اثر مراحل آماده سازی، انجماد و رفع انجماد بر میزان کل ترکیبات فنولیک، اسید آسکوربیک، فعالیت ضداکسایشی، بافت و عناصر معدنی فلفل دلمه ای (*Capsicum annuum*)

ندا چنانی صالح[1]، سید امیر حسین گلی[2*]، جواد کرامت[3]، لاله مهدی پور[4]، مریم حقیقی[5]

١-دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
*٢-دانشیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
٣-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
٤- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
٥- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ٩٣/٤/٨ تاریخ پذیرش: ٩٤/٤/٣)

چکیده

با توجه به اهمیت مصرف سبزیجات، نیاز است تا میزان تغییرات ترکیبات مغذی آنها در طی فرایندهای مختلف مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق اثر فرایندهای شستشو، آنزیم بری و انبارداری به مدت ٦ ماه به صورت منجمد بر محتوای ترکیبات فنولیک کل ، فعالیت ضداکسایشی، ویتامین ث، خاکستر و عناصر معدنی فلفل دلمه ای بررسی شد. آنزیم بری نمونه ها به دو روش استفاده ازآب جوش و بخاردهی و فریز کردن به دو روش خانگی و نیمه صنعتی انجام شد. نتایج نشان داد میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، فعالیت ضداکسایشی و سفتی بافت فلفل دلمه ای در اثر شستشو تغییری نمی کند در حالی که آنزیم بری باعث کاهش معنی دار میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، فعالیت ضداکسایشی و سفتی بافت شد که این کاهش در ویتامین ث از ٦/ ١٤٩٨ در فلفل خام به ١٠٢٥/٤ میلی‌گرم بر ١٠٠ گرم ماده خشک در فلفل آنزیم بری شده با آب جوش و ٣٩٢/٢ میلی گرم در ١٠٠ گرم ماده خشک در فلفل آنزیم بری شده با بخار بود. فعالیت ضداکسایشی از ٧٠/٥٪ در فلفل خام به ٥٨/٦ درصد در فلفل آنزیم بری شده با آب جوش و ٥٧/١ درصد در فلفل آنزیم بری شده با بخار رسید. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می توان گفت شستشو و نوع فریزر بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، فعالیت ضداکسایشی و سفتی بافت نمونه ها تاثیر معنی داری نداشت ولی آنزیم بری باعث کاهش معنی داری میزان این عوامل گردید.

کلید واژگان: فعالیت ضداکسایشی، فلفل دلمه ای، انبارداری، شستشو، آنزیم بری

* مسئول مکاتبات: amirgoli@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۱- مقدمه

سبزیجات یکی از گروه های غذائی مهم است که می تواند برخی از نیازهای تغذیه ای بدن انسان را تأمین نماید.این مواد غذایی از کالری و چربی پائینی برخوردار بوده و فاقد کلسترول می‌باشند، همچنین منبع غنی فیبر بوده که بدن انسان قادر به هضم و جذب آن نیست و این ترکیب می تواند خطر ابتلا به سرطان روده را در انسان کاهش دهد. فواید و سلامتی ناشی از مصرف سبزیجات همیشه توسط جوامع پزشکی و تغذیه‌ای تأیید شده است. مصرف میوه وسبزی کاهش خطر ابتلا به بیماری های مزمن مانند بیماری های قلبی عروقی وسرطان را به همراه دارد. مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان می‌دهد که یک ارتباط معکوس بین یک رژیم غذائی غنی از سبزیجات و بروز بیماریهایی مانند بیماری های قلبی عروقی و سرطان وجود دارد. سبزیجات با توجه به دارا بودن محتوای بالای ترکیبات ضداکسایشی از قبیل ویتامین ث، اسید فولیک و بتا کاروتن از کیفیت تغذیه‌ای بالایی برخوردار بوده و نیز منبع غنی از مواد معدنی ضروری به شمار می‌آیند[۱،۲] .

در سالهای اخیر با توجه به زندگی مدرن امروزی و پیشرفت تکنولوژی، علاقه زیادی به مصرف غذاهای آماده به مصرف پدید آمده است. از طرف دیگر به دلیل اینکه تولید سبزیجات تنها در فصول خاصی از سال امکان‌پذیر بوده ودر سایر ایام امکان دسترسی به آنها وجود ندارد بکارگیری تکنیکهای انبارداری و یا فراوری مناسب سبزیجات امری ضروری است. در میان روشهایی که به منظور افزایش مدت نگهداری سبزیجات تازه با کیفیت بالا بکار می رود، انجماد یکی از رایج ترین شیوه ها می باشد. اگرچه مواد مغذی در محصولات منجمد بیش از سایر شیوه های نگهداری حفظ می شوند ولی میزان بالایی از این ترکیبات طی مراحل آماده سازی از بین می‌روند. تغییر در میزان ویتامینها و مواد مغذی سبزیجات در طول حمل ونقل، فرایند و انبارداری بستگی به نوع سبزی، تنوع ژنتیکی، شرایط قبل از برداشت و پس از برداشت، نوع فرایند ومراحل آماده سازی دارد[۳،٤].

از مراحل مهم آماده سازی سبزیجات می توان به فرایند انجماد و آنزیم بری اشاره کرد. با توجه به اینکه انجماد و رفع انجماد می‌تواند تأثیر منفی بر بافت محصول و ساختار مولکولهای بزرگ داشته باشد، انتخاب روش مناسب موجب تشکیل بلورهای یخ کوچکتر در فضای بیرون سلولی شده و بافت محصول آسیب کمتری را متحمل شود[٥].

آنزیم بری، فرایند حرارتی با دمای بالا و کافی است که سبب تخریب آنزیمهای موجود در بافت مواد غذایی شده، فعالیت آنزیمهای آسیب‌رسان را متوقف کرده، رنگ محصول را تثبیت بخشیده و زمان مورد نیاز برای خشک کردن، آبگیری مجدد و پخت را کاهش می‌دهد. این فرایند معمولاً به دو صورت آنزیم بری در آب داغ و یا بخار صورت می‌گیرد [٦].

یکی از سبزیجات مهم با ارزش تغذیه ای بالا فلفل دلمه ای با نام علمی (*capsicum annuum*) است که در رنگ‌های مختلف قرمز، زرد و سبز سالهاست که در رژیم غذایی مردم وجود دارد و مخصوصا برای خوش عطر و طعم کردن غذا از آن استفاده می‌شود. فلفل دلمه ای گیاهی سرشار از اسید آسکوربیک و ترکیبات ضد اکسایش بوده و خاصیت ضد سرطانی زیادی دارد. کاپسایسین نوعی فلاونوئید است که عامل تندی فلفل بوده و باعث کاهش میزان کلسترول و کاهش احتمال گرفتگی رگ‌ها می شود. فلفل از انعقاد خون در رگ‌ها جلوگیری می‌کند و این دو خاصیت موجب می‌شود که مصرف فلفل به پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی کمک کند. فلفل دلمه ای منبع مهمی از ویتامین A بوده که به حفظ سلامت پوست و چشمها کمک می کند. میزان بالای ویتامین ث موجود در فلفل دلمه‌ای باعث می‌شود این نوع فلفل برای پیشگیری و درمان سرماخوردگی مفید باشد[۷].

