ارزیابی تاثیر روش آنزیم بری بر پایداری ترکیبات آنتی اکسیدانی آب هویج در حین نگهداری

امیر حسین الهامی راد[1*]، شادی جعفری سواره[1]، سید حسین استیری[1]، محمد آرمین[2]

1-گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران
2-گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت:1392/2/1 تاریخ پذیرش: 1392/8/13

چکیده

در این تحقیق یافتن شرایط بهینه فرآوری آب هویج با استفاده از شیوه های مختلف آنزیم بری و تاثیر آن بر میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت. آنزیم بری به 3 روش غوطه وری در آب،محلول اسید سیتریک 0/21 درصد وغوطه وری در آب و در ادامه حرارت دهی با مایکروویو انجام گرفت و با نمونه شاهد مقایسه شدند.راندمان استحصال آب هویج،اسید آسکوربیک، فعالیت آنتی رادیکالی(خصوصیات آنتی اکسیدانی)، میزان ترکیبات فنلی و کاروتنوئیدی اندازه گیری شدند. آزمون ها در 4 زمان مختلف قبل از پاستوریزاسیون،بعد از پاستوریزاسیون، 15 روز و 30 روز بعد از نگهداری در دمای یخچال انجام شدند.طرح آماری مورد استفاده به صورت آزمون فاکتوریل در قالب کاملا تصادفی در 3 تکرار انجام شد. میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح 0/05 مقایسه شدند. نتایجنشان داد که فرآیند آنزیم بری و زمان نگهداری اثر معناداری بر خصوصیات آنتی اکسیدانی آب هویج داشت. بیشترین خصوصیات آنتی اکسیدانی در نمونه شاهد تعیین شد.در بین سه روش آنزیم بری بالاترین میزان ترکیبات فنلی و اسید آسکوربیک و بیشترین فعالیت آنتی رادیکالی مربوط به نمونه آنزیم بری شده به شیوه اسید سیتریک بود.همبستگی قوی میان فعالیت آنتی رادیکالی با محتوای کاروتنوئیدی، اسید آسکوربیک وترکیبات فنلی (R^2=0/9343) تعیین شد.

واژه های کلیدی : آب هویج، آنزیم بری، خصوصیات آنتی اکسیدانی، زمان نگهداری

* مسوول مکاتبات: ah_elhami@iaus.ac.ir

1- مقدمه

اخیرا دررژیم های غذایی به افزایش مصرف میوه وسبزی ها توصیه می شود زیرا این منابع غنی از آنتی اکسیدان ها هستند مطالعات نشان دادند که ارتباط نزدیک بین مصرف سبزی ها وپیشگیری ازسرطان وجود دارد(9و18).

هویج در بین 22 سبزی پرمصرف در رده ششم قرار می گیرد(34). هویج اثرات سودمندی برسلامتی انسان از جمله اثرات ضد سرطانی وضد پیری، تقویت سیستم ایمنی و... دارد(26). هویج حاوی آنتی اکسیدان هایی مانند ویتامین هایA,E,Cکاروتنوئیدها، فلاونوئیدها ، فلاوون وترکیبات فنلی و.. می باشد(7).

مهمترین آنزیم های موجود درهویج پراکسیداز وکاتالاز هستند. به منظور به حداقل رساندن اثرات این آنزیم ها درمیوه ها و سبزی ها از فرآیند حرارتی یا بلانچنگ (آنزیم بری) استفاده می شود(27و29). آنزیم بری علاوه بر داشتن اثرات مثبت نظیرغیر فعال کردن آنزیم ها، خروج هوا از بافت ها وکاهش بار میکروبی باعث کاهش کیفیت تغذیه ای می شود(8). آنزیم زدایی یک فرآیند حرارتی است که به منظور نابود کردن آنزیم های میوه ها وسبزی ها مورد استفاده قرار می گیرد. فعالیت آنزیم ها،باعث ایجاد تغییرات نامطلوبی در رنگ،طعم، بافت و یا کاهش ارزش تغذیه ای مواد می شوند. انجام عمل آنزیم زدایی به صورت کامل و مناسب بسیار حائز اهمیت است. آنزیم زدایی ناقص و ناکافی دارای اثرات زیان بارتری است نسبت به زمانی است که آنزیم زدایی صورت نگرفته است. اعمال حرارت در فرآیند آنزیم زدایی باعث ایجاد تغییرات ساختمانی در ماده ی غذایی می شود که می تواند تماس بیشتر و آسان تر آنزیم و سوبسترا را به همراه داشته باشد. حال چنانچه آنزیم در چنین حالتی غیر فعال نشود طبیعتا باید ایجاد تغییرات نامطلوبی را در ماده مزبور انتظار داشت(5).

2- مواد و روش ها

2-1- مواد مصرفی

اسید سیتریک، 2 و6 دی کلرو فنل ایندوفنل(DIP)، اسید آسکوربیک، اسید اگزالیک، اسیدکلریدریک، 2 و2-دی فنیل-1- پیکریل هیدرازیل (DPPH)، متانول، هگزان، استون، کربنات سدیم، انهیدروسدیم سولفات، فولین سیوکالتو از شرکت مرک و اسید گالیک از شرکت سیگما خریداری شدند.

2-2- آماده سازی نمونه

هویج از یک میوه فروشی محلی، واقع درسبزوار خریداری شد. هویج ها پس از شست وشو، ابتدا به صورت دستی پوست گیری و توسط چاقو خرد شدند (متوسط ضخامت قطعات 5 میلی متر). آنزیم بری به 3 روش آب داغ ^{oC} 80 به مدت 10 دقیقه، محلول اسیدسیتریک 0/21% در دمای ^{oC} 88 به مدت 4 دقیقه، غوطه وری در آب تحت تاثیر تابش امواج مایکروویو خانگی مدل پاناسونیک با بسامد 2450 مگاهرتز وتوان 850 وات به مدت 5 دقیقه انجام شد(11، 25 و28). هویج های آنزیم بری شده پس ازسرد شدن وحذف آب اضافه سطحی توسط آب میوه گیری پارس خزر آبگیری شدند. به دلیل حساسیت بتاکاروتن به نور نمونه های آب هویج درظروف شیشه ای تیره 200 میلی لیتری بسته بندی گردید(36). پاستوریزاسیون دردمای ^{oC} 88 به مدت 10 دقیقه انجام شد(19). نمونه ها برای انجام آزمایشات بعدی در 4 زمان مختلف، در یخچال نگهداری شدند.

