قرمز خون يافت ميشود كه اكسيژن را از ريه ها به بافتها ميرساند و در برخي از آنزيمهاي سلولي نظير سيتوكروم ها نيز وجود دارد.

ب- مس : نياز بخشي از چندين سيستم آنزيمي از جمله سيتوكروم اكسيد را از ويتروز تامين ميكند.

ج- كبالت : در ساختمان ويتامين B12 شركت داشته و فرم آن در بدن نيز به همين شكل است.

د- روي : بخشي از آنزيم كربونيك اينداز موجود در گلبولهاي قرمز خون است كه به آزاد شدن سريع CO2 در ريه ها كمك ميكند.

ه- منگنز : آنزيمهاي فسفاتاز قليايي و آرژنياز را فعال ميسازد كه به ترتيب در تشكيل استخوان و اوره شركت دارند (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).

* ويتامينها :  
  در كنار ساير مواد معدني مفيد انار ميوه اي است که سرشار از ويتامين هاي A , B1 , B2 , B3 , B5 , B6 ,C میباشد. اين ميوه زمستاني ميتواند نياز بدن به انواع ويتامين را در فصل سرما تامين نمايد. به جهت ميزان بالاي پتاسيم در اين ميوه كه به تنظيم ميزان آب موجود درون و برون سلولي منجر ميشود، عملكرد ويتامين C در بدن بهبود ميابد. مصرف انار متعادل كننده مايعات بدن بويژه خون ميباشد، از جهاتي بدان ميوه خون ساز ميگويند و به جهت وجود آهن و بعضي عناصر ديگر دير هضم بوده و از اينرو خوردن آن در صبح توصيه ميگردد (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).
* پروتئينها  
  تركيب عناصري نظير اكسيژن، هيدروژن، ازت همراه با فسفر و گوگرد در كنار عناصر فرعي نظير آهن، مس تشكيل دهنده پروتئينها ميباشند. كه هيدروليز آنها به تشكيل اسيدهاي آمينه منجر ميگردد. ساختمان پروتئين به ترتيب اسيدهاي آمينه كه تعداد آنها 20 عدد ميباشد بستگي دارد. وجود پروتئينها و اسيدهاي آمينه براي بدن بسيار ضروري بوده و از نقطه نظر تغذيه اي به دو دسته ضروري و غير ضروري طبقه بندي ميشوند. اسيدهاي آمينه اي كه سلولها قادر به سنتز آنها نيستند ضروري بوده در حاليكه اسيدهاي آمينه غير ضرور توسط خود سلولها از تركيب ساير عناصر ساخته ميشود. در روشهاي مختلف اندازه گيري ميزان پروتئين، در 100 گرم آب انار شيرين مقدار پروتئين بين 6/0 تا 9/0 گرم اندازه گيري شده است (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390).پاپ (دانه) انار

داراي 3/82% آب بوده و هر 100 گرم بخش خوراكي 65 كالري انرژي دارد. مصرف روزانه يك عدد انار نياز بدن را به پتاسيم و ويتامين C فيبر برطرف ميسازد. به لحاظ اهميتي كه اين ميوه در جهت تغذيه مردم ايران پيدا كرده، لزوم توجه بيشتر به آن هر روز بيشتر مشهود ميگردد. اخيراً در دنيا به علت دارا بودن خاصيت آنتي اكسيداني تاثير آن در مبارزه با بيماريها بسيار مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس مطالعات انجام شده در يافته اند دانه هاي انار حاوي تعدادي فلاوونوئيد مي باشند كه داراي خاصيت استروژنيك هستند، اين خاصيت در كاهش علائم يائسگي موثر است. هر انار متوسط تقريباً حاوي 800 دانه است. بنابر اين حاوي مقدار متنابهي از اين تركيبات استروژني(فيتواستروژن) ميباشد (مقصودی، 1386)، (خدابنده لو، 1390)

**1-5-2 سایر ویژگی های انار**

پوست انار دارای تانن و آلکالوئیدهای مختلف است. اولین آلکالوئیدها که از پوست انار استخراج شده بوسیله Tanret شناخته شده‌اند. تانره از پوست انار آلکالوئیدهای Pelletierine (چپ گرد)، ایزوپله تیرین (خنثی) و متیل پله تیرین (راست گرد) را به صورت مایع و آلکالوئید دیگر به نام پزودوپله تیرین را به صورت کریستالیزه مجزا کرده و بدست آورده است. پله تیرین و ایزوپله تیرین مانند Conicine از مشتقات پی پریدین می‌باشند و فقط زنجیر طرفی پروپی لیک ، کونی‌سین جای خود را به یک زنجیر آلدهیدیک داده است**.** در متیل پله تیرین زنجیر طرفی به جای زنجیر آلدهیدیک دارا یک عامل ستنی است و باید به این نکته توجه داشت که این جسم شبیه هیگرین بتا موجود در کوکا است. پزودوپله تیرین دارای ساختمان کاملا متفاوتی است و از این نظریه به Tropinone نزدیک می‌شود و تروپی نن ، ستن تروپانول است که عبارت است از N.Methyl Granatonine و این شباهت و نزدیکی درخواص فارما کودینامیک این مواد نیز مشاهده می‌شود. از احیای پزودوپله تیرین یک الکل همولگ تروپانول بدست می‌آید و از این الکل نیز می‌توان مانند تروپانول مشتقات میدریاتیک و مشقات آنستزیک بدست می آید (خدابنده لو، 1390).

پله تیرین یکی از فلج کننده‌های اعصاب محرکه است و روی اعصاب حسی اثر نمی‌کند. تزریق داخل وریدی پله تیرین در سگ ایجاد Vaso- Constriction و هیپرتانسیون می‌کند. اگر کرمهای تنیا را در محلولی از پله تیرین بیندازیم بطور موقت یا دائم (بر حسب مقدار آلکالوئید و مدت زمان) فلج می‌شوند. پوست انار را به منظور دفع کرم تنیا به صورت Apozeme همراه با مسهل تجویز می‌کنند و برای این منظور مخصوصا از تانات دو پله تیرین استفاده می‌کنند. وجود تانن باعث می شود که جذب آلکالوئید کندتر صورت گیرد. این طریق مداوا که امروزه کمتر مورد استفاده قرار می گیرد در بیمار ایجاد تهوع ، قی ، سردرد ، سرگیجه و اختلالات بینایی می‌کند**.**

از نظر طب قدیم ایران میوه انار سرد و قابض است. آب انار سرد و تر و پوست انار سرد و خشک و بسیار قابض می‌باشد. پوست ریشه درخت انار از بقیه قسمتهای این درخت قابض‌تر است. ترشح صفرا را زیاد می‌کند. کلیه قسمتهای درخت انار دارای تانن می‌باشد که بسیار قابض است. برای مصارف دارویی از گل ، برگ، پوست درخت ، پوست ریشه و دانه انار استفاده می‌شود.  
انار منبع مهم آنتی اکسیدان‌ها، [پتاسیم](http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%BE%D8%AA%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D9%85) و ویتامین C است. در واقع آب انار یکی از غنی‌ترین منابع پلی فنلهاست ، که گروهی از آنتی اکسیدانهای قوی هستند. علاوه بر آنتی اکسیدان ، آب انار حاوی دیگر مواد مفید همچون تاننها و آنتوسیانینها که به نظر می‌رسد با بیماریها مقابله می‌کنند نیز هست(مقصودی، 1386)،

جدول 1-2 ارزش غذایی 100 گرم میوه انار

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **انرژی** | **آب** | **مواد قندی** | **پروتئین** | **کربوهیدرات**  **بدون فیبر** | **چربی** | **فیبر** | **خاکستر** |
| 65  Kcal | 85/78  گرم | 14  گرم | 54/0  گرم | 5/15  گرم | 13/0  گرم | 5/4  گرم | 47/0  گرم |

**1-5-3 میزان تولید انار**

سالانه یک و نیم میلیون تن انار در دنیا تولید می‌شود که ایران با تولید بیش از 600 هزار تن اولین تولیدکننده این میوه پاییزه محسوب می‌شود. در استان تهران نیز 600 هکتار باغ انار وجود دارد که 10 هزار تن محصول برداشت می‌شود. شهرستان‌های میبد، یزد و تفت بیشترین سطح زیر کشت انار در استان یزد را به خود اختصاص داده‌اند. ر اساس آمار گمرک ایران در سال گذشته بیش از 7600 تن انار به ارزش 11.3 میلیون دلار از کشور صادر شده است که عراق، هلند، ارمنستان، افغانستان، امارات، ترکمنستان و روسیه به ترتیب بزرگترین بازارهای صادراتی انار ایران در سال گذشته بودند. پایین بودن عملکرد، کاهش صادرات، بالا بودن قیمت تمام شده محصول، کمبود صنایع فرآوری، کمبود سالن‌های بسته بندی مناسب و سردخانه در مناطق تولید انار را از نقاط ضعف تولید انار در کشور هستند (خدابنده لو، 1390).

1-1 نمودار سطح زیر کشت انار، وزارت کشاورزی (1393)

**1-5-4 آنتوسیانین های انار**

آنتوسیانین های موجود در انار شامل دلفینیدین 3- 5 گلوکوزاید، سیانیدین 3- گلوکوزاید، دلفینیدین 3-گلوکوزاید، پلارگونیدین 5-3 گلوکوزاید، پلارگونیدین 3 -گلوکوزاید میباشد

(Legua *etal*, 1993), (Miguel *etal*, 2004), (Zhang, 2009).

**1-6 آلبالو**

آلبالو از خانواده گل سرخیان ( رزاسه) و نام درخت و میوه بومی جنوب غرب آسیا و اروپا و با نام علمی Prunus Cerasus می باشد. میوه آن ترش مزه و سرخ رنگ است. بلندی درخت آن 4 تا 10 متر است. آلبانیایی ها نام آلبالو را ویزین نامیدند و این مسأله جای بحث دارد که این کلمه از نام آلمانی آلبالو یعنی وشل گرفته شده است یا مربوط به نام ایتالیایی آن، یعنی ویسکیولو می باشد (ناصری، 1389).

بعضی از محققین اعتقاد دارند که آلبالو در واقع دورگه است که از تلاقی گیلاس معمولی باگیلاس جراند به وجود آمده است از طرف دیگر کولنزیکوا در سال 1975 که آلبالوهای بومی را به دو اکوتیپ تقسیم کرد:

1. گروه اروپای غربی: این گروه از دو گروه دیگر مقاومت سرمایی کمتری دارد، اما کیفیت خوراکی بهتری داشته و شامل ارقامی از قبیل، گریوت، اوسیتم و کنتیش است.
2. گروه روسیه میانی: این گروه مقاومت سرمایی بیشتری از ارقام گروه اول دارد، اما کیفیت خوراکی شان پائین تر بوده و اندازه میوه هایشان کوچکتر است. میوه های این ارقام معمولاَ گوشتی و آبدار می باشد. این گروه شامل ولادیمیرز کایا و لیوبز کایا است. این آلبالو ها تا مناطق دوردست، از جمله رین بالکان گسترش یافته اند (ناصری، 1389).

**1-6-1 ویژگی های درمانی آلبالو**

برای آلبالو خواص زیادی ذکر کرده اند که از جمله می‌توان به ارزش آن در درمان التهاب کلیه، ناراحتیهای کبد، معده و روده و نیز بیماریهای تبدار اشاره کرد. دم آلبالو خاصیت ادرار آور داشته و از قدیم به ارزش آن توجه داشته اند. آلبالو برای اشخاصی که طبع گرم دارند و یا دچار حرارت و گرمی شده اند مفید است. ولی برای اشخاصی که سرد مزاج هستند مفید نمی‌باشد، مگر اینکه آن را با خوراکیهای گرم و خشک مثل ادویه جات و [زعفران](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B2%D8%B9%D9%81%D8%B1%D8%A7%D9%86) مصرف شود. آلبالو برای رفع حرارت و تشنگی و دفع غلظت [خون](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AE%D9%88%D9%86) و دفع [صفرا](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B5%D9%81%D8%B1%DB%8C) مفید است. خون را صاف می کند. هرگاه آب آن را یا مربای آن را با یک دهم رازیانه مخلوط کنند، جهت دفع [سنگ مثانه](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D9%86%DA%AF_%D9%85%D8%AB%D8%A7%D9%86%D9%87) و حرارت [مثانه](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AB%D8%A7%D9%86%D9%87) و سوزش مجاری ادرار بوسیله بول بسیار نافع است. هرگاه مغر و دانه آن را خوب کوبیده و با پنجه مالش داده، و فتیله نرم از آن بسازند و در مجرای بول و ادرار بگذارند در صورت وجود جراحت و ناراحتی، آن را برطرف می سازد و ادرار بدون ناراحتی دفع خواهد شد، و شاش بند را برطرف می کند. سردی آن بیشتر از گیلاس است و برعکس گیلاس خشک است. برای افراد گرم مزاج مناسب است و حرارت صفرا را فرو مینشاند.برای افرادی که در گرما حالت تهوع پیدا می کنند مناسب است و معده آنها را تقویت میکند.افرادی که سوزش ادرار بدون عفونت دارند، با مصرف آلبالو بهبود پیدا می کنند (ناصری، 1389).