هدف از این تحقیق بررسی اثر فرایندهای شستشو، آنزیم بری، انجماد، انبارداری و رفع انجماد بر ارزش تغذیه ای فلفل دلمه ای است که در همین رابطه میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، فعالیت ضداکسایشی، نیروی برشی و عناصر معدنی فلفل دلمه ای در طی فرایندهای مختلف تعیین شده است.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد اولیه

فلفل دلمه ای سبز بصورت تازه از بازار محلی تهیه شد. متانول، اسید کلریدریک، تری‌کلرو استیک اسید و اسید گالیک از شرکت مرک و ۲ و ۲- دی فنیل -۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) از شرکت سیگما با درجه آزمایشگاهی خریداری شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۲-۲- آماده سازی فلفل

آماده سازی شامل تمیز کردن، شستشو (شامل خیساندن در آب به مدت ۵ دقیقه) و خردکردن به قطعات ریز با اندازه تقریبی ۰/۵cm×۰/۵cm به صورت دستی انجام گرفت. مقداری از نمونه ها به صورت نشسته و مقداری شسته شده نگهداری شد و بقیه نمونه ها به دو روش آنزیم بری شد.

۲-۳- آنزیم بری

فلفل به دو روش آنزیم بری شد، در یک روش نمونه ها به مدت ۱۸۰ ثانیه در داخل آب جوش (۹۵ درجه سانتیگراد) غوطه ور شده و بلافاصله بوسیله آب سرد تا دمای ۲۰ درجه سانتیگراد خنک شدند [۸]. در روش دوم، نمونه ها در سینی های استیل مخصوص در تونل بخار قرار گرفته که مدت زمان بخاردهی ۱۰۰ ثانیه و در دمای ۱۰۰°C بود. سپس نمونه ها با آب سرد تا دمای ۲۰°C خنک شد [۲].

۲-٤- انجماد و رفع انجماد

نمونه ها به دو روش خانگی (دمای ۱۸- درجه) و نیمه صنعتی (دمای٤٠- درجه) منجمد و در نهایت بسته بندی شده و در فریزر به مدت ٦ ماه نگهداری شدند. از هر دو نوع نمونه فریز شده در فواصل زمانی ٦٠ روزه تا انتهای دوره نگهداری نمونه برداری انجام شد. به منظور انجام آزمایشات در طی انبارداری، نمونه ها ابتدا به روش پخت در آب جوش (۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد) رفع انجماد انجام شدند [۸].

۲-۵- آنالیزهای انجام گرفته بر روی فلفل دلمه ای

۲-۵-۱- میزان کل ترکیبات فنولیک

یک گرم از نمونه خشک فلفل دلمه ای در لوله آزمایش وزن شد، سپس ۱۰ میلی لیتر از محلول آبی متانول به آن اضافه گردید و سوسپانسیون به آرامی هم زده شد. لوله های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه تحت تأثیر امواج فرا صوت با شدت ۵۰ هرتز (سونیکا، مدل M ۱۲۰۰، ساخت ایتالیا) قرار گرفته و پس از آن ۱۵ دقیقه (۱۵۰۰rpm) سانتریفوژ شد. محلول بالای رسوب جدا شده و مجدداً عصاره گیری با باقیمانده گیاهی انجام گرفت و محلول های حاصل از هر مرحله به محلول مرحله اول اضافه گردید و به این ترتیب عصاره فلفل تهیه شد[۹]. مقدار کل ترکیبات فنولیک موجود در عصاره این گیاه توسط رنگ سنجی به روش فولین-سیوکالتو، مورد بررسی قرار گرفت. مقدار۰/۵ میلی لیتر از عصاره استخراجی، با۲/۵ میلی لیتر از معرف فولین-سیوکالتو که ۱۰ برابر رقیق شده بود (توسط آب مقطر) و ۲ میلی لیتر از محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد به خوبی مخلوط شد و لوله های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم ٤٥ درجه سانتی گراد قرارداده شد. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٧٦٥ نانومتر خوانده شد. مخلوطی از متانول ۸۰ درصد و واکنشگرها به عنوان شاهد استفاده شد. مقدار کل ترکیبات فنولیک بر اساس منحنی درجه بندی رسم شده برای اسید گالیک، بر مبنای اسید گالیک و به صورت میلی گرم در گرم ماده خشک بیان گردید. برای رسم منحنی استاندارد اسید گالیک محلول های اسید گالیک گالیک در غلظت‌های ٦/٢٥، ١٢/٥، ٢٥، ٥٠ و ١٠٠ قسمت در میلیون (در متانول ۸۰ درصد) تهیه شد و مقدار کل ترکیبات فنولیک موجود در آن به روشی که برای عصاره ذکر شد، تعیین گردید[۱۰].

۲-۵-۲-.تعیین فعالیت ضداکسایشی

۱۰۰ میلی گرم از فلفل دلمه ای که قبلا در سایه خشک شده بود در لوله آزمایش وزن شد، سپس ۱ میلی لیتر از متانول خالص به آن اضافه گردید و سوسپانسیون به آرامی هم زده شد. لوله های آزمایش به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق نگهداشته شده و پس از ان ۱۰ دقیقه (۱۵۰۰rpm) سانتریفوژشد. محلول بالای رسوب جدا شد و ۳/۹ میلی لیترمحلول DPPH به آن اضافه گشت و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق باقی ماند و سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد و میزان فعالیت ضداکسایشی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید[۱۱] :

درصد فعالیت ضداکسایشی=((میزان جذب نمونه/میزان جذب شاهد) -۱)×۱۰۰

۲-۵-۳- اندازه گیری میزان اسید آسکوربیک

۱۰گرم از نمونه هموژن شده را با تری کلرو استیک اسید به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و در ادامه ۱۰ سی سی از آن را برداشته و با معرف ۲و٦ دی کلرو اندو فنل تیتر می شود. برای تعیین ویتامین ث ابتدا یک محلول استاندارد از ویتامین ث با غلظت مشخص تهیه کرده و با معرف ۲و٦ دی کلرو اندو فنل تیتر کرده و با یک تناسب ساده مقدار ویتامین ث نمونه تعیین می شود[۱۲].