2-3- آزمایشات شیمیایی

2-3-1- اندازه گیری میزان استحصال

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 2685 انجام شد(1).

2-3-2- اندازه گیری اسید آسکوربیک

مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 5609 انجام شد(2).

2-3-3- اندازه گیری بتا کاروتن

اندازه گیری بتاکاروتن به وسیله ی اسپکترو فتومتر MILTON ROY 20UD-VIS در طول موج 450 نانومتر در دمای محیط انجام شد. 25 میلی لیتر از آب هویج در قیف جدا کننده ریخته شد و به آن 80 میلی لیتر مخلوط هگزان نرمال و استون به نسبت 1:1اضافه گردید. بعد از دو فاز شدن، استن با آب مقطر شسته شد. سپس فاز بالایی را جدا وتوسط انهیدرو سدیم سولفات آبگیری شد و در نهایت با 15 میلی لیتر n-هگزان/استون (1:1,v/v) تا بی رنگ شدن مخلوط گردید(14).

2-3-4- اندازه گیری ترکیبات فنلی

0/125 میلی لیتر نمونه با 2/5 میلی لیتر محلول 2/5 درصد فولین سیوکالتو مخلوط و 2 میلی لیتر محلول 1/875 درصد کربنات سدیم اضافه شد و به مدت 30 دقیقه دردمای اتاق و درتاریکی مطلق نگهداری گردید. سپس جذب آن در طول موج 765 نانومترتوسط دستگاه اسپکتروفتومتر MILTON ROY 20UD-VIS خوانده شد(30).

2-3-5- تعیین فعالیت رادیکال گیرندگی[1] به روش DPPH

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های آب میوه از روش DPPH استفاده شد(20). نمونه های آب هویج در 6000 دور در دقیقه طی زمان 15 دقیقه در ^{oC} 4 سانتریفوژ (Sigma 2-16 Kc) شدند.0/01 میلی لیتر ازمایع بالایی برداشته و به آن 3/9 میلی لیتر محلول متانولی 0/025 DPPHg/Lاضافه گردید. سپس 0/090 میلی لیتر آب مقطر به آن افزوده شد و توسط شیکر مخلوط گردید. مدت 60 دقیقه درتاریکی نگهداری شد. در نهایت به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (MILTON ROY 20UD-VIS) جذب آن درطول موج 515 نانومتر ودربرابرسل حاوی متانول خوانده شد(20).

$RSA^2\% = ((A_0-A_s)/A_0)\times 100$

A_0= جذب نمونه شاهد (حاوی تمام واکنش گر ها به غیر از نمونه آزمایش).

A_S= جذب نمونه آزمایش.

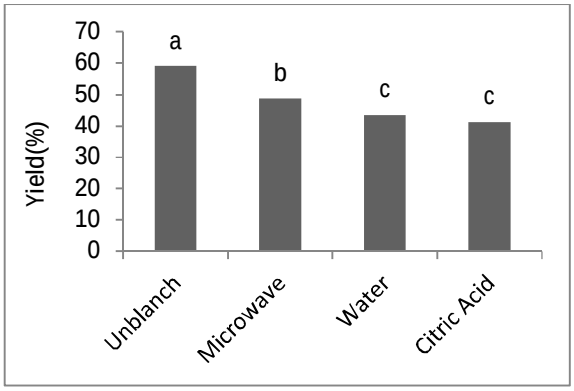
2-4- آنالیز آماری

آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با 3 تکرار انجام شد. جهت مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح 0/05 استفاده شد.آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9/1 و رسم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- راندمان استحصال عصاره

بازده آب هویج یک پارامتر مهم است که از نظر اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد. شکل 1 میزان راندمان استحصال عصاره را نشان می‌دهد.بر اساس نتایج بدست آمده، راندمان استحصال آب هویج برای نمونه آنزیم بری نشده 59 درصد در حالی که برای نمونه‌های آنزیم بری شده با روش مایکروویو، آب و محلول اسید سیتریک 0/21% به ترتیب 43،49و41 درصد تعیین گردید. کاهش استحصال بین نمونه آنزیم بری نشده و نمونه‌های آنزیم بری شده در سطح احتمال 5% معنی‌دار بود. هرچه بافت هویج نرمتر باشد میزان استحصال آن پایین تر خواهد بود، به دنبال اعمال فرآیند آنزیم بری که توام با حرارت دهی در محلول اسیدی می باشد، بافت هویج به مقدار قابل توجهی نرمتر شده واین امر موجب افت راندمان استحصال شد(4).