جدول 1-3 100 گرم میوه آلبالو

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **انرژی** | **آب** | **مواد قندی** | **پروتئین** | **فیبر خوراکی** | **پتاسیم** | **فسفر** | **کلسیم** | **ویتامین C** | **ویتامین A** |
| 60-5/51  Kcal | 7/88  گرم | 16  گرم | 85/0  گرم | 1.8  گرم | 3/178  میلی گرم | 20  میلی گرم | 50  میلی گرم | 5  میلی گرم | IU400 |

**1-6-2 میزان تولید آلبالو**

سطح زیر کشت آلبالو در ایران 10607 هکتار که اکثراَ در استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و تهران کشت گردیده است.

نمودار1-2 سطح زیر کشت آلبالو، وزارت کشاورزی (1393)

نمودار1-2 بزرگترین تولیدکنندگان آلبالو، FAO (2009)

**1-6-3 آنتوسیانین های آلبالو**

آنتوسیانین های موجود در بافت های میوه آلبالو شامل:سیانیدین -3- ا-گلوکوزیل روتینوزاید(رنگدانه اصلی)،سیانیدین-3- ا- رتونوزاید، سیانیدین-3- ا- سوفوروزایدوسیانیدین-3-ا-گلوکوزاید می باشد (Wrolsta1993), (Derol, 2009) .

**1-7 پرسش اصلی تحقیق**

آیا امکان بررسی میزان ترکیبات فنولی، آنتوسیانین وفعالیت آنتی اکسیدانی میوه های آلبالو و انار درطول نگهداری به روش IQF وجود دارد؟

**1-8 بیان مسأله تحقيق**

امروزه با توجه به مصرف روز افزون مواد غذایی آماده و سریع[[21]](#footnote-21) و امکان تولید رادیکال های آزاد حاصل از طبخ این نوع مواد غذایی، و عوارض حاصل از آنها همچون ایجاد بیماریهای قلبی و عروقی و سرطان، استفاده از رژیم پر از میوه و سبزی مورد توجه قرار گرفته، لذا ترکیبات موجود در میوه ها همچون ویتامین ها و مواد معدنی و از همه مهم تر ترکیبات فتوشیمیایی همچون فلانوئیدها و سایر فنولیک ها نقش به سزایی در محافظت از بدن در برابر رادیکال های وارد شده و ایجاد شده در بدن را دارا میباشند.و بسیاری از این ترکیبات فتوشیمیایی فعالیت آنتی اکسیدانی دارا میباشند. از طرفی توانایی آنتوسیانین ها به عنوان ترکیبات مفید در سلامتی سبب افزایش توجه علمی به این ترکیبات گردیده است (Andersen and Jordheim, 2006), (Andersen, 2007).

از طرفی توليد راديکالهاي آزاد، مسئله اي طبيعي است و در طي عمل تنفس به وجود ميآيد. راديکال هاي آزاد تعدادي اتم تک الکتروني هستند و در حين واکنش اکسيژن با بعضی مولکولها توليد مي شوند. اگر بطور ناگهاني تعداد زيادي از آنها در بدن توليد شود، با بعضي قسمت هاي سلول مانند DNA و غشاي سلولي واکنش نشان داده و باعث تخريب عمل سلول يا حتي مرگ آنها ميشود. در حالت عادي، سيستم دفاعي بدن اين راديکالهاي آزاد را خنثي و بي ضرر ميکند .اما عوامل مخرب محيطي مثل اشعه ماوراء بنفش،الکل و آلودگیهاي محيط باعث میشوند بدن نتواند با اين راديکال هاي آزاد مبارزه کند. در نتيجه ساختمان و عمل سلولهاي بدني توسط راديکالهاي آزاد تخريب شده و منجر به بروز پيري زودرس و بيماريهايي مانند سرطان و تصلب شرائين مي شوند.بدين ترتيب با توجه به عوارض سوء راديكالهايي آزاد، حضور تركيبات آنتي اكسيداني ضروري به نظر مي رسد.لذا تأمين ذخاير آنتي اکسيدان، به منظور کاهش آثار تنش اکسايشي امري مهم تلقی میگردد.با توجه موارد ذکر شده این نیاز احساس میگردد که ارزش غذایی میوه آلبالو و انار در حالت تازه، به خصوص در خارج از فصل به صورت منجمد و دیفراست از نظر میزان ترکیبات فتوشیمیایی(آنتوسیانین ها) و خاصیت آنتی اکسیدانی آن مورد بررسی قرار گیرد تا انگیزه استفاده از میوه جات و سبزیجات به خصوص این نوع میوه در فصل های مختلف سال هم افزایش یابد. به طوریکه تحقیقات اخیر نشان میدهد آلبالو حاوی منبع طبیعی، بعضی از ترکیبات فعال زیستی است که در سلامتی بشر مهم بوده و کابربرد دارند.

, (Veres,. *etal*, 2006)**,** (Imran,. *etal*, 2011) (جهانبخشیان و همدمی، 1378) ، (تجلی همکاران(1387).

**1-9 اهداف مشخص تحقيق**

1. اندازه گیری میزان کلیه ترکیبات فنولی میوه آلبالو و انار به صورت تازه و منجمد شده .
2. اندازه گیری میزان آنتوسیانین های آلبالو و انار به صورت تازه و منجمد شده.
3. اندازه گیری میزان خاصیت آنتی اکسیدانی میوه آلبالو و انار به صورت تازه و منجمد شده.
4. استفاده از نتایج بدست آمده در دستور های رژیمی به منظور افزایش سلامت عمومی.

**1-10** **سؤالات تحقیق**

1. آیا روش های نگهداری میوه جات و واریته آنها بر میزان کلیه فنول ها تاثیر دارد؟
2. آیا روش های نگهداری میوه جات و واریته آنها بر میزان آنتوسیانین های عمده میوه جات تاثیر دارد؟
3. آیا روش های نگهداری میوه جات و واریته آنها بر خاصیت آنتی اکسیدانیشان تاثیر دارد؟

**1-11 فرضيه‏هاي تحقیق**

1. روش های مختلف آماده سازی میوه آلبالو و انار بر میزان کلیه فنول ها،آنتوسیانین ها و خاصیت آنتی اکسیدانی این دو نوع میوه تاثیر می گذارد.
2. نوع واریته میوه آلبالو و انار بر میزان کلیه فنول ها،آنتوسیانین ها و خاصیت آنتی اکسیدانی این دو نوع میوه تاثیر میگذارد.

**فصل دوم:**

**مروری بر ادبیات تحقیق**

**و**

**پیشینه تحقییق**

**2-1 تحقیقات انجام شده در ایران**

**سال 1383:** حیدری و همکارانش در پژوهشی به بررسی رنگيزه‌هاي آنتوسيانيني انگور سياه سردشتپرداختند**.** در اين كار تحقيقاتي، براي نخستين بار آنتوسيانين‌هاي اين واريته از نظر كيفي و مقدار آنتوسيانين‌هاي منومري كل از نظر كمّي مورد مطالعه قرار گرفت. بدين منظور ابتدا رنگيزه‌هاي موجود در ميوه انگور را با استفاده از كروماتوگرافي ستوني تعويض يوني و TLC سلولزي تفكيك و سپس براي شناسايي و اندازه‌گيري‌هاي كيفي و كمّي از روش‌هاي طيف سنجي IR، UV-Visible و H-NMR استفاده گرديد. طي نتايج به دست آمده از اين تحقيق پنج نوع آنتوسيانين تفكيك و شناسايي شد كه در آن رنگيزه غالب مالويدين 3- گلوكز مي‌باشد. در آزمايش‌های كمّي مقدار آنتوسيانين كل 58/3±11/1740 ميلي‌گرم در ليتر تعيين گرديد (حیدری وهمکاران، 1383).

**سال 1387:** جهانبخشیان و همدمی در کار تحقیقاتی به اثر دما و زمان فرایند حرارتی بر خواص کیفی زیتون سبز پرداختند. در این کار تحقیقاتی به بررسی میزان تغییر رنگ، سفتی نمونه ها و خاصیت آنتی اکسیدانی این نوع کنسرو زیتون در دما و زمان های فرایند پرداخته شد. در این کار تحقیقاتی جهت بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی از روش رادیکال آزاد DPPH استفاده شد و مشخص گردید که افزایش زمان و دمای فرایند حرارتی به ترتیب، موجب کاهش معنی دار (سطح احتمال ۱%) خاصیت آنتی اکسیدانی نمونه های زیتون گردید (جهانبخشیان وهمدمی، 1387).

**سال 1387:** تجلی و همکاران در کار پژوهشی بر روی میزان خاصیت آنتی اکسیدانی گلبرگ زعفران پرداختند. در اين تحقيق، عصاره متانولي نمونه خشك شده گلبرگ در سه غلظت ( ١٠٠ ، ٢٠٠ و 300 ميكروگرم در ليتر ) و سه تكرار تهيه شد . فعاليت آنتي اكسيداني هر يك از رقت ها، با استفاده از دو روش رادیکال DPPH و سيستم اسيد لينولئيك تعيين گرديد. نتايج نشان داد كه در صد بازدارندگي عصاره گلبرگ زغفران با زياد شدن ميزان غلظت، افزايش يافته در حاليكه اين ميزان در اسيد آسكوربيك كم شد. همچنين بين درصد بازدارندگي عصاره گلبرگ در غلظتهاي ppm200 و ppm300 تفاوت قابل ملاحظه اي وجود دارد . بر اساس نتايج به دست آمده در سيستم اسيد لينولئيك، درصد جذب كنترل و گلبرگ در طول زمان افزايش يافته است .در مجموع گلبرگ زعفران يك منبع آنت ياكسيدان طبيعي و سهلالوصول بوده كه غلظت ppm300 عصاره آن بيشترين درصد بازدارندگي را دارد (تجلی و همکاران، 1387).

**سال 1387:** موسوی نژاد و همکارانش در کار تحقیقاتی به بررسی اثر رقم بر ميزان تركيبات شيميايي و آنتوسيانين هاي موجود در آب چهار رقم انار ايراني پرداختند. در این کار تحقیقاتی با استفاده از روش كروماتوگرافي مايع با كارآيي بالا به شناسايي و اندازه گيري كمي تركيبات عملكردي ارزشمند (از جمله آنتوسيانين ها، تانن ها، تركيبات شيميايي، املاح معدني و ...) موجود در چهار رقم انار ايراني (1- آلك شيرين، 2- پوست سياه ساوه، 3- استخواني طبس، 4- پوست سفيد شيرين ساوه) پرداخته شد. در اين ميان رقم آلك شيرين داراي بيشترين ميزان تانن كل (20/3 ميلي گرم در ليتر) و رقم استخواني طبس داراي بيشترين ميزان آنتوسيانين كل (80/7758 ميلي گرم در ليتر)، قند كل (86/13 گرم در 100 گرم) و اسيديته كل (20/1 گرم در 100 گرم) مي باشند. بدين ترتيب نشان داده شد كه به رغم شباهت هاي ظاهري موجود در برخي ارقام، تفاوت معني داري در سطح 5%، به لحاظ ميزان كمي تركيبات عملگر، در ميان آن ها وجود دارد كه هر كدام را به منظور كاربرد خاصي مناسب مي سازد (موسوی نژاد و همکاران، 1387).

**سال 1391:** نظریان وهمکارانش در کار تحقیقاتی به بررسي فعاليت آنتي اکسيداني شير ميوه آلبالو - زرشک بر مبناي شير سويا پرداختند. در این کار تحقیقاتی پس از تهيه فرمولاسيون هاي شامل شير سويا و آبميوه مخلوط آلبالو و زرشک به جهت بررسي فعاليت آنتي اکسيداني ترکيب از آزمون راديکال آزاد (DPPH) استفاده شد. ترکيبات فنوليک نيز با روش فولين سيوکاتيو و محتوي آنتوسيانين به روش pH افتراقي و بر حسب آنتوسيانين غالب زرشک و آلبالو محاسبه گرديد. همچنين ميزان ويتامين ث موجود در نمونه ها توسط روش استاندارد اندازه گيري ويتامين ث در آبميوه جات اندازه گيري شد. داده ها نشان داد که بيشترين مهارکنندگي يا خنثي سازي راديکال DPPH در تيمار 20% شير سويا و 80% آبميوه با ميانگين (%SC) به ميزان (ppm) 41.88، مقدار ترکيبات فنوليک 1012 ميلي گرم معادل اسيد گاليک موجود در 100 گرم نمونه رقيق شده، محتواي آنتوسيانين 75/85 ميلي گرم در 100 ميلي ليتر) و ميزان ويتامين ث  (192/4ميلي گرم در 100 ميلي ليتر) گزارش شد که در تيمارهاي بعدي با کاهش ميزان آبميوه، کاهش اين ترکيبات را داشتيم. نتيجه بررسي همبستگي نشان داد که ارتباط مثبت و معني داري بين محتوي فنوليک آنتوسيانين و ويتامين ث با توانايي مهارکنندگي راديکال DPPH وجود دارد (نظریان و همکاران، 1391).