۲-۵-٤- اندازه گیری میزان خاکستر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

یک گرم از نمونه خشک شده در یک بوته چینی که قبلا به وزن ثابت رسیده و توزین شده بود ریخته و سپس روی شعله در زیر هود سوزانده شد تا دود آن تمام شود. بوته چینی درون کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از ٦ تا ۷ ساعت وقتی که نمونه ها کاملا سفید رنگ شده بود، در دسیکاتور قرار داده شد و پس از رسیدن به دمای محیط وزن گردید. اختلاف وزن اولیه و نهایی بوته چینی تعیین کننده درصد خاکستر نمونه می باشد[۱۳].

۱۰۰×(گرم وزن نمونه/اختلاف وزن اولیه و نهایی بوته چینی) =درصد خاکستر

۲-۵-۵- اندازه گیری میزان املاح کلسیم، منیزیوم،آهن و روی توسط دستگاه جذب اتمی

برای اندازه گیری املاح در مواد غذایی بطور معمول باید ابتدا ماده غذایی را خاکستر نمود تا از حالت آلی به حالت معدنی در آید. بعد از تهیه خاکستر از ۱ گرم نمونه ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک به خاکستر موجود در کروزه اضافه کرده و آنرا به مدت یک ساعت روی حمام ۹۰ درجه سانتیگراد قرار داده (حرارت حمام غیر مستقیم است و دمای بخار آن ۹۵-۹۰ درجه سانتیگراد)، سپس محتویات کروزه در بالن با حجم ۱۰۰ میلی لیتر صاف شد و با آب دیونیزه به حجم رسانده شد. سپس توسط دستگاه جذب اتمی میزان املاح بر اساس میلی گرم در لیتر خوانده شد[۱٤].

۲-۵-٦- بافت سنجی

تست مورد استفاده در تعیین بافت سبزیجات تست پانکچر (puncture) بود که در آن از سل ۵۰۰ گرم تا ۵ کیلوگرم استفاده شد [۱]. نیروی برشی از فرمول زیر بدست آمد:

ضخامت نمونه× قطر پروپ× عدد پی / ماکزیمم نیرو = نیروی برشی

۲-۵-۷- آنالیز آماری

تمامی آزمایشات در ۳ تکرار انجام گرفت و تجزیه ی آماری نتایج به دست آمده با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی اسپلیت در زمان با نرم افزار SAS صورت گرفت. برای بررسی داده ها در زمان صفر از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. از آزمون LSD نیز برای مقایسه میانگین داده ها در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر شستشو و آنزیم بری بر روی ترکیبات مغذی فلفل دلمه ای

۳-۱-۱- اسید آسکوربیک

در شکل ۳-۱ میزان ویتامین C در فلفل دلمه ای پس از شستشو و آنزیم بری آورده شده است. برطبق این شکل می توان گفت فرایند شستشو تفاوت معنی داری در میزان ویتامین ث ایجاد نکرد ولی آنزیم بری باعث کاهش معنی داری در میزان این ویتامین شد که این کاهش در آنزیم بری با بخار ۷٤ درصد و در آنزیم بری با آب جوش ۳۱/٦ درصد بود. کاهش معنی دار در میزان ویتامین ث در طی آنزیم بری به این دلیل است که ویتامین ث به حرارت بسیار حساس بوده و سریع اکسید شده و میزان آن کاهش می یابد. بنابراین در نمونه های آنزیم بری شده میزان آن کمتر از نمونه های تازه بود. شاید دلیل آسیب بیشتر ویتامین ث در اثر آنزیم بری با بخار درجه حرارت بالاتر بخار نسبت به آب جوش باشد که باعث اکسید شدن بیشتر این ویتامین می شود. عدم تغییر معنی دار میزان ویتامین ث در فلفل در اثر شستشو می تواند به دلیل سفت بودن بافت فلفل باشد که باعث کمتر حل شدن این ویتامین در آب می شود. نورسال وهمکاران (۲۰۰۷) تاثیر مراحل آماده سازی را بر میزان ویتامین ث در بامیه، سیب زمینی، لوبیا سبز، کلم بروکلی، اسفناج و نخود فرنگی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آنزیم بری در تمام سبزیجات مورد آزمایش باعث کاهش معنی دار میزان اسید آسکوربیک شد. شستشو بر میزان ویتامین ث اسفناج، نخود فرنگی و سیب زمینی بی تاثیر ولی باعث کاهش معنی دار در میزان ویتامین ث بامیه، لوبیا سبز و کلم بروکلی شد[۱۵].

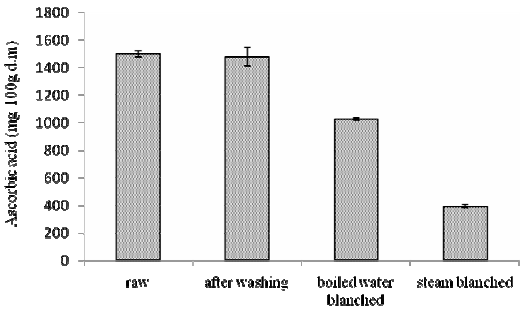

Fig 1. Effect of washing and blanching on ascorbic acid content of pepper

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۳-۱-۲- میزان ترکیبات فنولیک

برطبق نتایج ارایه شده در شکل ۳-۲ میزان ترکیبات فنولیک فلفل نیز در اثر شستشو تغییر معنی داری نکرد. آنزیم بری باعث کاهش معنی دار میزان ترکیبات فنولیک شده و میزان این ترکیبات از ۷۵۰/٤٥ در نمونه خام به ٤٨٢ در نمونه آنزیم بری شده با بخار و٥٢٧/٤ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک معادل گالیک اسید در نمونه آنزیم بری شده با آب جوش رسید که دلیل آن می تواند تجزیه شدن این ترکیبات در اثر حرارت باشد. به نظر می رسد که دلیل بالاتر بودن میزان ترکیبات فنولیک نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش نسبت به نمونه های آنزیم بری شده با بخار، درجه حرارت بیشتر بخار نسبت به آب جوش باشد که باعث تجزیه شدن بیشتر این ترکیبات می شود. مطالعه ای که توسط اسماعیل و همکاران (٢٠٠٤) صورت گرفت نشان داد که اسفناج در مقایسه با کلم وموسیر دارای بالاترین میزان ترکیبات فنولیک است و آنزیم بری با آب جوش به مدت ۱ دقیقه باعث کاهش (٪١٢-٢٦) در میزان ترکیبات فنولیک این سبزیجات می شود که با نتایج بدست امده در این تحقیق مطابقت دارد[١٦].