شکل 1- میزان راندمان استحصال عصاره

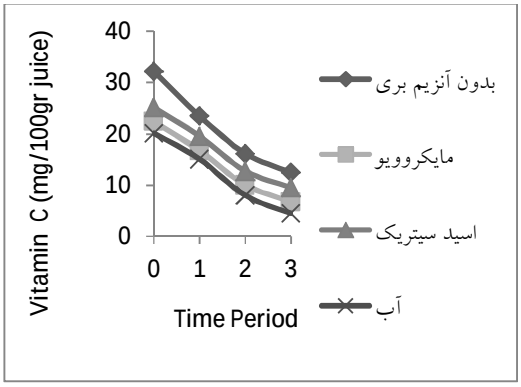
سیمس و همکاران (1993) کاهش استحصال از هویج آنزیم بری شده را گزارش نمودند. بائو و چانگ (1994) علت کاهش راندمان را نرم شدن بافت هویج اعلام کردند. شیوار و همکاران (2007) میزان آبدهی نمونه آنزیم بری نشده را بیشتر از میزان آبدهی نمونه آنزیم بری شده گزارش کردند آنها دلیل این کاهش را نرم شدن بافت و خروج سخت‌تر آب از بافت بیان کردند. نتایج تحقیقات زادرنوسکی(2003) حاکی از آن است که دماهای بالاتر از ^{oC} 80 منجر به تغییرات ساختاری در مولکول پکتین می شود. نتایج چنین تغییراتی نرم شدن بافت هویج و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه میزان آبدهی می باشد.

3-2- بررسی روند تغییرات اسید آسکوربیک

بررسی روند تغییرات اسیدآسکوربیک تحت تأثیر آنزیم بری و زمان نگهداری30 روزه (زمان های نمونه برداری قبل از پاستوریزاسیون، بعد از پاستوریزاسیون، 15 روز و 30 روز نگهداری)، نشان دهنده یک سیر نزولی در تیمارهای مورد

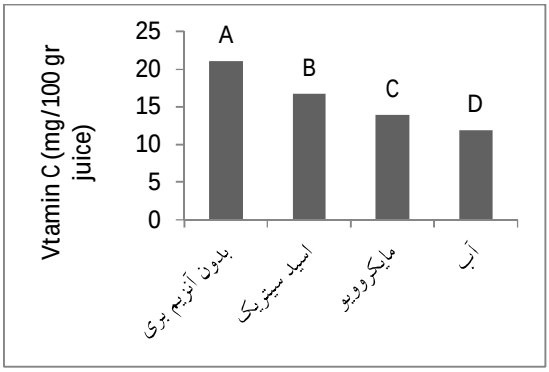
1- Radical Scavenging Activity

آزمون است. شکل2، نشان دهنده شیب نزولی اسیدآسکوربیک طی زمان نگهداری است که بیانگر کاهش میزان اسیدآسکوربیک در آب هویج در حین نگهداری می‌باشد. این تغییرات در سطح احتمال 5% کاملا معنی دار است. مقایسه شیب معادله خطی تغییرات غلظت اسید آسکوربیک نشان می دهد که شدت تغییرات در نمونه های آنزیم بری شده نسبتا مشابه بوده و کمتر از نمونه بدون آنزیم بری است .



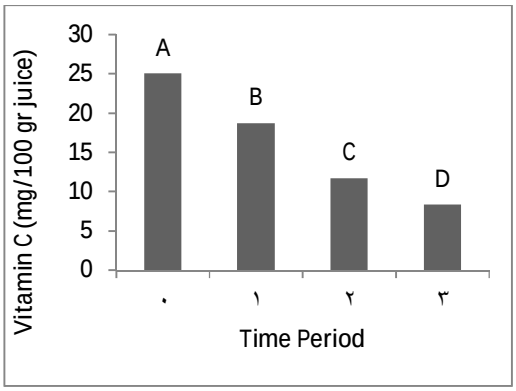
شکل 2- روند تغییرات اسید آسکوربیک در حین نگهداری

مقایسه میانگین تغییرات میزان اسید آسکوربیک در شکل‌های 3و 4، نشان می‌دهد که نمونه بدون آنزیم بری در زمان صفر دارای حداکثر میزان اسیدآسکوربیک می‌باشد. همچنین بین روش‌های آنزیم بری و تناوب زمانی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% وجود داشت.



شکل 3- مقایسه میانگین اسید آسکوربیک در تیمارهای مختلف

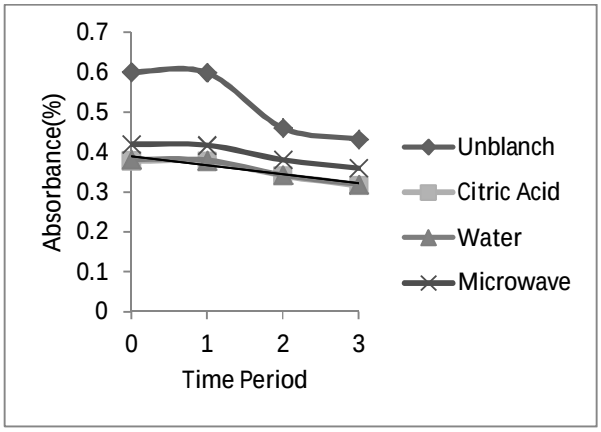
فرجی(1371) میزان آسیدآسکوریک موجود در هویج را 58-4 میلی گرم در 100 گرم ماده خوراکی بیان کرد. نتایج حاصل مشابه نتیجه بدست آمده توسط شیوار و همکاران(2009) بود که اثر سه روش آنزیم بری با آب، اسیداستیک 0/05N و کلرید کلسیم 0/2% را بر محتوای ویتامین ث آب هویج بررسی کردند. کویتائو – تکسیرا و همکاران (2009) اعلام کردند که میزان اسیدآسکوربیک در طی دوره نگهداری 56 روزه در آب هویج فرآیند شده با سه روش (پالس الکتریکی با شدت بالا، پاستوریزاسیون ^{oC} 90برای مدت 30 ثانیه و پاستوریزاسیون ^{oC} 90 برای مدت60 ثانیه) به علت فعالیت آنزیم آسکوربات اکسیداز کاهش یافت.