**سال 1391**: ممشلو و همکارانش در کار پژوهشی به بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی و پایداری ترکیبات فنولی حاصل از میوه ازگیل پرداختند. در اين پژوهش ويژگيهاي آنتي اكسيداني و ميزان تركيبات فنولي كل استخراج شده از ميوه ازگیل با استفاده از حلالهاي استون، متانول و اتانول80 درصد و آب مورد ارزيابي قرار گرفت. بالاترين ميزان تركيبات فنولي با استون 80 درصد و پس از آن با متانول، اتانول و آب حاصل شد . مقدار كل تركيبات فنولی عصاره استونی 437/7 گرم معادل گاليك اسيد در 100 گرم ماده خشك بود. فعاليت آنتي اكسيداني عصاره ها با آزمون هاي ربایندگی رادیکال آزاد DPPH، قدرت احيا كنندگي آهن 3 ظرفيتي و ظرفيت آنتی اکسیدانی کل بررسی شد و با آنتی اکسیدان BHT مقايسه گرديد. عصاره استوني بيشترين فعاليت آنتي اكسيداني را در تمام آزمونهاي انجام شده نشان داد. بعلاوه تأثير دما 50 و 100 درجه سانتیگراد و (3، 5، 7،9) pHروي فعاليت آنتي اكسيداني عصاره مورد بررسي قرار گرفت. دماي 50 درجه سانتيگراد تأثيري روي فعاليت آنتي اكسيداني عصاره نداشت و بالاتر ين پايداري عصاره در pH برابر با 5 مشاهده شد. نتايج نشان داد ميوه ازگيل با داشتن فعاليت اكسيداني قابل توجه، منبعي غني از تركيبات آنتي اكسيداني است (ممشلو وهمکاران، 1391).

**سال 1391**:لیوانی و همکارانش در تحقیقی به بررسی ترکیبات آنتی اکسیدانی در گیاه تمشک برگ نارونی در دو منطقه مختلف از استان گلستان پرداختند. در این کار تحقیقی میوه تمشک به دو شکل رسیده ( سیاه ) و نرسیده ( قرمز ) به صورت تصادفی از دو منطقه جغرافیایی در استان گلستان (ارتفاع 15 متری و 200 متری از سطح دریا ) برداشته شد. مقدار آنتوسیانین های کل با روش اختلاف pH با استفاده از دو بافر کلرید پتاسیم و استات سدیم و معادل سیانیدین 3 – گلوکوزاید و مقدار فلاونوئیدهای کل با روش رنگ سنجی کلرید آلومینیوم و معادل کوئرستین تعیین شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین و فلاونوئید در تمشک های رسیده واقع در ارتفاع 200 متری از سطح دریا می باشد. همچنین مقدار این ترکیبات در میوه های تمشک نرسیده در این ارتفاع نسبت به تمشک نرسیده ارتفاع پائین تر بیشتر بود (لیوانی و همکاران، 1391). جزوه

**2-2 تحقیقات انجام شده در خارج**

**سال 1999:** kalt وهمکارانش در کار پژوهشی به بررسی ظرفیت آنتی اکسیدانی (ORAC)، میزان ترکیبات فنولیک، میزان آنتوسیانین (بر حسب مالویدین 3- گلوکوزاید) و ویتامین C در مدت زمان 8 روز انبارداری در دماهای 0، 10،20 و 30 درجه سلسیوس به صورت تازه پرداختند. در این پژوهش میوه هایی همچون توت فرنگی، تمشک، و گونه هایی از توت های خواراکی از جمله (*Vaccinium corymbosum*) و (*Vaccinium angustifolium*) مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش مشخص گردید که ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی همبستگی قوی با میزان ترکیبات فنولی (r= 0/83) وآنتوسیانین ها (r= 0/90) بود و ظرفیت آنتی اکسیدانی دو گونه از توت های خوراکی به مراتب خیلی بیشتر از توت فرنگی و تمشک بود Kalt., etal (1999).

**سال 2002:** Mozetica در سال 2002 در کار تحقیقی که به بررسی و اندازه گیری میزان آنتوسیانین ها و هیدروکسینامیک اسید در گیلاس های تیره رنگ حاصل از خاکهای زراعی مختلف در اسلوونی به روش تغییرات pH و HPLCپرداخت.در این کار تحقیقی ترکیبت فنولی به وسیله متانول بدون استفاده از آب استخراج گردیدند. جهت شناسایی ترکیبات مختلف، از طول موج nm320 به منظور شناسایی هیدروسینامیت ها و از طول موج nm520 جهت شناسایی آنتوسیانین ها استفاده شده است. آنتوسیانین های سیانیدین -3- گلوکزاید و سیانیدین -3- رتینوزاید به عنوان آنتوسیانین های مهم و پلارگونیدین -3 – رتینوزاید به عنوان رنگدان های با میزان کم مورد شناسایی قرار گرفتند. در این تحقیق مشخص گردید که استخراج ترکیبات فنولی با متانول خالص کارایی کمتری داشته و لذا از مخلوط متانول و اسید فرمیک به منظور استخراج ترکیبات فنولی استفاده گردید.در این کار تحقیقی 5 نوع خاک زراعی مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه حاصل شده که آنتوسیانین های گیلاس های حاصل از خاکهای زراعی مختلف متفاوت میباشد و از طرفی بیشترین نسبت نئوکلوروژنیک اسید به 3'- پی کومارویل کوئیننیک اسید در گیلاس گونه لامبرت مشاهده شد Mozetic (2002).

**سال 2004:** Chovanalikit & wrolstad در سال 2004 در کار پژوهشی به بررسی آنتوسیانین ها و ترکیبات پلی فنولیک در گیلاس تازه و گیلاس های منجمد شده، غوطه ور شده در آب نمک پرداختند.در این پژوهش جهت اندازه گیری آنتوسیانین ها از HPLC استفاده گردید. در این پژوهش مشخص شد که مقدار آنتوسیانین ها در دمای °c23- به مدت 3 ماه نگهداری به مقدار 67% کاهش و به مدت 6 ماه به مقدار 88% کاهش یافت و این مقدار کاهش در دمای °c70- به مراتب کمتر و به ترتیب به مقدار 11% و 12% بود. و همچنین نیمی از آنتوسیانین ها و پلی فنول ها به شربت کنسرو گیلاس و تمام آنتوسیانین ها به آب نمک در طی شورکردن انتقال میابد . Chovanalikit & wrolstad(2004)

**سال 2006:** Veres و همکارانش در کار پژوهشی به بررسی میزان بالای آنتی اکسیدان و آنتوسیانین گونه های آلبالو پرداختند که ممکن است در سلامتی بشر مؤثر باشند. در این کار تحقیقی گونه های مختلفی از آلبالو از باغ های خانگی و زمین های های زراعی روستاها جمع آوری گردیدند. میوه های برداشت شده ابتدا لیوفیلیزه گردیدند و سپس در دمای c°18- جهت انجام آزمون های مورد نظر نگهداشته شدند. در این پژوهش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و میزان آنتوسیانین گونه های آلبالو انجام گرفت. به طوریکه بیشترین میزان آنتوسیانین و بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی درگونه Bosnyak-6 آلبالو مشاهده گردید Veres,. etal(2006).

**سال 2007:** Khalaf در سال 2007 در تحقیقی به بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی تعدادی از گیاهان متعارف همچون برگ چای سبز و چای سیاه پرداخت. چای سبز حاوی پلی فنول هاست که از فلاوانول، فلاوان دی ال ها، فلاونوئید و اسید فنولیک هستند. در این تحقیق عصاره متانولی چای سبز به مدت 5 روز متوالی استخراج گردید. فعالیت آنتی اکسیدانی به روش رادیکال آزادDPPH اندازه گیری شد و این نتیجه حاصل شد که فعالیت آنتی اکسیدانی چای سبز نسبت به آنتی اکسیدان استاندارد(آسکوربیک اسید) بسیار قوی و زیاد میباشدKhalaf(2007).

**سال 2007:** در سال 2007 در کار تحقیقی توسط Ramamoorthy & bonoبه بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی، میزان کلیه فنول ها عصاره حاصل از میوه ها از گونه *Mornida citrifolia* تحت شرایط فرایندهای مختلف استخراج پرداخته شد.در این کار پژوهشی میزان کلیه ترکیبات فنولیک به روش Folin-Ciocalteamu method و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به روش رادیکال هیدروکسیل و رادیکال DPPH اندازه گیری شد و نتایج این تحقیق به این صورت حاصل شد که بیشترین میزان ترکیبات فنولیک در روش عصاره گیری از میوه در فشار بالا و به کار بردن حلال اتیل استات به عنوان حلال و تحت شرایط خلا خشک شدن میباشد و بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی در روش عصاره گیری از میوه تحت فشار بالا و اتیل استات به عنوان حلال و به روش پاششی خشک شدن بود و همچنین روش های استخراج به روش خشک رابطه معنی دار و تنگاتنگی در فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان ترکیبات فنولی عصاره داشت Ramamoorthy & bono(2007).

**سال 2007:** Jakobek و همکارانش در سال 2007 در تحقیقی بر روی میزان آنتوسیانین و کلیه ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی آب میوه های قرمز از جمله گیلاس، توت فرنگی، تمشک و شاه توت و کمشش سیا ه پرداختند. در این تحقیق 500 گرم از میوه های مورد مطالعه به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند و توسط دستگاه آبمیوه گیری آب این میوه ها استخراج گردید و بعد از سانتریفوژ کردن آبمیوه ها (4000= rpm)، در همان روز مورد آزمایش قرار گرفتند. میزان کلیه ترکیبات فنولی به روش Folin-Ciocalteamu micro method و فعالیت آنتی اکسیدانی به روش رادیکال DPPH و میزان آنتوسیانین ها به روش تغییرات [[22]](#footnote-22)pH اندازه گیری شد. در این کار تحقیقی مشخص گردید که بیشترین غلظت میزان آنتوسیانین ها در تمشک، کشمش سیاه و به طور معنی داری به میزان کمتر در آلبالو، گیلاس، شاه توت و توت فرنگی موجود بود و پلی فنول ها در بیشترین غلظت در آب تمشک، کشمش سیاه ودر غلظت بیشتر در آب آلبالو و شاه توت و در کمترین غلظت در گیلاس،توت فرنگی بود و بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را تمشک، کشمش سیاه دارا بود .(Jakobek *etal*,2007)

**سال 2009:** Martos و همکارانش در سال 2009 در پژوهشی بر روی خاصیت آنتی اکسیدانی روغن های فرار از 5 نوع ادویه گیاهی از جمله پونه کوهی، آویشن، رزماری، میخک و مریم گلی که به طور وسیعی در رژیم غذایی مدیترانه به کار برده میشود پرداختند. در این کار تحقیقی عصاره گیری از اجزای این گیاهان به کمک متانول صورت گرفت. در این کار تحقیقی کلیه ترکیبات فنولی به روش Folin-Ciocalteamu method و خاصیت آنتی اکسیدانی را به روش رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاء کنندگی آهن (3+) به روش پتاسیم فری سیانید- فریک کلراید و آزمون تیوباربیتوریک اسید و آزمون توانایی اندازه گیری قدرت کلیت گنندگی آهن (3+) اندازه گیری گردید.در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان کلیه ترکیبات فنولی را میخک و کمترین را مریم گلی و کمترین میزان ترکیبات فولی را آویشن و پونه کوهی داشت. دارد و از طرفی بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را میخک (p< 0/05) و کمترین را مریم گلی و رزماری دارا میباشد و خاصیت آنتی اکسیدانی میخک نسبت به آنتی اکسیدان شاهد BHT و اسیدآسکوربیک نیز بیشتر بود. قدرت ربایندگی رادیکال های آزاد به وسیله آزمون تیوباربیتوریک اسید انجام شده و مشخص شد روغن فرار رزماری به دست آمده از رزماری در مقایسه با آنتی اکسیدان های BHT و اسید اسکوربیک (p < 0.05) بیشترین توانایی را دارد و در آزمون توانایی احیاء کنندگی آهن (3+) روغن فرار میخک بالاترین قدرت احیاء کندگی را دارا بود . (Martos**,.** *etal* 2009)

**سال 2010:** Stuciua و همکارانش در سال 2010 در تحقیقی به بررسی پایداری آنتوسیانین های حاصل از پوست انگور سیاه توسط روش اسپکتروفتومتریک در شرایط تحت مواجه با نور،اکسیژن و حرارت و حلال های مختلف در استخراج پرداختند. اندازه گیری میزان آنتوسیانین ها تحت شرایط مختلف به روش تغییرات pH انجام گردید.در این کار پژوهشی میزان آنتوسیانین ها در میوه تازه (mg/100gr 842.18-497.74) اندازه گیری شد و میزان پایداری آنتوسیانین ها در مواجه با دما17.41%-8.45% (درجه تجزیه شدن) و در مواجه با نور89.48%-37.91% (درجه تجزیه شدن) حاصل شد (Stanciua *etal*, 2010).