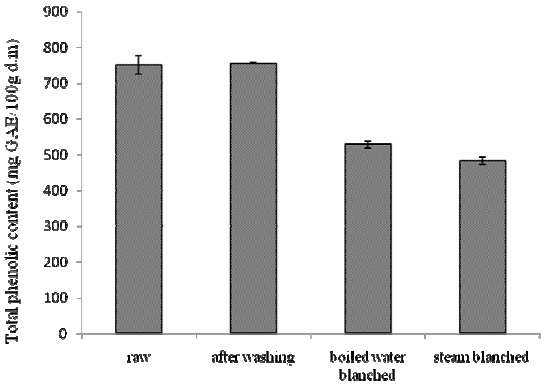

Fig 2 Effect of washing and blanching on total phenolic content of pepper

۳-۱-۳- فعالیت ضداکسایشی

در شکل ۳-۳ فعالیت ضداکسایشی در فلفل دلمه ای پس از شستشو و آنزیم بری آورده شده است. بر طبق این شکل میزان فعالیت ضداکسایشی فلفل در اثر شستشو کاهش یافت ولی این کاهش معنی دار نبود.

آنزیم بری باعث کاهش معنی دار در فعالیت ضداکسایشی شد ولی نوع آنزیم بری اختلاف معنی داری در میزان فعالیت ضداکسایشی ایجاد نکرد.

به نظر می رسد دلیل کاهش فعالیت ضداکسایشی در اثر آنزیم بری، تاثیر منفی حرارت بر میزان ترکیبات ضد اکسایش مانند اسید آسکوربیک و ترکیبات فنولیک باشد. تورکمن و همکاران (٢٠٠٤) اثر روشهای مختلف پخت را بر فعالیت ضداکسایشی کلم بروکلی، تره فرنگی، اسفناج، لوبیا سبز و نخود فرنگی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که پس از پخت سبزیجات فعالیت ضداکسایشی کلم بروکلی، تره فرنگی، اسفناج، لوبیا سبز و نخود فرنگی افزایش یافت که این افزایش می تواند مربوط به تشکیل شدن ترکیباتی در طی تیمار حرارتی باشد که دارای فعالیت ضداکسایشی هستند[١٧].

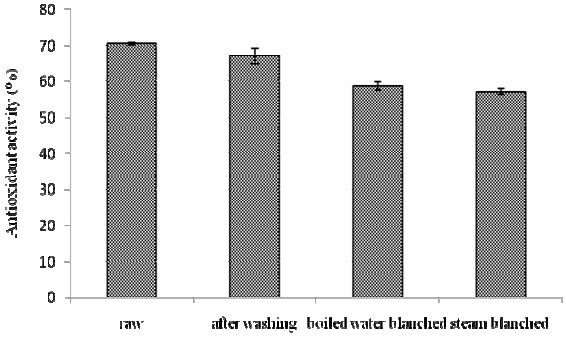

Fig 3 Effect of washing and blanching on antioxidant activity of pepper

۳-۱-٤- سفتی بافت

شکل۳- ٤ میزان نیروی برشی نمونه های فلفل دلمه ای را پس از شستشو و آنزیم بری نشان می دهد. برطبق نتایج ارایه شده در شکل۳- ٤ در اثر شستشو تغییر معنی داری در بافت نمونه ها ایجاد نشد ولی آنزیم بری باعث کاهش میزان نیروی برشی و نرمتر شدن بافت نمونه ها شد که البته از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت. نمونه های بلانچ با بخار نیروی برشی بیشتری نسبت به نمونه های بلانچ آب جوش داشته و بافت سفتتری داشتند.

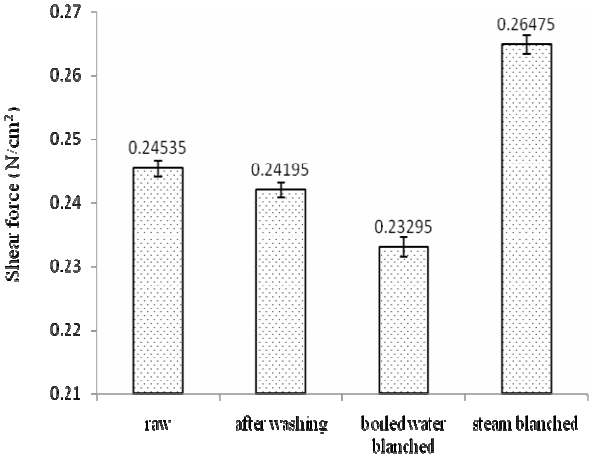

Fig 4 Effect of washing and blanching on hardness of pepper

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۳-۱-۵- میزان خاکستر و عناصر معدنی

در شکل ۳-۵ میزان خاکستر و در شکل ۳-٦ میزان عناصر معدنی در فلفل دلمه ای پس از شستشو و آنزیم بری آورده شده است. همانطور که در شکل ٤ مشاهده می شود میزان خاکستر در اثر شستشو تغییر معنی داری نکرد ولی در اثرآنزیم بری کاهش یافت و میزان آن در نمونه های بلانچ شده بوسیله بخار بیشتر از نمونه های بلانچ شده بوسیله آب جوش بود که این موضوع می تواند به دلیل نشت عناصر معدنی به داخل آب و خروج آنها از ماده غذایی در روش آنزیم بری با آب جوش باشد.