شکل 4- مقایسه میانگین اسید آسکوربیک در تناوب های زمانی مورد بررسی

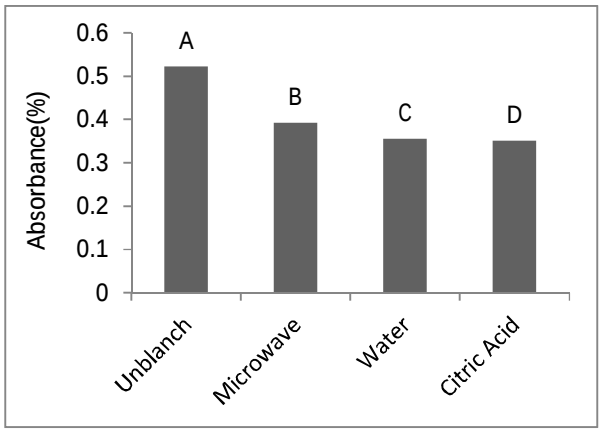
3-3- بررسی روند تغییرات کاروتنوئیدها

بررسی روند تغییرات کاروتنوئیدها تحت تأثیر آنزیم و زمان نگهداری، نشان دهنده سیر نزولی در میزان جذب تیمارهای مورد آزمون است. شکل 5 نشان دهنده شیب نزولی میزان جذب طی زمان نگهداری است که بیانگر کاهش میزان کاروتنوئیدآب هویج می‌باشد.



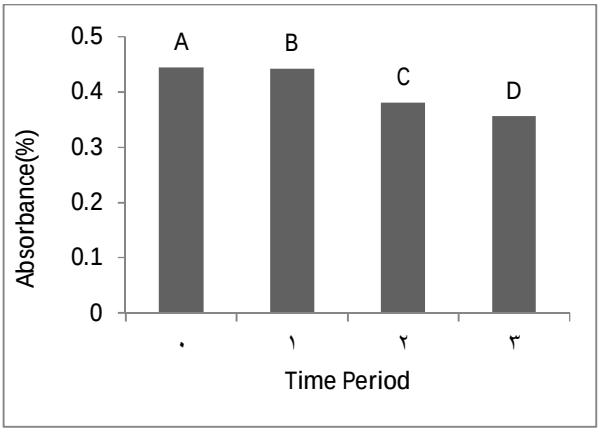
شکل 5- روند تغییرات میزان جذب نمونه ها در حین نگهداری

مطابق شکل بالا، در همه نمونه هایک روند کاهش در میزان جذب مشاهده می‌شود. به طوری که تغییرات در طی زمان نگهداری در سطح احتمال 5% معنی‌داراست. مقایسه شیب تغییرات شاخص غلظت کاروتنوئید (درصد جذب)در تیمارهای مختلف نشان می دهد که سیر نزولی کاروتنوئیدها در کلیه نمونه های آنزیم بری شده یکسان بوده است به طوری که شیب معادله خطی حاصل در هر سه تیمار حدودا 0/022 تعیین گردید. شدت کاهش در میزان کاروتنوئیدها در نمونه های بدون آنزیم بری بطور قابل توجهی بیش از نمونه های آنزیم بری شده بود بطوری که شیب معادله خطی حاصل0/064 تعیین گردید.مقایسه میانگین تغییرات جذب در شکل‌های6و7 ، نشان می‌دهد که از بین روش‌های آنزیم بری،نمونه های آنزیم بری شده با مایکروویو در زمان صفر دارای بیشترین میزان جذب بودند.به طور کلی نمونه های آنزیم بری نشده بیشترین میزان کاروتنوئید را نشان دادند.



شکل6- مقایسه میانگین میزان جذب بتاکاروتن در چهار نوع نمونه

عصاره حاصل از هویج آنزیم بری نشده نسبت به هویج آنزیم بری شده حاوی مقادیربالاتری از کاروتنوئید است.این یافته مطابق با یافته های بائو و همکارانش (1994)، سیمس و همکارانش(1993) می باشد و دلیل آن می تواند تاثیر فرآیند حرارتی آنزیم بری بر کاروتنوئیدها بوده ضمن آنکه طی آنزیم بری شدت رنگ هویج کاهش قابل ملاحظه ای می یابد.همچنین تفاله مربوط به هویج آنزیم بری شده پس از استخراج عصاره علاوه بر اینکه دارای مقدار رطوبت بالاتری است از رنگ نارنجی بیشتری نیز برخوردار است که شدید بودن رنگ نارنجی مؤید وجود مقدار کاروتنوئید بیشتر در تفاله است. بائووچانگ (1994) علت کاهش محتوای کاروتنوئیدی را کاهش در میزان استحصال عصاره از هویج آنزیم بری شده نسبت به نمونه بدون آنزیم بری اعلام کردند. کویتائو – تکسیرا و همکاران بیان کردند به علت اکسیداسیون ساختمان چند غیر اشباعی کارتنوئیدها، میزان آنها در طی دوره نگهداری 56 روزه کاهش می یابد.کیم و دیم (1983) در یک بررسی نتیجه گرفتند که اثر آنزیم بری بر کاهش رنگ آب هویج بیشتر از اثر تیمار حرارتی استریلیزاسیون است.بخشی از تغییر رنگ طی آنزیم بری به علت ایزومریزاسیون کاروتنوئیدها از فرم ترانس به فرم سیس است. چن و همکاران (1995) اثر فرآیندهای گوناگون را در تخریب و ایزومریزاسیون کاروتنوئیدها مورد مطالعه قرار دادند.آنها گزارش کردند که فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون تاثیر معنا داری بر ایزومریزاسیون کاروتنوئیدها ندارد.