**سال 2011:** Imranدر سال 2011 در کارتحقیقی به شناسایی کلیه ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی 2 نوع قارچ خوراکی با واریته هایی به نام *eous* *Pleurotus florida* and *Pleurotus* پرداخت.در این کار تحقیقی شناسایی کلیه فنول ها به وسیله Folin-Ciocalteamu method و خاصیت آنتی اکسیدانی به روش فسفومولیبدنوم صورت گرفت.بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق مشخص گردید که میزان ترکیبات فنولی *Pleurotus florida*  بیشتر میباشد و از طرفی فعالیت آنتی اکسیدانی *Pleurotus eous*  بیشتر میباشد و خاصیت کلیت کنندگی یون آهن توسط *Pleurotus florida*  زمانی که با *Pleurotus eous*  مقایسه شد بیشتر بود . (Imran, 2011)

**سال 2011:** Filimon و همکارانش و در کار مطالعاتی به بررسی میزان آنتوسیانین های گونه هایی از آلبالو رشد کرده در رومانی پرداختند. در این پژوهش عصاره متانولی گونه های مختلف آلبالو تهیه گردید. هدف از این پژوهش، مطالعه آنتوسیانین ها و ترکیبات فنولیک است که به وسیله تکنیک HPLC-DAD انجام شد. میزان آنتوسیانین ها با روش اختلاف pH انجام گرفت که مشخص شد بیشترین میزان آنتوسیانین در گونه Englez timpurii بود و کلیه ترکیبات فنولی با روش فولین سیوکالچیو و یا روش رنگ سنجی انجام گرفت که بیشترین این ترکیبات در گونه Mocanesti بود. در این پژوهش بر پایه عمل کروماتوگرافی 4 نوع آنتوسیانین شامل: سیانیدین 3- گلوکوزاید، سیانیدین 3- رتینوزاید، سیانیدین 3- سوفروزاید، سیانیدین 3- گلیکوزیل رتینوزاید شناسایی گردیدن, 2011 (Filimon,.*etal*.

**فصل سوم:**

**روش اجرای تحقیق**

**3-1 لیست مواد شیمیایی**

# جدول 3-1 مواد شیمیایی مورد استفاده

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **نام ماده** | **مقدار مورد نیاز** | **ساخت کشور** | **شرکت سازنده** |
| اسید گالیک | 100 گرم | آلمان | مرک |
| کربنات سدیم | 1000 گرم | آلمان | مرک |
| الکل اتیلیک %98-%96 | 1 لیتر | ایران | الکل سازی اراک |
| فولین سیو کالچو | 500 سی سی | آلمان | مرک |
| کلرید پتاسیم | 1000 گرم | آلمان | مرک |
| اسید کلریدریک | 5/2 لیتر | آلمان | مرک |
| استات سدیم | 1000گرم | آلمان | مرک |
| متانول مخصوص HPLC | 5/2 لیتر | انگلیس | رومیل |
| DPPH | 1 گرم | آلمان | مرک |

# 3-2 تجهیزات

جهت انجام آزمایشات از همزن مغناطیسی مدل IKA و ترازوی WPS 1533، اسپکتروفتومتر مدل Unico2000 و میکروپیپت Ependorf استفاده گردید.

تجهیزات مورد استفاده در جدول 3-2 لیست شده است**.**

# جدول 3-2 تجهیزات مورد استفاده

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نام دستگاه | مدل | ساخت کشور |
| هم زن مغناطیسی | IKA | ژاپن |
| ترازو با دقت 0001/0 | WPS 1533 | ژاپن |
| اسپکتروفتومتر | Unico | آمریکا |
| میکرو پیپت | Eppendorf | آلمان |

# 3-3 روش ها

**3-3-1 آماده سازی نمونه:**

ابتدا حدود 500 گرم آلبالو(هسته گیری شده) تازه و IQF شده (دما c°28- ، 8 دقیقه) و 500 گرم از هر یک از دانه های انار(دان شده) تازه و IQF شده(دما c°28- ،10 تا13 دقیقه) را به صورت تصادفی انتخاب گردید و تحت فرایند آبگیری قرار گرفتند. سپس در سانتریفوژ با سرعت rpm4000 به مدت یک ساعت سانتریفوژ گردید و نمونه های آماده شده بلافاصله جهت انجام سایر آزمون های مربوطه قرار گرفت و یا جهت انجام آزمایش در روز های بعد در دمای c°20- منجمد شده و نگهداری گردید Jakobek(2007).

**3-3-2 اندازه گیری کلیه فنول ها[[23]](#footnote-23):**

اندازه گیری کلیه فنول ها بر اساس روش استاندارد موجود در شیمی تجزیهموا غذایی انجامگرفته شد *(*Waterhouse).

جهت شناسایی کلیه فنول ها از معرف (FC) Folin Ciocalteu بر اساس روش موجود در شیمی تجزیه مواد غذایی انجام میگیرد.

**3-3-2-1 تهیه منحنی رگرسیون:**

در یک بالن mLit100، 5/0 گرم اسید گالیک خشک را در mLit10 اتانل حل کرده و با آب مقطر به حجم رسانده شد.

از محلول ساخته شده حجم های mLit 5، 2، 1، 0 را برداشته و به بالن های cc100 منتقل گردید و با آب مقطر به حجم رسانده میشود و غلظت فنول به ترتیبmg/lit 0،50،100،150،250 بود.

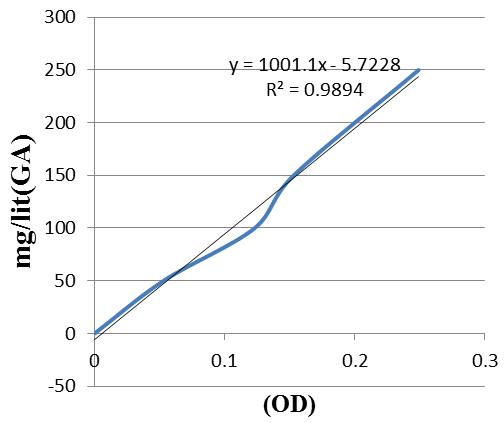
**3-3-2-2 محلول کربنات سدیم:** gr200 کربنات سدیم بدون آب در mlit800 آب در حال جوش در یک بالن cc1000 حل گردید و بعد از سرد شدن تعدادی کریستال کربنات سدیم بوجود می آید .بعد از 24 ساعت محلول را با کاغذ صافی از نوع بدون خاکسترصاف شد و به حجم رسانده شد.

**3-3-2-3 اندازه گیری کلیه فنول ها:**

1. ابتداmlit 1 از نمونه آماده سازی شده یا محلول کالیبراسیون(اسید گالیک)و یا شاهد(آب مقطر) به بالنmlit100 انتقال داده شد.
2. mlit70 آب مقطر و mlit5 معرف FC را هم اضافه شد و به خوبی مخلوط گردید و به مدت 8-1 دقیقه در دمای اتاق انکوبه گردید.
3. mlit15 کربنات سدیم هم اضافه میگردد.
4. توسط آب مقطر بالن به حجم mlit100 رسانده شد سپس بالن تکان داده شد تا محتویات بالن خوب مخلوط گردید و به مدت 2 ساعت در دمای c°20 و یا در دمای c°40 به مدت 30 دقیقه انکوبه گردید (در داخل حمام آب) و در nm 765 میزان جذب خوانده شد و از روی منحنی رگرسیون میزان ترکیبات فنولی بر حسب گالیک اسید (GAE) سنجیده شد.

# جدول 3-3 میزان جذب غلظت های استاندارد اسید گالیک

|  |  |
| --- | --- |
| **mg/lit (GA)** | **OD(765nm)** |
| 0 | 0 |
| 0.053 | 50 |
| 0.123 | 100 |
| 0.153 | 150 |
| 0.249 | 250 |

****

3-1 نمودار رگرسیون اسید گالیک

**3-3-3 اندازه گیری آنتوسیانین ها:**

شناسایی آنتوسیانین ها طبق روش AOAC official method 2005.2 انجام گرفت.

اساس این روش بر اساس اختلاف pH میباشد.

**3-3-3-1 تهیه بافر با 1=pH و 5/4=pH**

* **تهیه 1=pH:** (بافر کلرید پتاسیم M025/0): 86/1 گرم کلرید پتاسیم را در mlit980 آب مقطر حل گردید، سپس pH اندازه گرفته شد و جهت رسیدن به 1=pH از Hcl استفاده شد و سپس به حجم 1000 رسانده شد.
* **تهیه 5/4=pH:** (بافر استات سدیم M4/0( : 43/54 گرم استات سدیم 3 آبه را در mlit960 آب مقطر حل گردید، سپسpH اندازه گرفته شد و جهت رسیدن به 5/4=pH استفاده از Hcl استفاده شد و سپس به حجم 1000 رسانده شد.

**3-3-3-2 اندازه گیری جذب:**

* از نمونه آماده سازی شده حجم های کمتر از mlit10 برداشته و به دو بالن mlit50 به هر یک حجم برداشته شده انتقال داده شد و به یک بالن بافر 1= pH و به بالن دیگر بافر 5/4=pH اضافه گردید و بوسیله این بافر ها به حجم mlit50 رسانده شد.

نکته: سپس جذب نمونه ها در طول موج های nm520 ، nm700 در فاصله زمانی 50-20 دقیقه از آماده سازی نمونه انجام گرفت و میزان آنتوسیانین ها معادل سیانیدین-3- گلوکوزاید از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:



(فرمول 3-1) A= ( Aƛ – A700nm) pH 1/0 – ( Aƛ– A700nm ) pH 4/5 (فرمول 3-2)

MW: وزن مولکولی سیانیدین-3- گلوکوزاید (2/449)، سیانیدین-3 رتینوزاید (2/595)، دلفینیدین-3- گلوکوزاید (2/465)

DF: فاکتور رقیق سازی

L: عرض سل ( cm=1)

ƛ (طول موج شاخص): برای سیانیدین-3- گلوکوزاید (nm520)، سیانیدین-3- رتینوزاید (nm541)، دلفینیدین-3- گلوکوزاید (nm543)

ε: ضریب خاموشی سیانیدین-3- گلوکوزاید (26900)، ضریب خاموشی سیانیدین-3- رتینوزاید (28800)، ضریب خاموشی دلفینیدین-3- گلوکوزاید (29000).

**تذکر:** در میوه آلبالو آنتوسیانین غالب، سیانیدین 3- رتینوزاید می باشد و در انار آنتوسیانین دلفینیدین 3- گلوکوزاید می باشد.

**3-3-4 اندازه گیری خاصیت آنتی اکسیدانی:**

جهت اندازه گیری خاصیت آنتی اکسیدانی از روش رادیکال DPPH استفاده گردید که در اکثر سیستم های گیاهی کاربرد دارد. Tagashira & Ohtake(1998).

روش کار:

از نمونه آماده سازی شده μl50 توسط سمپلر جدا گردید سپس با μl300 محلول متانولی DPPH(1mM) ترکیب شد وتوسط متانول به حجم mlit3 رسانده شد. سپس به مدت 15 دقیقه در تاریکی نگهداری شده و میزان جذب نمونه در طول موج nm517 خوانده شد. جهت صفر کردن دستگاه اسپکت از μl50 محلول آبمیوه و μl2950 متانول استفاده گردید. میزان جذب شاهد(μl300 محلول متانولی DPPH(1mM) و mlit2.7 متانول) روزانه در موقع اندازه گیری خاصیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری گردید.