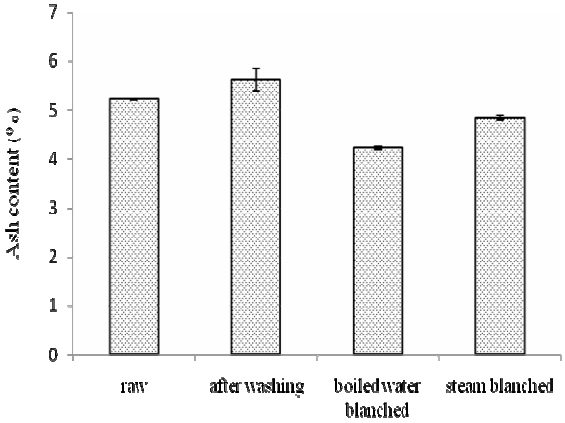

Fig 5 Effect of washing and blanching on ash content of pepper

طبق شکل ۵ شستشو تاثیر معنی داری روی میزان کلسیم و آهن فلفل ایجاد نکرد ولی میزان منیزیم و روی در اثر شستشو افزایش یافت که این امر ممکن است بدلیل وجود املاح در آب شستشو باشد. در اثرآنزیم بری میزان روی، کلسیم و آهن کم شد ولی میزان منیزیم افزایش یافت. میزان کلسیم نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش بالاتر از نمونه های آنزیم بری شده بوسیله بخار بود که این می تواند بدلیل وجود یون کلسیم در آب مورد استفاده برای آنزیم بری باشد، در حالیکه نوع آنزیم بری تفاوت معنی داری در میزان منیزیم، آهن و روی ایجاد نکرد. زوفیا و همکاران (۲۰۰۸) میزان خاکستر، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، منگنز، مس، کروم ونیکل را در باقلا، لوبیای فرانسوی و نخود تازه و منجمد آماده برای مصرف مقایسه کردند. میزان عناصر ذکر شده در سبزیجات تازه، آنزیم بری شده، پخته شده در آب نمک دو درصد، منجمد شده به روش سنتی (آنزیم بری ، انجماد به مدت دوازده ماه، پخت)، منجمد شده به روش اصلاح شده (پخت، انجماد، دیفراست و گرم کردن در مایکروویو) بررسی شد. کمترین کاهش در میزان عناصر در مرحله آنزیم بری مربوط به باقلا و بیشترین کاهش مربوط به لوبیای فرانسوی بود. کاهش ایجاد شده در میزان عناصر در سبزیجات پخته شده بین ۰ تا ۱۰ درصد بیشتر از کاهش میزان این عناصردر نمونه های آنزیم بری شده بود[۱۸].

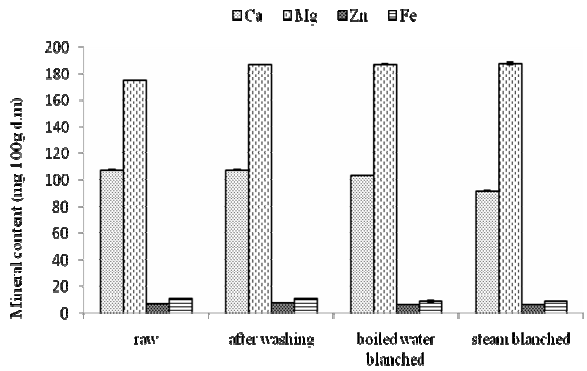

Fig 6 Effect of washing and blanching on mineral content of pepper

۳-۲- اثر انجماد و زمان انبارداری بر روی ترکیبات مغذی فلفل دلمه ای

۳-۲-۱- اسید آسکوربیک

در جدول ۳-۱ میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک و فعالیت ضداکسایشی فلفل دلمه ای طی مدت انبارداری آورده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می شود نوع فریزر اختلاف معنی داری در میزان ویتامین ث فلفل ایجاد نکرد. میزان اسید آسکوربیک در طی زمان انبارداری کاهش پیدا کرد بطوری که میزان آن پس از دو ماه (۲۱۵/۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) اختلاف معنی داری با زمان صفر (٦٥٥/۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) داشت ولی نمونه های ٤ ماه با نمونه های ۲ ماه و نمونه های ٦ ماه با نمونه های ٤ ماه اختلاف معنی داری از نظر میزان این ویتامین نداشتند. به نظر می رسد اختلاف فاحش بین نمونه ها در زمان صفر زمان دو ماه به دلیل انجام رفع انجماد نمونه ها در طی انبارداری بود که پیش از اندازه گیری این ویتامین نمونه ها بوسیله آب جوش رفع انجماد شدند. همانطور که قبلا اشاره شد ویتامین ث به حرارت بسیار حساس بوده و به سرعت اکسید می شود بنابراین نمونه هایی که در طی انبارداری آنالیز شدند بیشتر تحت تاثیر حرارت قرار گرفتند و میزان ویتامین ث کمتری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

نسبت به نمونه زمان صفر داشتند. به طور کلی می توان گفت میزان اسید آسکوربیک در طی زمان کاهش یافت ولی روند این کاهش کند بود. پس از شش ماه انبارداری میزان این ویتامین حدود ٧٤/٣ درصد کاهش یافت.

نورسال وهمکاران (٢٠٠٧) تاثیر مراحل آماده سازی، انجماد خانگی و انبارداری را بر سطح ویتامین ث در بامیه، سیب زمینی، لوبیا سبز، کلم بروکلی، اسفناج و نخود فرنگی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمامی مراحل شستشو، سرزنی، تکه کردن، آنزیم بری، سرخ کردن و خنک کردن و انجماد بر میزان این ویتامین تاثیرمعنی داری دارند. بسته به نوع سبزی در عملیات پیش از انجماد کاهش ٤٨-٣٠/٩ درصدی در میزان ویتامین ث مشاهده شد. انجماد خانگی به تنهایی اثر قابل توجهی بر میزان این ویتامین نداشت اما شش ماه انبارداری منجر به کاهش ٤٢/٤ درصد این ویتامین در نخود سبز تا ٦٦/٥ درصد در کلم بروکلی شد[١٥]. نورسال وهمکاران (٢٠٠٧) اثر رفع انجماد و پخت در سه نوع ظرف (تفلون،استیل و پیرکس) را بر میزان ویتامین ز اسفناج ، نخود فرنگی، لوبیا سبز و بامیه بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که سطح ویتامین ث هم بوسیله روشهای پخت وهم بوسیله نوع ظروف تحت تأثیر قرار می گیرد. در بین ظروف، نوع استیل باعث حفظ بیشتر میزان ویتامین ث شد. جوشاندن این سبزیجات در ظرف استیل بدون رفع انجماد منجر به کاهش اسید آسکوربیک به میزان ٤٦/٥ درصد در اسفناج، ٢٥/٩ درصد در نخودفرنگی، ١٨/٢ درصد در لوبیاسبز و ٢١/٦ درصد در بامیه شد در حالی که جوشاندن در ظروف پیرکس منجر به کاهش این ویتامین به میزان ٥٨/٥ درصد در اسفناج، ٣٦ درصد در نخودفرنگی، ٤٢/١ درصد در لوبیاسبز و ٢٨/٢ درصد در بامیه شد. کاهش میزان ویتامین ث در این سبزیجات در صورت رفع انجماد قبل از جوشاندن خیلی سریعتر شد و این میزان در ظروف پیرکس به ٦٣ درصد در اسفناج، ٤٠/٨ درصد درنخودفرنگی و ٤٨/٤ درصد در لوبیاسبز و ٤١/٦ درصد در بامیه رسید[١٩].