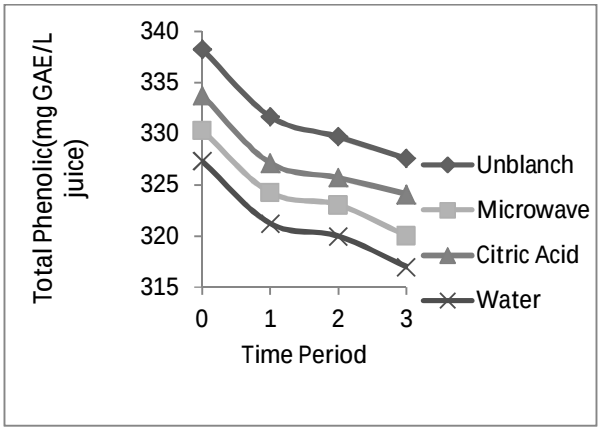


شکل7- مقایسه میانگین میزان جذب کاروتنوئیدها در چهار زمان

3-4- بررسی روند تغییرات ترکیبات فنلی

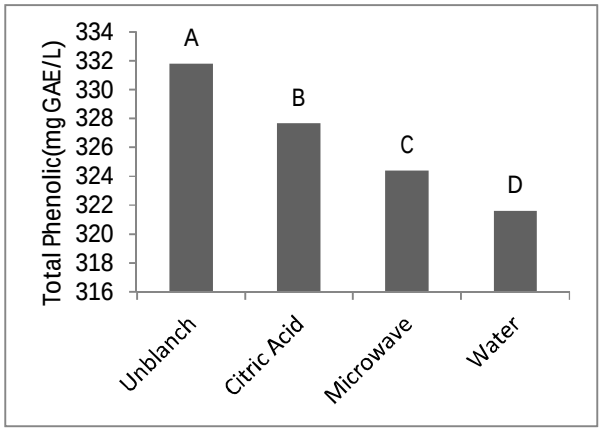
شکل8، نشان دهنده شیب نزولی ترکیبات فنلی طی زمان نگهداری در دمای یخچال است که بیانگر کاهش میزان ترکیبات فنلی آب هویج در حین نگهداری می‌باشد.مقایسه شیب تغییرات غلظت ترکیبات فنلی نشان می دهد که شدت کاهش در نمونه بدون آنزیم بری بیش از سایر نمونه ها است.

مطابق شکل 8، یک روند کاهشی در میزان ترکیبات فنلی مشاهده می‌شود، به طوری که تغییرات در طی زمان نگهداری در سطح احتمال 5% معنی‌دار است.



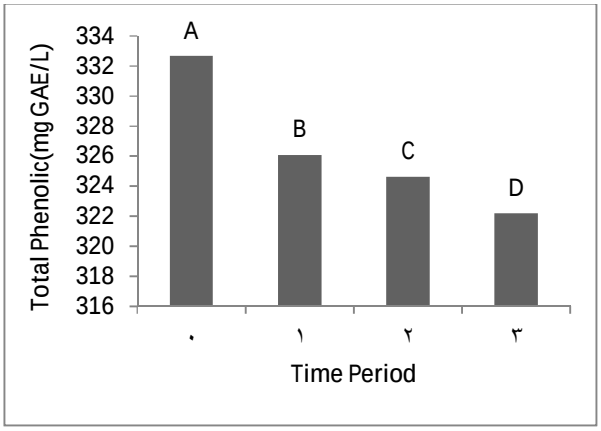
شکل 8- روند تغییرات ترکیبات فنلی نمونه ها در حین نگهداری

مقایسه میانگین تغییرات ترکیبات فنلی در شکل‌های 9 و 10 نشان می‌دهد که از بین 3 نوع روش آنزیم بری (محلول اسید سیتریک، مایکروویو و آب) در مقایسه با شاهد طی چهار تناوب زمانی مورد بررسی (0 ،1 ،2 و 3)، نمونه بدون آنزیم بری در زمان صفر دارای بیشترین میزان ترکیبات فنلی بود. همچنین بین تیمارها وزمان نگهداری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% وجود داشت ($P<0/05$).



شکل 9- مقایسه میانگین ترکیبات فنلی در چهار نوع نمونه

پروکاسکا و همکاران(2000) اعلام کردند آنزیم بری دارای اثرات منفی بر ترکیبات مغذی مثل ویتامین‌ها و ترکیبات فنلی می‌باشد. پاتراس و همکاران (2011) مطالعه‌ای را در زمینه اثر انجماد و آنزیم بری بر خواص آنتی اکسیدانی 3 نوع سبزی (هویج، لوبیای سبز و کلم بروکلی) انجام دادند.آنها گزارش کردند که تغییر قابل توجهی در محتوای ترکیبات فنلی نمونه‌ها مشاهده نشد. لیندی(1998) بیان کرد آنزیم بری اثرات محسوسی بر میزان ترکیبات فنلی دارد که به دلیل تخریب حرارتی (اتواکسیداسیون یا تجزیه) اتفاق می‌افتد(17). اسماعیل و لی(2004) بیان کردند دماهای بالا باعث افزایش شدت تخریب و از بین رفتن ترکیبات فنلی می‌شود. پاپونن و همکاران(2003) اعلام کردند ترکیبات فنلی گل کلم طی آنزیم بری کاهش یافت.

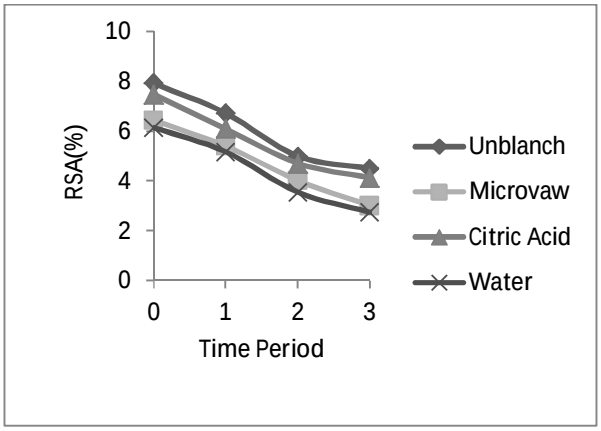


شکل 10- مقایسه میانگین ترکیبات فنلی در چهار زمان

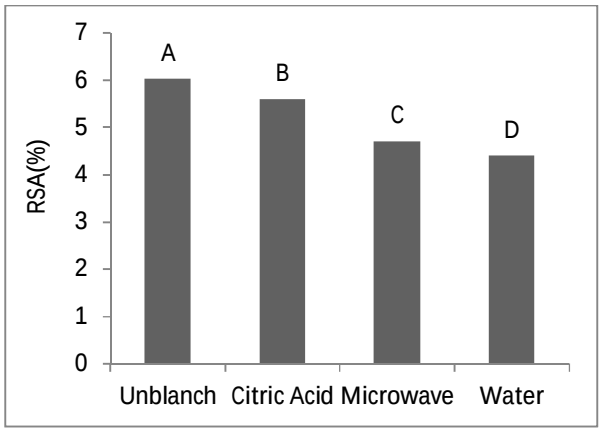
3-5- بررسی روند تغییرات خاصیت آنتی اکسیدانی(آنتی رادیکالی)