100\*|(جذب شاهد/(جذب نمونه- جذب شاهد)|=درصد بازدارندگی (فرمول 3-3)

فصل چهارم:

تجزیه و تحلیل داده ها

**4-1 نتایج اندازه گیری ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب انار**

اندازه گیری میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-1 مشاهده می شود:

جدول 4-1 نتایج اندازه گیری ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب انار بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 33/1468 ± 01/65 | 1542 | 1419 | 1444 | **آب انار تازه** |
| 00/703 ± 19/32 | 729 | 667 | 713 | **منجمد خانگی** |
| 00/1128 ± 51/44 | 1077 | 1159 | 1148 | **هفته اولIQF** |
| 33/978 ± 65/40 | 932 | 1008 | 995 | **هفته دوم IQF** |
| 67/908 ± 96/41 | 861 | 940 | 925 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه آب انار تازه، mg.L-1 33/1468 اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 703 سنجش گردید. در مورد نمونه آب انارهای به دست آمده از انارهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 1128، mg.L-1 33/978 و mg.L-1 67/908 اندازه گیری شد. در شکل 4-1 میزان درصد ترکیبات فنولی اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-1 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان ترکیبات فنول کل در آب انار

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان ترکیبات فنولی کل، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه آب انار تازه به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد آزمایش بوده است (05/0p<). در مورد نمونه های تهیه شده به روش IQF، کمیت مذکور در تیمار IQF W1 به طور معنی داری از سایر نمونه ها بیشتر بود. بنابراین تیمار IQF W1 به عنوان مطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<). تیمارهای IQF W2 و IQF W3 تفاوت معنی داری نشان ندادند و مشترکا حائز رتبه بعدی شدند (05/0p>). میانگین ترکیبات فنولی سنجش شده برای تیمار آب انار منجمد شده به روش خانگی نیز به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها پائین تر بود و از این رو به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-2 ملاحظه می شود میزان ترکیبات فنولی کل در اثر فرآیند انجماد، کاهش قابل ملاحظه ای داشته است. تخریب ترکیبات فنولی کل در آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی، نسبت به سایر تیمارها بسیار شدیدتر بوده است. به طوری که بیش از نیمی از ترکیبات فنولی در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. این در حالی است که در مورد کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان ترکیبات فنولی بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، تنها 18/23 درصد از ترکیبات فنولی تخریب شده است.

جدول 4-2 میزان درصد تغییرات ترکیبات فنولی سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب انار تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 12/52 | 18/23 | 37/33 | 12/38 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، ترکیبات فنولی به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش ترکیبات فنولی نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-2 روند تغییرات ترکیبات فنولی کل در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-2 روند تغییرات ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب انار فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-2 نتایج اندازه گیری آنتوسیانین کل در نمونه های آب انار**

اندازه گیری میزان آنتوسیانین کل در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-3 مشاهده می شود:

جدول 4-3 نتایج اندازه گیری آنتوسیانین کل در نمونه های آب انار بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 67/137 ± 69/5 | 136 | 133 | 144 | **آب انار تازه** |
| 67/66 ± 52/2 | 69 | 64 | 67 | **منجمد خانگی** |
| 00/118 ± 58/4 | 119 | 122 | 113 | **هفته اولIQF** |
| 00/109 ± 58/4 | 108 | 105 | 114 | **هفته دوم IQF** |
| 00/94 ± 00/4 | 94 | 98 | 90 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان آنتوسیانین کل در نمونه آب انار تازه، mg.L-1 67/137اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 67/66 سنجش گردید. در مورد نمونه آب انارهای به دست آمده از انارهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 118، mg.L-1 109 و mg.L-1 94 اندازه گیری شد. در شکل 4-3 میزان آنتوسیانین کل اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-3 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان آنتوسیانین کل در آب انار

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان آنتوسیانین کل، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که میزان آنتوسیانین در نمونه آب انار تازه به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد آزمایش بوده است (05/0p<). در مورد نمونه های تهیه شده به روش IQF، کمیت مذکور در تیمار IQF W1 به طور معنی داری از سایر نمونه ها بیشتر بود. بنابراین تیمار IQF W1 به عنوان مطلوب ترین تیمار شناخته شد. پس از آن تیمارهای IQF W2 و IQF W3 نیز حائز رتبه های بعدی شدند. میانگین آنتوسیانین سنجش شده برای تیمار آب انار منجمد شده به روش خانگی نیز به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها پائین تر بود و از این رو به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-4 ملاحظه می شود میزان آنتوسیانین کل در اثر فرآیند انجماد، کاهش قابل ملاحظه ای داشته است. همانند ترکیبات فنولی کل، در مورد آنتوسیانین کل در آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی نسبت به سایر تیمارها، کاهش بسیار شدیدتر بوده است. به طوری که 57/51 درصد از آنتوسیانین در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. در این مورد نیز، در کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، تنها 29/14 درصد از آنتوسیانین از دست رفته است.

جدول 4-4 میزان درصد تغییرات آنتوسیانین سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب انار تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 57/51 | 29/14 | 82/20 | 72/31 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، آنتوسیانین ها به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش ترکیبات فنولی نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-4 روند تغییرات آنتوسیانین کل در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-4 روند تغییرات آنتوسیانین کل در نمونه های آب انار فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-3 نتایج اندازه گیری ترکیب آنتوسیانین غالب در نمونه های آب انار**

همچنان که در فصول قبل بیان گردید، آنتوسیانین غالب در انار ترکیبی موسوم به Dpd-3 glu می باشد. اندازه گیری ترکیب مذکور در نمونه های مورد آزمایش نیز مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-5 مشاهده می شود:

جدول 4-5 نتایج اندازه گیری Dpd-3 glu در نمونه های آب انار بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 17/53 ± 89/1 | 7/51 | 5/52 | 3/55 | **آب انار تازه** |
| 50/26 ± 98/0 | 2/26 | 7/25 | 6/27 | **منجمد خانگی** |
| 73/45 ± 45/1 | 2/47 | 7/45 | 3/44 | **هفته اولIQF** |
| 73/43 ± 42/1 | 1/42 | 5/44 | 6/44 | **هفته دوم IQF** |
| 83/39 ± 22/1 | 9/40 | 5/38 | 1/40 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان Dpd-3 glu در نمونه آب انار تازه، mg.L-1 17/53اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 50/26 سنجش گردید. در مورد نمونه آب انارهای به دست آمده از انارهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 73/45، mg.L-1 73/43 و mg.L-1 83/39 اندازه گیری شد. در شکل 4-5 میزان Dpd-3 glu اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-5 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان Dpd-3 glu در آب انار

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان Dpd-3 glu، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که میزان ترکیب Dpd-3 glu در نمونه آب انار تازه به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد آزمایش بوده است (05/0p<). در مورد نمونه های تهیه شده به روش IQF، کمیت مذکور در تیمار IQF W1 به طور معنی داری از سایر نمونه ها بیشتر بود. بنابراین تیمار IQF W1 به عنوان مطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<). تیمارهای IQF W2 و IQF W3 تفاوت معنی داری نشان ندادند و مشترکا حائز رتبه بعدی شدند (05/0p>). میانگین Dpd-3 glu سنجش شده برای تیمار آب انار منجمد شده به روش خانگی نیز به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها پائین تر بود و از این رو به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-6 ملاحظه می شود میزان Dpd-3 glu در اثر فرآیند انجماد، کاهش قابل ملاحظه ای داشته است. همانند دو آزمون قبلی نیز میزان کاهش Dpd-3 glu در آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی نسبت به سایر تیمارها بسیار شدیدتر بوده است. به طوری که نیمی از Dpd-3 glu در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. در این مورد نیز، در کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان Dpd-3 glu بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، کمتر از 14 درصد از Dpd-3 glu از دست رفته است.

جدول 4-6 میزان درصد تغییرات Dpd-3 glu سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب انار تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 16/50 | 98/13 | 74/17 | 08/25 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، Dpd-3 glu به طور موثرتری حفظ خواهد شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش Dpd-3 glu نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-6 روند تغییرات Dpd-3 glu در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-6 روند تغییرات Dpd-3 glu در نمونه های آب انار فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-4 نتایج اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب انار**

اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-7 مشاهده می شود:

جدول 4-7 نتایج اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب انار بر حسبµmol TE.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 37/92 ± 14/2 | 5/90 | 9/91 | 7/94 | **آب انار تازه** |
| 33/86 ± 97/2 | 6/89 | 8/83 | 6/85 | **منجمد خانگی** |
| 97/90 ± 66/2 | 4/92 | 9/87 | 6/92 | **هفته اولIQF** |
| 73/88 ± 59/2 | 7/89 | 8/85 | 7/90 | **هفته دوم IQF** |
| 77/87 ± 22/2 | 2/85 | 1/89 | 89 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه آب انار تازه، µmol TE.L-1 37/92 اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی µmol TE.L-1 33/86 سنجش گردید. در مورد نمونه آب انارهای به دست آمده از انارهای منجمد شده به روش IQF ، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل µmol TE.L-1 97/90، µmol TE.L-1 73/88 و µmol TE.L-1 77/87 اندازه گیری شد. در شکل 4-7 میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-7 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در آب انار

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که بین تیمارهای مورد آزمایش از نمونه های IQF شده با تیمار آب انار تازه، تفاوت معنی داری از نظر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی وجود ندارد (05/0p>). از سوی دیگر تیمار آب انار منجمد شده به روش خانگی نیز با نمونه های IQF شده، تفاوت معنی داری را نشان نداد (05/0p>). با این حال میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه آب انار تازه با نمونه منجمد شده خانگی معنی دار بود (05/0p<). در نتیجه تیمارهای آزمایشی طبق نتایج آزمون دانکن در سه کلاس رتبه بندی شدند. به طوری که تیمار آب انار تازه، به عنوان بهترین تیمار و تیمارهای IQF شده به طور مشترک در رتبه بعدی قرار گرفتند. تیمار آب انار منجمد شده به روش خانگی نیز به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد.

هم چنان که در جدول 4-8 ملاحظه می شود میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در اثر فرآیند انجماد، کاهش یافته است. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در آب انار به دست آمده از نمونه منجمد خانگی، نسبت به سایر تیمارها کاهش بیشتری داشته است. به طوری که در حدود 53/6 درصد از فعالیت آنتی اکسیدانی در این روش از دست رفته است. این در حالی است که در مورد کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، تنها 52/1 درصد از میزان فعالیت آنتی اکسیدانی از دست رفته است.

جدول 4-8 میزان درصد تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب انار تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 53/6 | 52/1 | 93/3 | 98/4 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، فعالیت آنتی اکسیدانی به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-8 روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-8 روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب انار فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-5 نتایج اندازه گیری ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب آلبالو**

اندازه گیری میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-9 مشاهده می شود:

جدول4-9 نتایج اندازه گیری ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب آلبالو بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 00/4546 ± 34/215 | 4323 | 4755 | 4560 | **آب آلبالو تازه** |
| 00/2389 ± 15/105 | 2269 | 2433 | 2465 | **منجمد خانگی** |
| 33/3617 ± 63/179 | 3600 | 3805 | 3447 | **هفته اولIQF** |
| 67/3566 ± 21/110 | 3691 | 3481 | 3528 | **هفته دوم IQF** |
| 00/3124 ± 09/145 | 3242 | 2962 | 3168 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه آب آلبالو تازه، mg.L-1 4546 اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 2389 سنجش گردید. در مورد نمونه آب آلبالوهای به دست آمده از آلبالوهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 33/3617، mg.L-1 67/3566 و mg.L-1 00/3124 اندازه گیری شد. در شکل 4-9 میزان درصد ترکیبات فنولی اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-9 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان ترکیبات فنول کل در آب آلبالو

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان ترکیبات فنولی کل، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که بین میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه آب آلبالو تازه با نمونه های منجمد شده به روش IQF در تیمارهای IQF W1 و IQF W2 تفاوت معنی داری وجود ندارد (05/0p>). همچنین میانگین سنجش برای تیمارهای IQF W1 و IQF W2 با تیمار IQF W3 نیز تفاوت معنی داری را نشان نداد (05/0p>). با این حال میزان ترکیبات فنولی کل در نمونه آب آلبالو تازه با نمونه IQF W3 معنی دار بود (05/0p<). از این رو تیمار آب آلبالو تازه به عنوان بهترین تیمار شناخته شد و بعد از آن تیمارهای IQF W1 و IQF W2 به طور مشترک در رتبه بعدی قرار گرفتند. همچنین تیمار IQF W3 از نظر درجه مطلوبیت در بین تیمارهای مورد آزمایش در جایگاه چهارم قرار گرفت. میانگین میزان ترکیبات فنولی کل در آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی نیز به طور معنی داری دارای پائین ترین میانگین بود و از این نظر به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-10 ملاحظه می شود میزان ترکیبات فنولی کل در اثر فرآیند انجماد، کاهش یافته است. تخریب ترکیبات فنولی کل در آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی بسیار شدید بوده است. به طوری که نزدیک به نیمی از ترکیبات فنولی در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. این در حالی است که در مورد کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان ترکیبات فنولی بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمارهای IQF W1 و IQF W2، علی رغم میانگین اندازه گیری شده پائین تر نسبت به نمونه آب آلبالو تازه، میزان ترکیبات فنولی تغییر معنی داری نداشته است (05/0p>). با این حال میزان ترکیبات فنولی کل در تیمار IQF W3 به میزان 28/31 درصد کاهش یافته است.