Table 1 Effect of freezing, blanching types and storage time on ascorbic acid, total phenolic content and antioxidant activity of pepper (*Capsicum annuum*) during six-month storage

Treatment	Parameters		
	Ascorbic acid (mg/100g d.m)	**Total phenolic content (mg GAE/100 g d.m)**	**Antioxidant activity (%)**
Time (month)			
0	655.9[a]	504.7[a]	57.9[a]
2	215.8[b]	463.1[b]	56.4[a]
4	208.9[bc]	428.4[c]	50.1[b]
6	166.2[c]	420.8[c]	49.2[b]
LSD	45.2	18.8	2.8
Freezing type			
Domestic	315.5	471.2	54.1
Semi-industrial	307.9	437.2	52.8
LSD	32.02	13.3	2.01
Blanching type			
Boiled water	455.1[a]	469.5[a]	52.7
Steam	168.3[b]	439[b]	54.1
LSD	103.5	33.6	3.2

Means with the same letter within a column are not significantly different (P > 0.05).

٣-٢-٢- ترکیبات فنولیک و فعالیت ضد اکسایشی

همانطور که در جدول ٣-١ مشاهده می شود نوع فریزر خانگی و صنعتی اختلاف معنی داری در میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت ضداکسایشی فلفل دلمه ای ایجاد نکرد. میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت ضداکسایشی فلفل در طی زمان انبارداری کاهش پیدا کرد که در مورد ترکیبات فنولیک از ٥٠٤/٧ میلی گرم اسید گالیک در ١٠٠ گرم ماده خشک به ٤٢٠/٨ میلی گرم اسید گالیک در ١٠٠ گرم ماده خشک و در مورد میزان فعالیت ضداکسایشی از ٥٧/٩ درصد به ٤٩/٢ درصد در انتهای زمان انبارداری رسیده است. در ترکیبات

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

فنولیک این کاهش تا ماه چهارم معنی دار بود ولی پس از آن تا انتهای انبارداری کاهش معنی داری مشاهده نشد. کاهش میزان فعالیت ضداکسایشی تا ماه دوم انبارداری معنی دار نبود ولی پس از ٤ ماه معنی دار شد. نمونه ها در انتهای انبارداری تفاوت معنی داری با ماه چهارم نشان ندادند. بر طبق نتایج ارایه شده نمونه های آنزیم بری شده با آب جوش میزان ترکیبات فنولیک بیشتری نسبت به نمونه های آنزیم بری شده با بخار داشتند که به نظر می رسد دلیل این امر درجه حرارت بیشتر بخار نسبت به آب جوش باشد که باعث تجزیه شدن بیشتر این ترکیبات می شود. نوع آنزیم بری اختلاف معنی داری در میزان فعالیت ضداکسایشی فلفل ایجاد نکرد.

تورکمن و همکاران (٢٠٠٤) اثر روشهای مختلف پخت را بر میزان کل ترکیبات فنولیک کلم بروکلی، تره فرنگی، اسفناج، لوبیا سبز و نخود فرنگی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان ترکیبات فنولیک کل در نخود فرنگی و تره فرنگی در همه روشهای پخت کاهش معنی داری یافت ولی در مقابل در کلم بروکلی و لوبیا سبز و اسفناج میزان ترکیبات فنولیک افزایش پیدا کرد که این افزایش در اسفناج معنی دار نبود. آنها گزارش کردند که این افزایش میتواند به این دلیل باشد که تیمار حرارتی باعث افزایش فلاونولهای آزاد می شود[١٧]. ساهلین و همکاران (٢٠٠٤) دریافتند که پختن، سرخ کردن وجوشاندن باعث کاهش معنی داری در میزان کل ترکیبات فنولیک در گوجه می شود که این میتواند به دلیل تجزیه ترکیبات فنولیک در طی پخت باشد[٢٠].

دانسی وهمکاران (٢٠٠٨) تغییرات فعالیت ضداکسایشی را در سه نوع روش پخت (جوشاندن ٢٠دقیقه در ١/٥ لیتر آب شور، بخاردهی ٣٠ دقیقه وحرارت دهی در مایکروویو٧٠٠ وات برای ٥ دقیقه) برای سبزیجات تازه و منجمد (هویج، کدو، گوجه، لوبیاسبز، نخودسبز، فلفل دلمه زرد) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که علی رغم عقیده موجود که پخت و انجماد بعنوان عوامل مخرب ترکیبات ضداکسایش به حساب می آیند این موضوع همیشه صادق نبوده و اثر آنها بستگی به نوع سبزی دارد. آنها گزارش کردند که اثرات منفی پخت بر فعالیت ضداکسایشی سبزیجات سبز بیشتر از انجماد است و سبزیجات منجمد پخته شده اغلب میزان فعالیت ضداکسایشی بیشتری نسبت به انواع خام آنها دارند در صورتیکه سبزیجات قرمز و زرد منجمد بیشتر مستعد کاهش فعالیت ضداکسایشی در طول پخت نسبت به انواع تازه آنها هستند[٢١].

٣-٢-٣- نیروی برشی

جدول ٣-٢ میزان نیروی برشی فلفل دلمه ای را در طی مدت انبارداری نشان می دهد. بر طبق نتایج ارائه شده در جدول ٣-٢ میزان نیروی برشی در طی زمان کاهش پیدا کرده بطوری که میزان آن پس ازسه ماه اختلاف معنی داری با زمان صفر داشت ولی نمونه های ماه سوم و ششم اختلاف معنی داری از نظر میزان نیروی برشی نداشتند. به نظر می رسد انجام فرایند رفع انجماد دلیل اختلاف میزان نیروی برشی نمونه های زمان صفر و نمونه های ماه سوم باشد چون در زمان صفر نمونه ها فقط آنزیم بری شدند ولی در ماه سوم نمونه ها پیش از اندازه گیری میزان نیروی برشی بوسیله آب جوش رفع انجماد شدند. میزان نیروی برشی فلفل دلمه ای در اثر آنزیم بری کاهش پیدا کرد و نمونه های آنزیم بری شده بوسیله بخار نیروی برشی بیشتری نسبت به نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش دارا بودند که دلیل این امر می تواند جذب آب توسط نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش باشد که باعث نرمتر شدن بافت آنها نسبت به نمونه های آنزیم بری شده بوسیله بخار می شود. نوع فریزر بر میزان نیروی برشی نمونه ها تاثیر معنی داری نداشت.