در آزمون DPPH رادیکال‌های DPPH با آنتی اکسیدان ها یا دیگر گونه‌های رادیکالی واکنش می‌دهند و مقدار آنها کاهش می‌یابد در نتیجه جذب در طول موج 517-515 نانومترکاهش می‌یابد. در این تحقیق میزان جذب رادیکال‌های آزاد به صورت (RSA%) نمایش داده شده است. شکل 11نشان دهنده شیب نزولی فعالیت آنتی رادیکالی طی زمان نگهداری است. بطوریکه تغییرات در سطح 5% کاملا معنی دار است. مقایسه شیب تغییرات خاصیت آنتی اکسیدانی در تیمارهای مورد آزمون نشان دهنده این است که شدت تغییرات در نمونه های بدون آنزیم بری بیش از سایر نمونه ها بوده است.

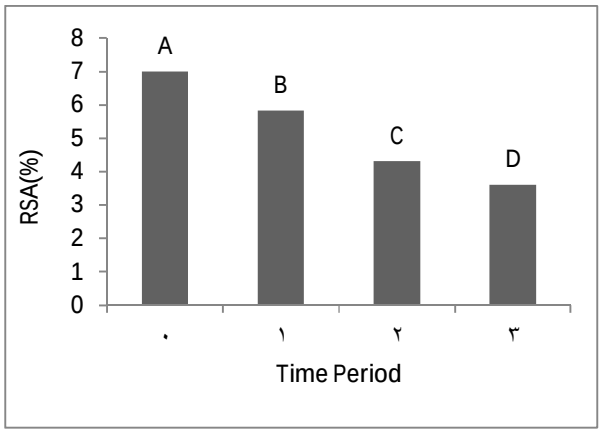
مقایسه میانگین تغییرات فعالیت آنتی رادیکالی در شکل‌های 12و13، نشان می‌دهد که از بین روش‌های آنزیم بری انتخاب شده روش استفاده از محلول اسید سیتریک 0/21% در زمان صفر پس از نمونه بدون آنزیم بری بیشترین فعالیت آنتی رادیکالی را داشته است. همچنین بین روش‌های آنزیم بری و زمان‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% وجود داشت.



شکل 11- روند تغییرات درصد فعالیت آنتی رادیکالی نمونه ها در حین نگهداری



شکل 12-مقایسه میانگین درصد فعالیت آنتی رادیکالی در تیمارهای مورد آزمون

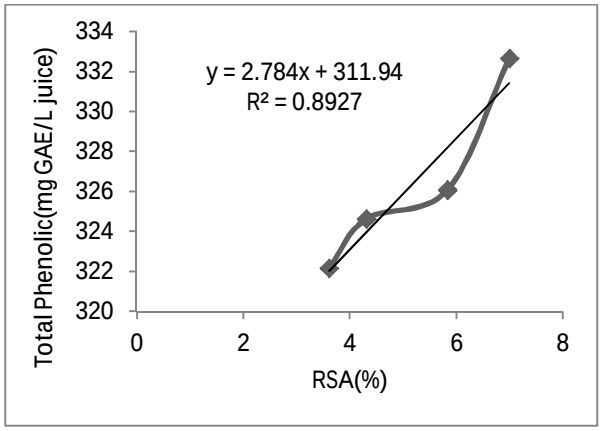


شکل 13- مقایسه میانگین درصد فعالیت آنتی رادیکالی در تناوب های زمانی مختلف

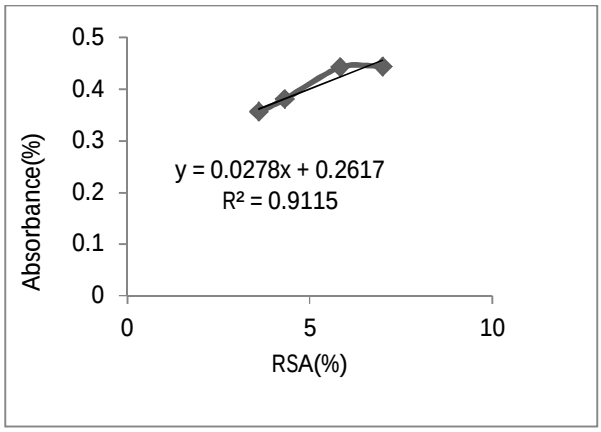
اسماعیل و لی(2004)اثر آنزیم بری را بر 5 گونه سبزی بررسی کردند و گزارش کردند که% 40 – 9 کاهش در فعالیت آنتی رادیکالی دیده شد. پاپونن و همکاران (2003) اعلام کردند که در طی دوره نگهداری کلم بروکلی در یخچال در شاخص DPPH (فعالیت رادیکال‌گیری RSA) کاهش مشاهده شد. ترکمن و همکاران (2005) مطالعه‌ای را در زمینه اثر روش‌های پخت بر فعالیت آنتی اکسیدانی تعدادی از سبزی ها (اسفناج، لوبیا سبز، کلم بروکلی و فلفل) انجام دادند و گزارش کردند که جوشاندن(5 دقیقه)، پخت با مایکروویو (5- 1 دقیقه) و بخارپز کردن(7/5دقیقه) باعث افزایش محسوسی در فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه‌گیری شده به روش DPPH شده است. وینا و همکاران(2007) تحقیقی را در مورد اثر روش آنزیم بری بر کیفیت کلم بروکلی انجام دادند. این محققین از دو روش آنزیم بری ترکیبی(پیش فرآیند مایکرویو 5 دقیقه و غوطه وری در آب جوش 2 دقیقه، غوطه وری در آب 50^{oC}، 5 دقیقه و آب جوش 3 دقیقه) و سه روش آنزیم بری با آب داغ استفاده کردند و اعلام کردند که در اثر آنزیم بری ترکیبی مقدار فعالیت آنتی رادیکالی نسبت به نمونه شاهد بدون آنزیم بری افزایش نشان داد.