جدول 4-10 میزان درصد تغییرات ترکیبات فنولی سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب آلبالو تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 45/47 | 43/20 | 54/21 | 28/31 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، ترکیبات فنولی به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش ترکیبات فنولی نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-10 روند تغییرات ترکیبات فنولی کل در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-10 روند تغییرات ترکیبات فنولی کل در نمونه های آب آلبالو فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-6 نتایج اندازه گیری آنتوسیانین کل در نمونه های آب آلبالو**

اندازه گیری میزان آنتوسیانین کل در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-11 مشاهده می شود:

جدول 4-11 نتایج اندازه گیری آنتوسیانین کل در نمونه های آب آلبالو بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 33/481 ± 36/21 | 490 | 457 | 497 | **آب آلبالو تازه** |
| 33/249 ± 50/13 | 249 | 263 | 236 | **منجمد خانگی** |
| 33/435 ± 34/18 | 456 | 421 | 429 | **هفته اولIQF** |
| 67/373 ± 01/15 | 373 | 359 | 389 | **هفته دوم IQF** |
| 33/352 ± 50/8 | 352 | 344 | 361 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان آنتوسیانین کل در نمونه آب آلبالو تازه، mg.L-1 33/481اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 33/249 سنجش گردید. در مورد نمونه آب آلبالوهای به دست آمده از آلبالوهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 33/435، mg.L-1 67/373 و mg.L-1 33/352 اندازه گیری شد. در شکل 4-11 میزان آنتوسیانین کل اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-11 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان آنتوسیانین کل در آب آلبالو

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان آنتوسیانین کل، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که میزان آنتوسیانین در نمونه آب آلبالو تازه به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد آزمایش بوده است (05/0p<). در مورد نمونه های تهیه شده به روش IQF، کمیت مذکور در تیمار IQF W1 به طور معنی داری از سایر نمونه ها بیشتر بود. بنابراین تیمار IQF W1 به عنوان مطلوب ترین تیمار شناخته شد. پس از آن تیمارهای IQF W2 و IQF W3، تفاوت معنی داری نشان نداده و از نظر درجه مطلوبیت، مشترکا در جایگاه بعدی قرار گرفتند (05/0p>). میانگین آنتوسیانین سنجش شده برای تیمار آب آلبالو منجمد شده به روش خانگی نیز به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها پائین تر بود و از این رو به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-12 ملاحظه می شود میزان آنتوسیانین کل در اثر فرآیند انجماد، کاهش قابل ملاحظه ای داشته است. همانند ترکیبات فنولی کل، در مورد آنتوسیانین کل در آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی نسبت به سایر تیمارها، کاهش بسیار شدیدتر بوده است. به طوری که بیش از 48 درصد از آنتوسیانین در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. در این مورد نیز، در کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، کمتر از 10 درصد از آنتوسیانین از دست رفته است.

جدول 4-12 میزان درصد تغییرات آنتوسیانین سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب آلبالو تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 20/48 | 56/9 | 37/22 | 80/26 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، آنتوسیانین ها به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش ترکیبات فنولی نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-12 روند تغییرات آنتوسیانین کل در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-12 روند تغییرات آنتوسیانین کل در نمونه های آب آلبالو فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-7 نتایج اندازه گیری ترکیب آنتوسیانین غالب در نمونه های آب آلبالو**

همچنان که در فصول قبل بیان گردید، آنتوسیانین غالب در آلبالو ترکیبی موسوم به Cys-3 rut می باشد. اندازه گیری ترکیب مذکور در نمونه های مورد آزمایش نیز مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-13 مشاهده می شود:

جدول 4-13 نتایج اندازه گیری Cys-3 rut در نمونه های آب آلبالو بر حسب mg.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 33/393 ± 01/17 | 376 | 410 | 394 | **آب آلبالو تازه** |
| 67/182 ± 62/8 | 175 | 192 | 181 | **منجمد خانگی** |
| 33/349 ± 01/24 | 337 | 377 | 334 | **هفته اولIQF** |
| 33/296 ± 77/18 | 285 | 318 | 286 | **هفته دوم IQF** |
| 00/277 ± 62/15 | 291 | 265 | 263 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان Cys-3 rut در نمونه آب آلبالو تازه، mg.L-1 33/393اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی mg.L-1 67/182 سنجش گردید. در مورد نمونه آب آلبالوهای به دست آمده از آلبالوهای منجمد شده به روش IQF ، میزان ترکیبات فنولی کل در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل mg.L-1 33/349، mg.L-1 33/296 و mg.L-1 00/277 اندازه گیری شد. در شکل 4-13 میزان Cys-3 rut اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-13 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان Cys-3 rut در آب آلبالو

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان Cys-3 rut ، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که میزان ترکیب Cys-3 rut در نمونه آب آلبالو تازه به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارهای مورد آزمایش بوده است (05/0p<). در مورد نمونه های تهیه شده به روش IQF، کمیت مذکور در تیمار IQF W1 به طور معنی داری از سایر نمونه ها بیشتر بود. بنابراین تیمار IQF W1 به عنوان مطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<). تیمارهای IQF W2 و IQF W3 تفاوت معنی داری نشان ندادند و مشترکا حائز رتبه بعدی شدند (05/0p>). میانگین Cys-3 rut سنجش شده برای تیمار آب آلبالو منجمد شده به روش خانگی نیز به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها پائین تر بود و از این رو به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<).

هم چنان که در جدول 4-14 ملاحظه می شود میزان Cys-3 rut در اثر فرآیند انجماد، کاهش قابل ملاحظه ای داشته است. همانند دو آزمون قبلی نیز میزان کاهش Cys-3 rut در آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی نسبت به سایر تیمارها بسیار شدیدتر بوده است. به طوری که بیش از نیمی از Cys-3 rut در این روش تجزیه شده و از دست رفته است. در این مورد نیز، در کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان Cys-3 rut بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تیمار IQF W1، 19/11 درصد از Cys-3 rut از دست رفته است.

جدول 4-14 میزان درصد تغییرات Cys-3 rut سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب آلبالو تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 56/53 | 19/11 | 66/24 | 59/30 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، Cys-3 rut به طور موثرتری حفظ خواهد شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش Cys-3 rut نیز بیشتر خواهد بود. در شکل 4-14 روند تغییرات Cys-3 rut در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-14 روند تغییرات Cys-3 rut در نمونه های آب آلبالو فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

**4-8 نتایج اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب آلبالو**

اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های مورد آزمایش مطابق با بند ----- و در سه تکرار انجام شد. نتایج این سنجش در جدول 4-15 مشاهده می شود:

جدول 4-15 نتایج اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب آلبالو بر حسبµmol TE.L-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| میانگین | 3 | 2 | 1 | تیمار/ تکرار |
| 53/80 ± 44/3 | 4/79 | 8/77 | 4/84 | **آب آلبالو تازه** |
| 37/70 ± 59/3 | 3/71 | 4/73 | 4/66 | **منجمد خانگی** |
| 10/77 ± 69/2 | 9/74 | 3/76 | 1/80 | **هفته اولIQF** |
| 83/76 ± 04/3 | 1/74 | 3/76 | 1/80 | **هفته دوم IQF** |
| 57/76 ± 00/3 | 9/79 | 1/74 | 7/75 | **هفته سوم IQF** |

در این آزمون میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه آب آلبالو تازه، µmol TE.L-1 53/80 اندازه گیری شد. این کمیت در مورد آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی µmol TE.L-1 37/70 سنجش گردید. در مورد نمونه آب آلبالوهای به دست آمده از آلبالوهای منجمد شده به روش IQF ، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای IQF W1، IQF W2 و IQF W3 به ترتیب معادل µmol TE.L-1 10/77، µmol TE.L-1 83/76 و µmol TE.L-1 57/76 اندازه گیری شد. در شکل 4-15 میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شده برای تیمارهای مورد بررسی برای مقایسه بهتر مشاهده می شود:

شکل 4-15 مقایسه نتایج به دست آمده از سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در آب آلبالو

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

همچنین نتایج آزمون سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این آزمون ها نشان داد که در میان تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود دارد (05/0p<).

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده های اندازه گیری شده نشان داد که بین تیمارهای مورد آزمایش از نمونه های IQF شده با تیمار آب آلبالو تازه، تفاوت معنی داری از نظر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی وجود ندارد (05/0p>). با این حال میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه آب آلبالو تازه و نیز تیمارهای آب آلبالو تهیه شده با روش IQF، با نمونه منجمد شده خانگی دارای تفاوت معنی دار بود (05/0p<). به این ترتیب تیمار آب آلبالو تازه و سه تیمار فرآیند شده با روش IQF به طور مشترک به عنوان برترین تیمارها شناخته شدند. تیمار آب آلبالو منجمد شده به روش خانگی نیز نامطلوب ترین تیمار مورد آزمایش بود.

هم چنان که در جدول 4-16 ملاحظه می شود میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در اثر فرآیند انجماد، کاهش یافته است. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در آب آلبالو به دست آمده از نمونه منجمد خانگی، نسبت به سایر تیمارها کاهش بیشتری داشته است. به طوری که در حدود 62/12 درصد از فعالیت آنتی اکسیدانی در این روش از دست رفته است. این در حالی است که در مورد کلیه تیمارهای فرآوری شده به روش IQF، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به حالت منجمد خانگی حفظ شده است. به طوری که در تمامی این تیمارها، کمتر از 5 درصد از میزان فعالیت آنتی اکسیدانی از دست رفته است.

جدول 4-16 میزان درصد تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی سنجش شده در تیمارهای آزمایشی نسبت به آب آلبالو تازه

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| درصد کاهش | - | 62/12 | 26/4 | 59/4 | 93/4 |

به این ترتیب می توان چنین نتیجه گرفت که در روش IQF نسبت به روش خانگی، فعالیت آنتی اکسیدانی به طور موثرتری حفظ خواهند شد. همچنین هرچه طول مدت انجماد به روش IQF بیشتر شود، درصد کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی نیز بیشتر خواهد بود. با این حال کاهش مذکور در مورد آب آلبالو چندان محسوس نبود. در شکل 4-16 روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای فرآیند شده به روش IQF مشاهده می شود:

شکل 4-16 روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب آلبالو فرآیند شده به روش IQF

(error bar ها نشان دهنده انحراف معیار 3 تکرار می باشد)

فصل پنجم:

نتیجه گیری و پیشنهادات

**5-1 نتیجه گیری کلی**

در این پژوهش اثر فرآیند انجماد به روش IQF بر میزان ترکیبات فنولی کل، میزان آنتوسیانین کل، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و نیز میزان آنتوسیانین غالب در انار و آلبالو مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت. در ادامه به شرح خلاصه نتایج حاصل از این تحقیق پرداخته شده است:

**5-1-1 نتیجه گیری کلی از آزمون سنجش میزان ترکیبات فنولی کل در آب انار و آب آلبالو**

نتایج این آزمون نشان داد که فرآیند انجماد به روش IQF به طور موثری نسبت به روش انجماد خانگی به حفظ ترکیبات فنولی در آب میوه های انار و آلبالو کمک می کند. میزان کارآمدی فرآیند مذکور در آب آلبالو در مقایسه با آب انار بیشتر بود. به طوری که آب آلبالوهای منجمد شده به روش IQF در هفته های اول و دوم، تفاوت معنی داری با تیمار شاهد (آب آلبالو تازه) نداشتند (05/0p>). همچنین میزان تاثیر روش IQF با طولانی تر شدن فرآیند کاهش نشان داد. به این ترتیب فرضیه ---- پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت فرآیند IQF در حفظ ترکیبات فنولی در آب انار و آب آلبالو محقق گردید.

**5-1-2 نتیجه گیری کلی از آزمون سنجش میزان آنتوسیانین کل در آب انار و آب آلبالو**

نتایج این آزمون نیز نشان داد که فرآیند انجماد به روش IQF به طور موثری نسبت به روش انجماد خانگی به حفظ آنتوسیانین ها در آب میوه های انار و آلبالو کمک می کند. در همین رابطه کلیه تیمارهای آب انار و آب آلبالو که با روش IQF منجمد شده بودند، تفاوت معنی داری با تیمار شاهدشان نشان ندادند (05/0p>). در حالی که در هر مورد، تیمارهای منجمد شده به روش خانگی، به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<). به این ترتیب فرضیه ---- پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت فرآیند IQF در حفظ آنتوسیانین های آب انار و آب آلبالو محقق گردید.

هم چنان که در جدول 5-1 ملاحظه می شود، میزان نسبت کل آنتوسیانین ها به ترکیبات فنولی در تیمار شاهد (آب آلبالو تازه)، در حدود 59/10 درصد است. این نسبت با تفاوت اندکی در سایر تیمارها نیز مشاهده می شود و نشان می دهد که تاثیر فرآیند انجماد به صورت خانگی یا به روش IQF، بر روی نسبت مذکور کمابیش یکسان بوده است. به عبارت دیگر نسبت درصد آنتوسیانین ها به کل ترکیبات فنولی، در مقایسه با فنول های دیگر (نظیر فلاونوئیدها) هم چنان حفظ شده است.