Table 2. Effect of freezing, blanching types and storage time on Shear force of pepper (*Capsicum annuum*) during six-month storage

Treatment	Shear force (N/cm^2)
Time (month)	
0	0.24^a
3	0.11^b
6	0.11^b
LSD	0.01
Freezing type	
Domestic	0.16
Semi-industrial	0.15
LSD	1.01
Blanching type	
Boiled water	0.10^b
Steam	0.20^a
LSD	0.04

Means with the same letter within a column are not significantly different (P > 0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

گورال و همکاران(۲۰۰۹) برای ارزیابی تغییرات ایجادشده در بافت بوسیله انجماد از تست برش استفاده کردند. آنها سبزیجات چغندر قرمز، کلم بروکلی، هویج، شلغم، سیب زمینی و تربچه را به دو روش همرفت طبیعی و همرفت اجباری منجمد کردند و دریافتند که هم انجماد و هم روش انجماد باعث تغییر در ماکزیمم نیروی برشی سبزیجات منجمد نسبت به نمونه های خام می شود. در چغندر قرمز، کلم بروکلی و هویج نمونه های منجمد شده به روش همرفت طبیعی تغییر بیشتری در ماکزیمم نیروی برشی در مقایسه با نمونه های منجمد شده به روش همرفت اجباری نسبت به نمونه های خام نشان دادند ولی در مورد شلغم، سیب زمینی و تربچه این موضوع برعکس بود. تغییر در ماکزیمم نیروی برشی با تغییر در میزان جرم مواد رابطه مستقیم داشت. تغییر بیشتر در میزان جرم ماده باعث تغییر بیشتر در ماکزیمم نیروی برشی می شد که این مربوط به از دست رفتن آب سلولها بود. با از دست رفتن آب سلولها نمونه ها سفتتر شده ماکزیمم نیروی برشی بیشتری نیاز خواهند داشت[۱].

۳-۲-۴- خاکستر و عناصر معدنی

جدول ۳ -۳ میزان خاکستر وعناصر معدنی فلفل دلمه ای را طی مدت انبارداری نشان می دهد. برطبق نتایج ارائه شده در این جدول می توان گفت آنزیم بری با آب جوش و بخار تفاوت معنی داری در میزان آهن و روی ایجاد نکرد در صورتی که میزان خاکستر و منیزیم نمونه های آنزیم بری شده با بخار بیشتر از نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش بود. میزان کلسیم نمونه های آنزیم بری شده بوسیله آب جوش بیشتر از نمونه های آنزیم بری شده بوسیله بخار بود که این می تواند بدلیل وجود یون کلسیم در آب آنزیم بری باشد. در طی زمان انبارداری میزان کلسیم و روی کاهش یافت بطوری که در ماه سوم(میزان کلسیم ۴۴/۱ و میزان روی ۲/۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) این کاهش نسبت به زمان صفر(میزان کلسیم ۹۷/۵ و میزان روی ۵/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) معنی دار بوده ولی بعد از سه ماه روند کاهش کند شده و میزان این دو عنصر در ماه ششم (میزان کلسیم ۴۵ و میزان روی ۲/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک) با ماه سوم تفاوت معنی داری نداشت. میزان خاکستر، آهن و منیزیم نیز در طی زمان انبارداری کاهش یافته و هرسه زمان نمونه برداری اختلاف معنی داری از نظر میزان خاکستر، آهن و منیزیم نشان دادند(میزان خاکستر در ماه ششم ۲/۷ درصد و در ماه سوم ۳ درصد و در زمان صفر ۴/۵ درصد، میزان آهن در ماه ششم ۳/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک، در ماه سوم ۴/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و در زمان صفر ۸/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و میزان منیزیم در ماه ششم ۷۰/۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک، در ماه سوم ۱۱۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و در زمان صفر ۱۷۸/۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک بود). نوع فریزر بر میزان این عناصر تاثیر معنی داری نداشت.

Table 3. Effect of freezing, blanching types and storage time on ash and mineral content of pepper (*Capsicum annuum*) during six-month storage

Treatment	Parameters				
Time (month)	Ash (%)	Mineral (mg/ 100g d.m)			
		Ca	Mg	Fe	Zn
0	4.52[a]	97.5[a]	17.8[a]	8.6[a]	5.3[a]
3	3.009[b]	44.1[b]	114[b]	4.5[b]	2.7[b]
6	2.78[c]	45[b]	70.4[c]	3.6[c]	2.6[b]
LSD	0.065	3.06	25.9	0.36	0.87
Freezing type					
Domestic	3.37	61.5	116.9	5.59	3.37
Semi-industrial	3.50	62.8	125.3	64.5	3.79
LSD	0.053	2.49	1.21	0.29	0.71
Blanching type					
Boiled water	3.09[b]	66.9[a]	114[b]	5.33	3.76
Steam	3.78[a]	57.4[b]	128.1[a]	5.90	3.40
LSD	0.18	3.18	8.29	8.29	2.55

Means with the same letter within a column are not significantly different (P > 0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

زوفیا و همکاران (۲۰۰۸) میزان خاکستر، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، منگنز، مس، کروم ونیکل را درکلم پیچ، اسفناج و اسفناج نیوزلندی تازه و منجمد آماده برای مصرف مقایسه کردند. میزان عناصر ذکر شده در سبزیجات تازه، بلانچ شده، پخته شده در آب نمک دو درصد، منجمد شده به روش سنتی (بلانچ، انجماد به مدت دوازده ماه،پخت)، منجمد شده به روش اصلاح شده (پخت، انجماد، دیفراست و گرم کردن در مایکروویو) بررسی شد. کمترین کاهش در میزان عناصر در مرحله آنزیم بری برای اسفناج و بیشترین کاهش در کلم مشاهده شد. در مقایسه با سبزیجات خام، محصولات منجمد آماده به مصرف کاهش قابل ملاحظه ای در میزان پتاسیم و منیزیم نشان دادند. کاهش کلسیم فقط در کلم وکاهش کرومیوم و نیکل فقط در اسفناج نیوزلندی اتفاق افتاد. همچنین کاهش در میزان مس و فسفر در اسفناج و کلم رخ داد ولی در اسفناج نیوزلندی مشاهده نشد. به طور کلی الگوی ثابتی در مورد کاهش میزان عناصر وجود نداشت. در مقایسه انجماد به روش سنتی و اصلاح شده نیز این نتیجه حاصل شد که در روش اصلاح شده میزان عناصر ضروری باقی مانده بیشتر بود[۳]. آنها همچنین میزان این عناصر را در باقلا، لوبیای فرانسوی و نخود تازه و منجمد آماده برای مصرف مقایسه کردند. آنها دریافتند که سبزیجات منجمد شده به روش اصلاح شده میزان عناصر ضروری باقی مانده بیشتری نسبت به نمونه های منجمد شده به روش سنتی داشتند.(میزان خاکستر و روی ٤ تا ١٢ درصد، فسفر ٢ تا ١١ درصد، پتاسیم ١٦ تا ٣٦ درصد، منیزیم ١٧ تا ٣١ درصد، آهن ٧ تا ٢٣ درصد، منگنز ٤ تا ١٦ درصد، مس ٣ تا ١٣ درصد در روش اصلاح شده بیشتر از روش سنتی بود) ولی در مورد کلسیم، سدیم، نیکل و کروم این اتفاق نیفتاد[٤].