3-6- ارزیابی همبستگی میان فعالیت آنتی رادیکالی با ترکیبات فنلی،اسید آسکوربیک و کاروتنوئیدها

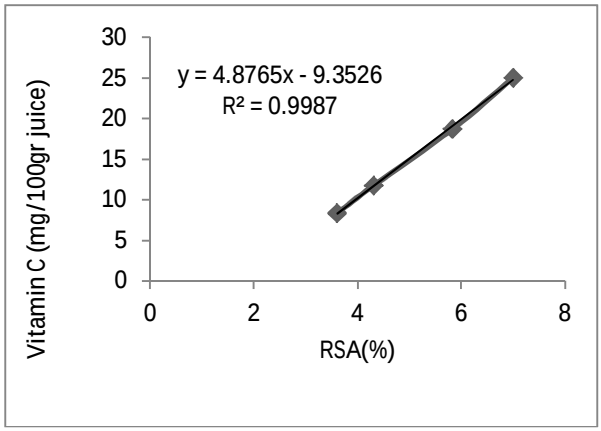
همان طور که در شکل های 14، 15و 16 مشاهده می شود، یک همبستگی مثبت بین فعالیت آنتی رادیکالی با ترکیبات فنلی، اسید آسکوربیک و بتا کاروتن وجود دارد به طوری که با کاهش این ترکیبات از فعالیت آنتی اکسیدانی کاسته می شود. در مقایسه ارتباط بین اجزا مختلف با فعالیت آنتی رادیکالی بر اساس رگرسیون خطی مشخص گردید که بیشترین همبستگی میان اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی رادیکالی عصاره هویج است. ضریب تبیین(R^2) رگرسیون خطی میان اسید آسکوربیک و RSA% بسیار بالا بود(R^2=0/998)در حالیکه این مقدار جهت ترکیبات فنلی و شاخص غلظت کاروتنوئیدها به ترتیب R^2=0/892 وR^2=0/911 تعیین گردید.



شکل14- همبستگی بین درصد فعالیت آنتی رادیکالی و ترکیبات فنلی



شکل 15- همبستگی بین درصد فعالیت آنتی رادیکالی و شاخص غلظت کاروتنوئید



شکل 16- همبستگی بین درصد فعالیت آنتی رادیکالی و اسید آسکوربیک

کویتائو- تکسیرا و همکاران (2009) بیان کردند که تغییرات در فعالیت آنتی رادیکالی حساسیت بیشتری به تغییرات در محتوای اسید آسکوربیک و بتاکاروتن نسبت به ترکیبات فنلی دارد. گاجووسکی و همکارانش(2007) بیان کردند که فعالیت آنتی رادیکالی هویج به شدت به محتوای کاروتنوئیدی (R^2=0/92) و محتوای فنلی (R^2=0/87) مرتبط است.کوکا و همکاران(2009) رابطه مستقیم بین فعالیت آنتی رادیکالی و میزان ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی را در زغال اخته گزارش نمودند.

4- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد، در بین تیمارهای مورد بررسی تیمار آنزیم بری نشده دارای بالاترین میزان راندمان استحصال، ترکیبات فنلی،اسید آسکوربیک،کاروتنوئیدها و فعالیت آنتی رادیکالی در تناوب های زمانی مختلف بود. در بین روش های آنزیم بری انتخاب شده، آنزیم بری با محلول اسید سیتریک 0/21% بالاترین میزان اسید آسکوربیک، ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی رادیکالی را داشت. بیشترین میزان راندمان استحصال و کاروتنوئیدها به آنزیم بری با مایکروویو تعلق داشت. همبستگی مثبت بین فعالیت آنتی رادیکالی با ترکیبات فنلی(R^2=0/892)، اسید آسکوربیک (R^2=0/998) و کاروتنوئیدها (R^2=0/911) وجود داشت. از بین روش های آنزیم بری انتخاب شده، آنزیم بری با محلول اسید سیتریک0/21% باعث حفظ بیشتر خصوصیات آنتی اکسیدانی آب هویج گردید.

5- منابع

1. موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران، 1373. اندازه گیری میزان استحصال. استاندارد ملی ایران، شماره 2685، چاپ اول.
2. موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران،1373. اندازه گیری میزان اسید آسکوربیک. استاندارد ملی ایران، شماره 5609، چاپ اول.
3. رضوی، ه. 1373. بررسی روشهای استخراج و تعیین بتاکاروتن در تفاله و آب هویج و کاربرد آن در مواد غذایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس .
4. صادقیان امین، ی. 1378. بررسی امکان تولید صنعتی آب هویج، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی .

5. فاطمی، ح. 1388. اصول تکنولوژی نگهداری مواد غذایی، شرکت سهامی انتشار،81.

6. فرجی هارمی، ر. 1367. علوم تکنولوژی میوه ها و سبزیها، مرکز نشر دانشگاهی، تهران .

7. Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C., & Shahidi, F.2001. Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:1410-1416.

8. Bao, B., & Chang, K. C. 1994. Carrot juice color, carotenoids, and non starchy polysaccharides as affected by processing conditions. *Journal of Food Science*, 59(1): 115–118.