جدول 5-1 نسبت درصد آنتوسیانین ها به کل ترکیبات فنولی در آب آلبالو

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| نسبت درصد آنتوسیانین به کل فنول | 59/10 | 44/10 | 03/12 | 48/10 | 28/11 |

همچنین این مساله در مورد آب انار نیز صادق است. به طوری که نسبت مذکور در تیمارهای منجمد شده آب انار به روش خانگی و یا IQF، تغییر محسوسی در مقایسه با تیمار شاهد نداشته است. نسبت درصد آنتوسیانین ها به ترکیبات فنولی کل در آب انار در جدول 5-2 ملاحظه می شود.

جدول 5-2 نسبت درصد آنتوسیانین ها به کل ترکیبات فنولی در آب انار

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| نسبت درصد آنتوسیانین به کل فنول | 38/9 | 48/9 | 46/10 | 14/11 | 34/10 |

**5-1-3 نتیجه گیری کلی از آزمون سنجش میزان آنتوسیانین غالب در آب انار و آب آلبالو**

نتایج آزمون سنجش میزان آنتوسیانین غالب در آب انار و آب آلبالو نشان داد که فرآیند انجماد به روش IQF به طور موثری نسبت به روش انجماد خانگی به حفظ این ترکیبات در آب میوه های انار و آلبالو کمک می کند. در هر مورد، تیمارهای منجمد شده به روش خانگی، به عنوان نامطلوب ترین تیمار شناخته شد (05/0p<). به این ترتیب فرضیه ---- پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت فرآیند IQF در حفظ آنتوسیانین های غالب آب انار (Dpd-3 glu) و آب آلبالو محقق گردید.

هم چنان که در جدول 5-3 ملاحظه می شود، میزان نسبت Cys-3 rut به کل آنتوسیانین ها در تیمار شاهد (آب آلبالو تازه)، در حدود 72/81 درصد است. این نسبت با تفاوت اندکی در سایر تیمارها نیز مشاهده می شود و نشان می دهد که تاثیر فرآیند انجماد به روش IQF، بر روی نسبت مذکور کمابیش یکسان بوده است. به عبارت دیگر نسبت درصد آنتوسیانین غالب در آب آلبالو هم چنان حفظ شده است. اما همین نسبت در مورد آب آلبالو منجمد شده به روش خانگی، بیش از 10 درصد کاهش نشان می دهد که بیانگر تغییر در ترکیبات آب آلبالو تازه و منجمد شده است.

جدول 5-3 نسبت درصد Cys-3 rut به کل آنتوسیانین ها در آب آلبالو

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب آلبالو تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| نسبت درصد Cys-3 rut به کل آنتوسیانین | 72/81 | 26/73 | 25/80 | 30/79 | 48/77 |

همچنین با توجه به موارد مندرج در جدول 5-4، میزان نسبت Dpd-3 glu به کل آنتوسیانین ها در تیمار شاهد (آب انار تازه)، در حدود 62/38 درصد است. در این جا نیز نسبت مذکور با تفاوت اندکی در سایر تیمارها مشاهده می شود و نشان می دهد که تاثیر فرآیند انجماد به روش IQF، بر روی نسبت مذکور تقریبا یکسان بوده است. به عبارت دیگر نسبت درصد آنتوسیانین غالب در آب انار هم چنان حفظ شده است. این نسبت در مورد آب انار منجمد شده به روش خانگی نسبت به آب آلبالو منجمد شده خانگی در مقایسه با سایر تیمارها مطلوب تر است.

جدول 5-4 نسبت درصد Dpd-3 glu به کل آنتوسیانین ها در آب انار

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| تیمارها | آب انار تازه | منجمد خانگی | IQF W1 | IQF W2 | IQF W3 |
| نسبت درصد Dpd-3 glu به کل آنتوسیانین | 62/38 | 75/39 | 76/38 | 12/40 | 38/42 |

**5-1-4 نتیجه گیری کلی از آزمون سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در آب انار و آب آلبالو**

نتایج این آزمون نشان داد که فرآیند انجماد به روش IQF به طور موثری نسبت به روش انجماد خانگی به حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی در آب میوه های انار و آلبالو کمک می کند. میزان کارآمدی فرآیند IQF در حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی تا حدی بود که هیچ یک از تیمارهای آب انار یا آب آلبالو فرآیند شده به روش مذکور، تفاوت معنی داری از این نظر با تیمار شاهد (آب انار یا آلبالوی تازه) نشان ندادند (05/0p>). به این ترتیب فرضیه ---- پژوهش مبنی بر تاثیر مثبت فرآیند IQF در حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی در آب انار و آب آلبالو محقق گردید.

**5-2 پیشنهادات**

1- پیشنهاد می شود که آزمایش های صورت گرفته در این طرح روی سایر میوه های حاوی آنتوسیانین نظیر گیلاس و توت فرنگی نیز انجام شود.

2- پیشنهاد می شود که تاثیر روش های دیگر انجماد نظیر انجماد صفحه ای و انجماد بستر شناور[[24]](#footnote-24) روی میزان کیفیت آنتی اکسیدانی انار، آلبالو و میوه های مشابه نیز مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن با نتایج به دست آمده در این طرح مورد مقایسه قرار گیرد.

3- پیشنهاد می شود که تاثیر فرآیند IQF را روی سایر خواص کیفی انار و آلبالو نظیر رنگ، درصد قند، اسیدیته، رطوبت و ... مرد بررسی قرار گیرد.

4- پیشنهاد می شود که برای بررسی و مطالعه دقیق تر از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[[25]](#footnote-25)، تاثیر فرآیند انجماد روی انواع آنتوسیانین های انار و آلبالو مورد تحقیق و تفحص بیشتری قرار گیرد.

5- پیشنهاد می شود کلیه ترکیبات پلی فنولی بر روی آب میوه ها به روش کروماتوگرافی گازی- جرمی[[26]](#footnote-26) صورت پذیرد.

فهرست منابع

**منابع:**

1. تجلي،ف. ع.همتي كاخکی،م. خاتمي راد،س.گازراني، (1387)، تعيين ميزان خواص آنتي اكسيداني گلبرگ زعفران به دو روش DPPH و سيستم مدل اسيد لينولئيك، هجدهمین کنگره علوم وصنایع غذایی، پژوهشکده علوم وصنایع غذایی خراسان رضوی: 5-1.
2. جهانبخشيان،ن. ن. همدمي، (1387)، اثر دما و زمان فرايند حرارتي بر خواص كيفي كنسرو زيتون سبز، هجدهمین کنگره علوم وصنایع غذایی،پژوهشکده علوم وصنایع غذایی خراسان رضوی: 6-1.
3. حیدری،  [ر. ه](http://fa.journals.sid.ir/SearchPaper.aspx?writer=36039)،[خلفي جبار](http://fa.journals.sid.ir/SearchPaper.aspx?writer=36841)،[ن. دولت آبادي،](http://fa.journals.sid.ir/SearchPaper.aspx?writer=32552) (1383)، رنگيزه‌هاي آنتوسيانيني انگور سياه سردشت، مجله علوم جمهوری اسلامی ایران، 2:15: 7-1.
4. خدابنده لو، فاطمه، (1390)، راهنمای جامع و مصور کشت و پرورش انار، تهران، آموزش و ترویج کشاورزی:30-1.
5. سمانه، م. ع. صادقي ماهونك ، م. قربانی، م، اعلمي، م.خميري، (1391)، بررسي فعاليت آنتي اكسيداني و ميزان پايداري تركيبات فنولي حاصل از ميوه ازگيل**،** نشريه پژوهش و نوآوري در علوم و صنايع غذايي، ج 1، 3: 228-219.
6. فاطمی، ح. (1392)، شیمی مواد غذایی، تهران، سهامی انتشار: 145-141.
7. قنبرزاده، ب، (1387)، شیمی مواد غذایی، تهران، آئیژ: 77-66.
8. لیوانی، ف. م. قربانلی، آ. ساطعی، (1391)، بررسی ترکیبات آنتی اکسیدانی در دو عصاره الکلی و آبمیوه تمشک برگ نارونی در طی رسیدن، مجله پژوهشی گیاه و زیست بوم، 1:31: 25-16.
9. مرتضوی،ع و همکاران, (1389), ” مقدمه ای بر اصول مهندسی صنایع غذایی“مشهد: فردوسی مشهد: 136-125
10. مقصودی، ش، (1386)، انار و فراورده های آن، تهران، علوم کشاورزی: 10-1.
11. ناصری، محسن، (1389)، حفظ سلامتی از دیدگاه طب سنتی ایران، تهران، طب سنتی ایران: 20-1.
12. نظريان،ا. ع. مرتضوي ، م. عامری، (1391)، بررسي فعاليت آنتي اكسيداني شير ميوه ي آلبالو زرشك بر مبناي شير سويا، مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، 1:8: 8-1.
13. Abd El-Baky,H. F.El Baz,G.S. El-Baroty,(2008), Characterization of nutraceutical compounds in blue green alga Spirulina maxima, J Medicinal Plants Research;2(10):292-300
14. Andersen, Ø.M, Markham, K.R. (2006). Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications. CRC Press.
15. AOAC (Association of Official Analytical Chemists)International. 2006. Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants,and Wines.AOAC Official Method 2005.2. In OfficialMethods of Analysis of AOAC International, Int; 88, (1269): 37.1.68.
16. Bisboaca,S.C.Purcarea,(2008), Determination of antioxidant activity of the phenolic compounds from grape pomace;7(7):623-628.
17. Bolland, J.L and P. tenHave, Discuss, (1947), Farad. Soc., 2, 252.
18. Chaovanalikit,A. R.E. Wrolstad,(2004), Anthocyanin and Polyphenolic Compositionof Fresh and Processed Cherries, J Food Chemistry and Toxicology;69(1):73-83.
19. Cooper-Driver, G. A. (2001), Contributions of Jeffry Harborne and co-workers to the study of anthocyanins. J Phytochemistry, 56, 229–236.
20. Derols.M,(2009), Anthocyanin biosynthesis in plant cell cultures:A potential source of matural colourants In: biosynthesis,functions, and applications springer, v:1:116-118.
21. Decker. E.A, (2001), in C. C. Akoh and D. B. Min, eds., Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology, 2nd ed., Marcel Dekker, Inc., New York, 2002, p. 517.
22. Giusti.M .R.E. Wrolstad, Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible Spectroscop, In: Current Protocols in food analytical chemistry, John Wiley & Sons, Inc, UNIT F1.2- F1.2.11.
23. Gould K.S. & Lister C, (2006), Flavonoid functions in plants. In Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications (eds Ø.M. Andersen & K.R. Markham), CRC Press, BocaRaton, FL, USA : 397–441.
24. Harborne, J. B.; Williams, C. A. (2000), Advances in flavonoid research since 1992. J Phytochemistry, 55: 481–504.
25. Imran,M.M.Mahroop raja, M.Abdul Basith,A. Asarudeen,(2011), Determination of total phenol, flavonoid and antioxidant activityof edible mushrooms Pleurotus floridanPleurotuseous,J International Food Research;18: 579-582.
26. Jakobek,L.M.Seruga,M.Medvidovik,(2007), Anthocyanin content & antioxidant activity of variouse red fruit juices, J DeutschLee bensmitlel-RundsI;103: 58-64.
27. Khalaf.N, A. Shakya, A. Othman, Z. Agbar, (2007), Antioxidant Activity of Some Common Plants, Turk J Biol, 32 : 51-55.

.