٤- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت نوع فریزر (خانگی و صنعتی) تاثیر معنی داری در هیچ یک از پارامترهای اندازه گیری شده نشان نداد. در طی آنزیم بری میزان ترکیبات فنولیک، ویتامین ث، نیروی برشی، فعالیت ضداکسایشی، خاکستر، روی، کلسیم و آهن فلفل کاهش معنی داری پیدا کرد ولی میزان منیزیم در اثر آنزیم بری افزایش یافت. نمونه های آنزیم بری شده با آب جوش میزان بالاتری از کلسیم، ویتامین ث و ترکیبات فنولیک نسبت به نمونه های آنزیم بری شده با بخار داشتند ولی میزان خاکستر و سفتی بافت فلفل آنزیم بری شده با بخار بالاتر از نمونه های آنزیم بری شده با آب جوش بود. نوع آنزیم بری اختلاف معنی داری در میزان فعالیت ضداکسایشی ، منیزیم، آهن و روی فلفل ایجاد نکرد. زمان انبارداری سبزی به صورت منجمد نیز موجب کاهش٧٤/٣ درصدی میزان اسید آسکوربیک، کاهش ١٦/٦ درصدی ترکیبات فنولیک، کاهش ٨/٧ درصدی فعالیت ضداکسایشی، کاهش ١/٧٤ درصدی خاکستر، کاهش ٥٣/٨ درصدی کلسیم، کاهش ٦٠/٤ درصدی منیزیم، کاهش ٥٨/١ درصدی آهن، کاهش ٤٩ درصدی روی و کاهش ٥٤/١ درصدی سفتی فلفل دلمه ای شد.

٥- منابع

[1] Góral, D. and Kluza, F. 2009. Cutting test application to general assessment of vegetable texture changes caused by freezing. *Journal of Food Engineering* .95: 346–351.

[2] Howard, L., Wong, A., Perry, A. and Klein, B. 1999. ß-Caotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *Journal of Food Science*. 64: 929-936.

[3] Lisiewska, Z., Slupski, J., Kmiecik, W. and Gebczynski, P. 2009. Retention of mineral constituents in frozen leafy vegetables prepared for consumption. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22: 218-223.

[4] Lisiewska, Z., Gebczynski, P. and Kmiecik, W. 2007. Effects of the methods of pretreatment before freezing on the retention of chlorophylls in frozen leaf vegetables prepared for consumption. *European Food Research and Technology*. 226: 25-31.

[5] Downey, G. 2002. Quality changes in frozen and thawed, cooked pureed vegetables containing hydrocolloids, gums and dairy powders. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 869-877.

[6] Oboh, G. 2005. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 513-517.

[7] CloomMac, J. and Debiloo, J. 1377. Production vegetable crops. Mobli, M. and Pyrasteh, B. Isfahan,Isfahan university of technology publication center.

[8] Słupski, J., Lisiewska, Z., Gebczynski, P. and Skoczen-Słupska, R. 2011. Total and soluble oxalate content in legume vegetables used in the preparation of frozen products for

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

consumption. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 1816-1822.

[9] Budrat, P. and Shotipruk, A. 2009. Enhanced recovery of Phenolic compounds from bitter melon (*Momordica C harantia*) by subcritical water extraction. *Journal of Separation and Purification Technology*. 66: 125-129.

[10] Pinelo, M., Rubilar, M., Sineiro, J. and Nunez M. J. 2004. Extraction of antioxidant phenolics from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pin sawdust (*Pinus pinaster*). *Food Chemistry*. 85: 267-273.

[11] Hardeep, S.G., Mamta, A., Paras, S. and Jaspreet , S. 2011. Phenolic content and antioxidant activity of germinated and cooked pulses. *International Journal of Food Properties*. 14: 1366-1374.

[12] Lisiewska Z., Kmiecik, W. and Korus. A. 2006. Content of vitamin C, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 134-140.

[13] Helrich, K. 1990. Official method of analysis. 15thed., Association of official analysis chemists, Virginia, AOAC.

[14] Hosseini, Z. 1369. Methods in Food Analysis. Shiraz. Shiraz University Publication Center.

[15] Nursal, B. and Yucecan, S. 2007. Influence of home freezing and storage on vitamin C contents of some vegetables. *Journal of Nutrition*. 5: 472-477.

[16] Ismail, A., Marjan, Z. M. and Foong, C. W. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*. 87: 581–586.

[17] Turkmen, N., Sari, F. and Sedat Velioglu, Y. 2004. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food* Chemistry. *93:713-718.*

[18] Lisiewska, Z., Slupski, J., Kmiecik, W. and Gebczynski, P. 2009. Availability of essential and trace elements in frozen leguminous vegetables prepared for consumption according to the method of pre-freezing processing. *Food Chemistry*. 106:576-582.

[19] Nursal, B. and Yucecan, S. 2000. Vitamin C losses in some frozen vegetables due to various cooking methods. *Nahrung*. 44: 451-453.

[20] Sahlin, E., Savage, G. P. and Lister, C. E. 2004. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17: 635–647.

[21] Danesi, F. and Bordoni, A. 2008. Effect of home freezing and Italian style of cooking on antioxidant activity of edible vegetables. *Journal of Food Science*. 73:109-112.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

Effect of preparation, freezing and thawing methods on total phenolic and vitamin c content, antioxidant activity, texture and minerals of pepper (*Capsicum annuum*)

Chenani Saleh, N. [1], Hossein Goli, S. A. [2*], Keramat, J. [3], Mehdipour, L.[4], Haghighi, M.[5]

1. MSc of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
4. MSc of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(Received: 93/4/8 Accepted: 94/4/3)

Regarding to the necessity of vegetable consumption, it is necessary to examine the extent to which the nutrient content of vegetables changes during different processes. In this study the effect of various procedures; washing, blanching and six-month storage was evaluated on total phenolic, vitamin C, ash and mineral content and antioxidant activity. Two methods using boiled water or steam for blanching and domestic and semi-industrial for freezing were applied. The results showed that washing did not have any significant effect on vitamin C and total phenolic content, antioxidant activity and firmness in pepper while blanching caused a considerable reduction in these parameters as vitamin C reduced from 1498.6 in fresh pepper to 1025.4 in the samples blanched by boiled water and 392.2 mg/ 100 g db in pepper blanched by steam. Antioxidant activity also reduced from 70.5% in fresh pepper to 58.6% and 57.1% in the samples blanched by boiled water and steam, respectively. The findings revealed that washing and the type of freezing did not have any significant effect on amount of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant activity and stiffness whereas blanching showed a significant effect.

Key words: Antioxidant activity, Pepper, Storage, Washing, Blanching

* Corresponding Author E-Mail Address: amirgoli@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]