9. Byers, T. and Guerrero, N. 1995.Epidemiologic evidence for vitamin-C and vitamin-E in cancer prevention. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(6):S1385–S1392.

10. Chen B. H., Peng H. Y. Chen H. E.1995. Changes of Carotenoids, Color and Vitamin A Contents During Processing of Carrot Juice, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*,43 :1912 - 1918.

11. Dipersio, P.A., Kendal, P.A., Yoon, Y., Sofos, J.N. 2007.Influence of modified blanching treatments on inactivation of Salmonella during drying and storage of carrot slices. *Food Microbiology*,24:500-507.

12. Gajewski, M., Szymczak, P., Elkner, k., Dabrowska, A., Keret, A., Danilcenko, H. 2007. Some aseptics of nutritive and biological value of carrot cultivars with orange, yellow and purple-colored root,67,149-161.

13. Ismail, A., and Lee, W. Y. 2004. Influence of cooking practice on antioxidant properties and phenolic content of selected vegetables. Asia Pacific . *Journal of Clinical Nutrition*, 13: S162-S165.

14. Karangwa, E., Khizar, H., Rao, L., Nshimiyimana, D. S., Foh, M. B. K., Li, L., Xia, S.Q. & Zhang, X.M. 2010. Optimization of processing parameters for clarification of blend carrot-orange juice and improvement of its carotene content. *Journal of Food Science and Technology*,2(5):268-278.

15. Kim, W.S. and Dim S.Y.1983.Effect of blanching condition acid and alkali treatments on the qualities of carrot juices. *Agricultural Science and Technology*,10:135-145.

16. Koca, I. Karadeniz, B. 2009. Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the black sea Region or turkey. *Scientia Horticulturae*.121:447- 450.

17. Lindley, M.G. 1998. The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. ,9 (8–9): 336–340.

18. Marques-Vidal, P., Ravasco, P. and Camilo, M. E. 2006. Foodstuffs and colorectal cancer risk: A review. Clinical Nutrition,25:14-36.

19. Marx,M.,Stuparic,M.,Schieber,A.,Carle,R. 2003.Effects of thermal processing on trans-cis-isomerization of β-carrotene in carrot juices and carotene-containing preparations. *Food Chemistry*,83:609-617.

20. Odriozola-Serrano, I., Aguilo´ -Aguayo, I., Soliva-Fortuny, R., Gimeno-An˜o´ , V., & Martı´n-Belloso, O. 2007. Lycopene, vitamin C, and antioxidant capacity of tomato juice as affected by high-intensity pulsed electric fields critical parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:9036–9042.

21. Patras, A., Tiwari, B. K., Brunton, N.P. 2011.Influence of blanching and low temperature preservation strategies on antioxidant activity and phytochemical content of carrot, green beans and broccoli. *Journal LWT-Food Science and Technology*,44:299-306.

22. Prochaska, L. J., Nguyen, X. T., Donat, N. and Piekutowski, W. V. 2000. Effects of foodprocessing on the thermodynamic and nutritive value of foods: literature and database survey. *Medical Hypotheses*, 54(2): 254-262.

23. Puupponen -Pimia, R., Hakkinen, S.T., Aarni, M., Suortti, T., Lampi, M.A., Eurola, M.,et al. 2003,Blanching and long term freezing affect on various bioactive compounds of vegetables in different Quitao ways. *Journal of Science of Food andAgriculture*,83:1389-1402.

24. Quitao-Teixeira, L. J., Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R.S., Mota-Ramos, A. and Martin-Belloso, O. 2009.Comparative study on antioxidant properties of carrot juice stabilized by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments. *Journal of Science Agriculture*,89:2636-2642.

25. Reiter, M., Stuparic, M., Neidhart, S., Carle, R. 2003.The role of process technology in carrot juice could stability. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 36:165-172.

26. Rodriguez-Amaya, D. B.1993. Stability of carotenoids during the storage of foods. In F. Charalambous (Ed.), Shelf life studies of foods and beverages: Chemical, biological, physical and nutritional pp. 264–591. Amsterdam: Elsevier Science.

27. Severini, C., Baiano, A., Depilli ,T., Carbone, B.F., Derossi, A.,2005. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. *Journal of Food Engineering*,68:289-296.

28.Severini, C., Baiano, A., Depilli, T., Romanielo, R. and Derossi, A. 2004a. Microwave blanching of

sliced potatoes dipped in saline solutions to prevent enzymatic browning. *Journal Food Biochemistry*,28:75–89.
29.Severini, C., Derossi, A., Depilli, T. and Baiano, A. 2004b.Acidifying-blanching of "Cicorino" leaves: Effects of recycling of processing solution on product pH. *International Journal of Food Science&Technology*,39:811–815.
30. Shahidi, F., Naczk. M. 2004. Phenolic in Food and nutraceuticals. CRC press. 558 p.
31. Shivhare,U.S.,Gupta,M.,Basu,S.,&Raghavan, G.S.V.2009.Optimization of blanching process for carrots. *Journal of Food Process Engineering*, 32:587-605.
32. Sims C, A, Balaban M.O. Matthews RF. 1993. Optimization of Carrot Juice Color and Cloud Stability. *Journal of Food Science*, 58:1129-1131.
33. Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y. S.2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93: 713–718.
34. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Vegetables and Specialties Situation and Outlook Yearbook, July 1995.
35. Vina, S.Z., Olivera, D.O., Marani, C.M., Ferreyra, R.M., Mugridge, A., Chaves, A.R., Mascheroni, R.H. 2007.Quality of Brussels sprouts (Brassica oleracea L. gemmifera DC)as affected by blanching method. *Journal of Food Engineering*,80:218-225.
36. Zadernowski, R. 2003.Quality of carrot juice as conditioned by raw material and technology. *Fruit Processing*,5/6:183-191.