1. Jordheim,M. (2007), Isolation, identification & propertis of pyranoanthocyanins & anthocyanin forms, Burgen, 1-80.
2. Kalt, W, Ch. Forney, A. Martin, Antioxidant capacity, vitamin C, phenolic & anthocyanins after fresh storage of small fruits, (1999), J Agric. Food Chem, 47, 4638-4644.
3. Legua,P.P.Melgarejo,M.Martinea,F.Hernandez,(1993), Evolution of anthocyanin content of four pomegranate cultivars(Punica granatum L.) durying fruit development,J Ciheam-options mediterraneennes, 59: 265-274.
4. Martos, M.Y.Navajas, E.Sanchez Zapata,J.Fernandez-lopez and José.Alvarez,(2009), Antioxidant activity of essential oils of five spiceplants widely used in a Mediterranean diet, J Flavour & fragrance;25:13-19.
5. Miguel,G. C. Fontes, D.Antunes, A. Neves, D. Martins,(2004), Anthocyanin Concentration of “Assaria” Pomegranate Fruits During Different Cold Storage Conditions,J Biomedicine & Biotechnology, 1 (5): 338–342.
6. Mozeti,B.P. Treb.J.Hribar,(2002), Determination and Quantitation of Anthocyanins and Hydroxycinnamic Acids in Different Cultivars of SweetCherries (Prunus avium L.) from Nova Gorica Region(Slovenia); 40(3): 207–212.
7. Moureu, C and C. Dufraisse, Compt. rend., 174, 258 (1922).
8. Moyer, R. A. Hummer, K. E. Finn, C. E.; Frei, B.; Wrolstad, R. E, (2002), Anthocyanins, phenolics, andantioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. J. Agri Food Chem, 50: 519–525.
9. Nooman,A.K.Ashok,A.AL-othman, Z.EL-Agbar,H. Farah,(2007), Antioxidant Activity of Some Common Plants, J Turk Biol; 32:51-55.
10. Pokorny. J, (1987), in H.W.-S. Chan, ed., Autooxidation of Unsaturated Lipids, Academic Press, London,141.
11. Uri,N in H. M. Sinclair, (1958), ed., Proceedings of International Conference in Biochemistry: Problems of Lipids, Academic Press, New York, p. 30.
12. Ramamoorthy,P.A.bono,(2007), Antioxidant activity, total phenolic & flavonoid content of Morinda citrifolia fruit extracts from various extraction processes, J Engineering Science and Technology; 2(1): 70 – 80.
13. Rodriguez,L-Saona.R E. Wrolstad,(2001), Extraction, Isolation, and Purification of anthocyanins, In: Current Protocols in Food Analytical Chemistry, John Wiley & Sons, Inc;unit F1.1.1-F1.1.11.
14. Sandvik, L (2004), Anthocyanins useful for the treatment of diabetes, cardiovascular disorders and to lower the risk of adverse effects of hormone replacement therapy. PCT Int. Appl: 28.
15. Stanciua,G. S. Lupsora, C.Savab,S.Zaganc,(2010), Spectrophotometric study on stability of anthocyanins extracts from blackgrapes skins,J Ovidius University Annals of Chemistry ;21(1): 101-104.
16. Stafford, Helen A. (1994). ["Anthocyanins and betalains: evolution of the mutually exclusive pathways"](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0168945294902445).Plant Science 101 (2): 91–98.
17. Stintzing, F. C.; Stintzing, A. S.; Carle, R.; Frei, B.; Wrolstad, R. E.(2002), Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. J. Agric. Food Chem., 50: 6172-6181.
18. Strack, D. Wray, V, (1994), The Anthocyanins. In The Flavonoids: Advances in Research since 1986,Harborne, J. B., Ed., Chapman and Hall: London; chap.1
19. Sterling.A(2001), Anthocyanins,J international chiropracrice pediatric association; 5(6): 231-240.
20. Tirzitis,G.G.Bartosz,(2010), Determination of antiradical and antioxidant activity:basic principles and new insights,J Biochimica pho ;onica;57(1): 139-142.
21. Filmon.R.V, D. BecEeanu, M. Niculaua, C. Arion, (2011), Study on the anthocyanin content of some sour cherry varieties grown in iasi area, romania, (2011), J Cercetări Agronomice, 1 (145): 81-91.
22. Talavera, S. Felgines, C. Texier, O. Besson, C. Mazur, A. Lamaison, J. L. Remesy, C, (2006), Bioavailability of a bilberry anthocyanin extract and its impact on plasma antioxidant capacity in rats. J Sci Food Agic, 86, 90–97.
23. Veres, Zs. I. Holb, J .Nyéki, Z. Szab, J. Remenyik, (2006), High antioxidant – and anthocyanin contents of sour cherry cultivars may benefit the human health international and Hungarian achievements on phytochemicals, J Horticultural Science, 12 (3),pp: 45–47
24. Wanasundaral,P. F. Shahidi,2006, Antioxidants: Science, Technology and ApplicationsAntioxidants: Science, Technology, and Applications,In:Bailey’s Industrial Oil and Fat Products,A John Wiley & sons interscince,6th edn;vol 2:431-475.
25. Waterhouse.L,(2002) Determination of Total Phenolics, In: Current Protocols in Food Analytical Chemistry, John Wiley & Sons Inc;unit 11.1,11.6.
26. Wrolstad.R E,(1993), Color and Pigment Analysesin Fruit Product,published by Agricultural Communication Oregon StatUniversity: 1-15.
27. Wrolstad.R E,(2005), Determination of Total Monomeric Anthocyanin pigment content of fruit juices,beverages,natural colorant & wine by pH differential method,J AOAC;88(5): 1269-1275.
28. Zhang, Y. D. Krueger, R. Durst, R. Lee, D. Wang, N, Seeram, D. Herber, (2009), International Multidimensional Authenticity Specification(IMAS) Algorithm for Detection of Commercial Pomegranate JuiceAdulteration. J Agric Food Chem. 57 (6): 2550–2557.

**پیوست ها**

**پیوست 1 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش میزان کل ترکیبات فنولی در آب انار**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total Phenol (mg/L) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 977388.933 | 4 | 244347.233 | 114.652 | .000 |
| Within Groups | 21312.000 | 10 | 2131.200 |  |  |
| Total | 998700.933 | 14 |  |  |  |

| **Total Phenol (mg/L)** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Frozen | 3 | 703.00 |  |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 908.67 |  |  |
| IQF W2 | 3 |  | 978.33 |  |  |
| IQF W1 | 3 |  |  | 1128.00 |  |
| Fresh | 3 |  |  |  | 1468.33 |
| Sig. |  | 1.000 | .094 | 1.000 | 1.000 |

**پیوست 2 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش میزان آنتوسیانین کل در آب انار**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total Anthocyanin (mg/L) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 8527.600 | 4 | 2131.900 | 110.271 | .000 |
| Within Groups | 193.333 | 10 | 19.333 |  |  |
| Total | 8720.933 | 14 |  |  |  |

| **Total Anthocyanin (mg/L)** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Frozen | 3 | 66.67 |  |  |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 94.00 |  |  |  |
| IQF W2 | 3 |  |  | 109.00 |  |  |
| IQF W1 | 3 |  |  |  | 118.00 |  |
| Fresh | 3 |  |  |  |  | 137.67 |
| Sig. |  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

**پیوست 3 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش آنتوسیانین غالب در آب انار**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dpd-3 glu (mg/L) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 1159.103 | 4 | 289.776 | 142.840 | .000 |
| Within Groups | 20.287 | 10 | 2.029 |  |  |
| Total | 1179.389 | 14 |  |  |  |

| **Dpd-3 glu (mg/L)** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Frozen | 3 | 26.500 |  |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 39.833 |  |  |
| IQF W2 | 3 |  |  | 43.733 |  |
| IQF W1 | 3 |  |  | 45.733 |  |
| Fresh | 3 |  |  |  | 53.167 |
| Sig. |  | 1.000 | 1.000 | .116 | 1.000 |

**پیوست 4 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی در آب انار**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Antioxident Activity (umol TE/mL) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 70.900 | 4 | 17.725 | 2.761 | .088 |
| Within Groups | 64.193 | 10 | 6.419 |  |  |
| Total | 135.093 | 14 |  |  |  |

| **Antioxident Activity (umol TE/mL)** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | |
| 1 | 2 |
| Frozen | 3 | 86.333 |  |
| IQF W3 | 3 | 87.767 | 87.767 |
| IQF W2 | 3 | 88.733 | 88.733 |
| IQF W1 | 3 | 90.967 | 90.967 |
| Fresh | 3 |  | 92.367 |
| Sig. |  | .063 | .065 |

**پیوست 5 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش میزان کل ترکیبات فنولی در آب آلبالو**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total Phenol (mg/L) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 1.334E7 | 4 | 3336113.067 | 10.261 | .001 |
| Within Groups | 3251327.333 | 10 | 325132.733 |  |  |
| Total | 1.660E7 | 14 |  |  |  |

| **Total Phenol (mg/L)** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Frozen | 3 | 1659.00 |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 3124.00 |  |
| IQF W2 | 3 |  | 3566.67 | 3566.67 |
| IQF W1 | 3 |  | 3617.33 | 3617.33 |
| Fresh | 3 |  |  | 4546.00 |
| Sig. |  | 1.000 | .336 | .072 |

**پیوست 6 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش میزان آنتوسیانین کل در آب آلبالو**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total Anthocyanin (mg/L) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 93590.267 | 4 | 23397.567 | 91.923 | .000 |
| Within Groups | 2545.333 | 10 | 254.533 |  |  |
| Total | 96135.600 | 14 |  |  |  |

| **Total Anthocyanin (mg/L)** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Frozen | 3 | 249.33 |  |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 352.33 |  |  |
| IQF W2 | 3 |  | 373.67 |  |  |
| IQF W1 | 3 |  |  | 435.33 |  |
| Fresh | 3 |  |  |  | 481.33 |
| Sig. |  | 1.000 | .133 | 1.000 | 1.000 |

**پیوست 7 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش میزان آنتوسیانین غالب در آب آلبالو**

| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cys-3 rut (mg/L) |  |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 76946.267 | 4 | 19236.567 | 62.605 | .000 |
| Within Groups | 3072.667 | 10 | 307.267 |  |  |
| Total | 80018.933 | 14 |  |  |  |

| **Cys-3 rut (mg/L)** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Frozen | 3 | 182.67 |  |  |  |
| IQF W3 | 3 |  | 273.00 |  |  |
| IQF W2 | 3 |  | 296.33 |  |  |
| IQF W1 | 3 |  |  | 349.33 |  |
| Fresh | 3 |  |  |  | 393.33 |
| Sig. |  | 1.000 | .134 | 1.000 | 1.000 |

**پیوست 8 - نتایج آنالیز آماری داده های حاصل از سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی در آب آلبالو**

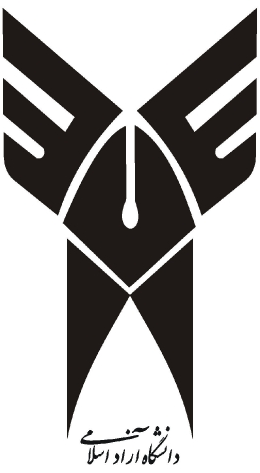
| **ANOVA** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Antioxident Activity (umol TE/mL) | |  |  |  |  |
|  | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 162.357 | 4 | 40.589 | 4.044 | .033 |
| Within Groups | 100.367 | 10 | 10.037 |  |  |
| Total | 262.724 | 14 |  |  |  |

| **Antioxident Activity (umol TE/mL)** | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Duncan | |  |  |
| Treatments | N | Subset for alpha = 0.05 | |
| 1 | 2 |
| Frozen | 3 | 70.367 |  |
| IQF W3 | 3 |  | 76.567 |
| IQF W2 | 3 |  | 76.833 |
| IQF W1 | 3 |  | 77.100 |
| Fresh | 3 |  | 80.533 |
| Sig. |  | 1.000 | .183 |

**Abstract**

IQF process (Individual Quick Freezing) is a new method of freezing that due to product quality, has found wide use in food products preservation. In this study, the effect of mentioned process on the amount of total phenolic compounds, total anthocyanin, anthocyanin composition dominant and antioxident activity in the pomegranate and cherry juice compared to typical freezing process were studied. Experimental results showed that the amount of total phenolic compounds, total anthocyanin, anthocyanin composition dominant in the juice that prepared by IQF method compared to typical freezing process better preserved, significantly (p<0.05). Also the antioxidant activity was measured in the juice that prepared by IQF method has no significant difference with fresh fruit juice (p>0.05). So IQF Process can be useful for pomegranate and cherry juice freezing.

**Key words:** anthocyanin, antioxident activity, cherry, IQF process, phenolic compounds, pomegranate



ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

**--------- Branch**

**A Thesis for the Degree of Master of Science**

**Engineering of Food Science and Technology**

**Subject**

------------------

**Supervisor**

**Dr. --------**

**Advisors**

Dr.

By

**------**

1. - Benzo-λ pyrone [↑](#footnote-ref-1)
2. -Anthos [↑](#footnote-ref-2)
3. -Kyanos [↑](#footnote-ref-3)
4. -Photo\_protecrtion [↑](#footnote-ref-4)
5. -Biological defence [↑](#footnote-ref-5)
6. - Berthollet [↑](#footnote-ref-6)
7. - Davy [↑](#footnote-ref-7)
8. -catalyst poisoning - [↑](#footnote-ref-8)
9. -Chain-breaking [↑](#footnote-ref-9)
10. -Free radical acceptors/scavengers [↑](#footnote-ref-10)
11. -Assay system [↑](#footnote-ref-11)
12. -Stoichiometry [↑](#footnote-ref-12)
13. - Oxygen radical absorbing capacity [↑](#footnote-ref-13)
14. -Fenton reaction [↑](#footnote-ref-14)
15. -2-Thiobarbituric acid-reactive substances [↑](#footnote-ref-15)
16. -In vitro [↑](#footnote-ref-16)
17. -Xanthine–xanthine oxidase [↑](#footnote-ref-17)
18. -Individual Quick freezing (IQF) [↑](#footnote-ref-18)
19. -Testa [↑](#footnote-ref-19)
20. - Aril [↑](#footnote-ref-20)
21. -Fast foods [↑](#footnote-ref-21)
22. - pH-differentia method [↑](#footnote-ref-22)
23. -Total phenols [↑](#footnote-ref-23)
24. Fluid bed freezing [↑](#footnote-ref-24)
25. High Performance Liquid Chromatography (HPLC) [↑](#footnote-ref-25)
26. Gas-Mass Chromatography [↑](#footnote-ref-26)