

تأثیر پیش تیمارهای مختلف پیش از خشک کردن سیر بر کیفیت پودر سیر تولیدی

پریا پیشوافرد^{1*}، صدیف آزادمرد دمیرچی^{2,3}

- 1- کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران
 2- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
 3- مرکز تحقیقات ایمنی غذا و دارو، پژوهشکده مدیریت سلامت و ارتقای ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: 98/08/05 تاریخ پذیرش: 99/02/09)

چکیده

خشک کردن به دلیل تغییرات نامطلوب فیزیکی و شیمیایی، یکی از فرآیندهای دشوار در صنعت غذا به ویژه در تولید پودر سیر می‌باشد. در این پژوهش، برای جلوگیری از واکنش میلارد از پیش تیمارهای متابولی سولفیت سدیم (0/5 درصد)، نمک (10 درصد) و اسیدسیتریک (تا رسیدن به pH=4)، استفاده شد. ابتدا سیرهای تازه، پس از آماده سازی مطابق روش متداول صنعتی، در داخل محلول‌های تهیه شده، به مدت 2 دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس سیرهای تیمار شده در دماهای 80 °C و 90 °C تا رطوبت 5/2 درصد به روش کابینتی خشک شدند و اثر آن بر برخی از ویژگی‌های کیفی سیر خشک شده در طی نگهداری مطالعه شد. در روزهای اول، 30ام و 60ام، پارامترهای درصد رطوبت، مقدار ویتامین ث، میزان قهوه‌ای شدن، مقدار فلاونوئید و مقدار pH برای پودرهای تولیدی تعیین و با نمونه کنترل (بدون تیمار) مقایسه گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد مقدار رطوبت در همه‌ی تیمارها در طی نگهداری تغییر معنی‌داری نداشت. نمونه کنترل بیشترین میزان بدرنگی و قهوه‌ای شدن را در بین نمونه‌ها داشت. بعلاوه محلول بودن فلاونوئیدها و ویتامین ث در آب، تمامی پیش تیمارها موجب کاهش مقدار این ترکیبات در پودر سیر تولیدی شدند. بطور کلی، با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه، پیش تیمارها موجب تولید پودر سیر روشن‌تری نسبت به نمونه کنترل می‌شوند که می‌تواند بازار پسنندی این محصول را افزایش دهد و پیش تیمار با نمک از لحاظ کیفیت، بیشترین تأثیر را در تولید پودر سیر با رنگ مناسب داشت.

کلید واژگان: سیر، قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی، ویتامین ث، فلاونوئید، pH.

* مسئول مکاتبات: parya.pishva@yahoo.com

1- مقدمه

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین، عمومی‌ترین و متنوع‌ترین فرآیندهای مورد استفاده در صنایع غذایی است. یکی از این موارد که این فرایند استفاده می‌شود خشک کردن میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد. با توجه به استفاده زیاد از سیر خشک شده و پودر سیر، خشک کردن سیر نیز روشی متداول در صنایع غذایی می‌باشد. سیر خشک شده به صورت پودر شده کاربردهای فراوانی در تولید و فرمولاسیون محصولات غذایی دارد، اما در هنگام خشک کردن به دلیل قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی (واکنش میلارد)، رنگ پودر سیر قهوه‌ای می‌شود که موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی آن می‌شود.

سیر *Allium Sativum* گیاهی است، علفی تک‌په از خانواده‌ی لیلیاسه و دارای مصارف غذایی و دارویی فراوانی است [1]. سیر دارای ترکیباتی با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی، اسانس‌ها و ترکیبات فلاونوئیدی است [2]. این محصول کشاورزی بصورت خشک و پودر شده از نظر اقتصادی دارای اهمیت زیادی است [3]. با توجه به کاربرد فراوان این محصول در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی مختلف و همچنین استفاده از بعنوان چاشنی و ادویه در صنایع غذایی و در رژیم غذایی روزانه، تقاضا برای سیر خشک شده و یا پودر آن به شدت افزایش یافته است. همچنین امروزه از سیر در مصارف دارویی نیز استفاده می‌شود و پودر سیر را به صورت‌های مختلف مانند قرص سیر به بازار عرضه می‌کنند.

میزان رطوبت حبه‌های سیر به هنگام خشک کردن از مقدار اولیه 60-65 درصد به مقدار پایینتر از 6 درصد کاهش پیدا می‌کند که نگهداری طولانی مدت آن بدون خراب و فاسد شدن امکانپذیر می‌شود. یکی از مهم‌ترین معایب خشک کردن سیر از بین رفتن خواص تغذیه‌ای و قهوه‌ای شدن آن می‌باشد که تاثیر بسزایی در بازارپسندی آن می‌گذارد [4]. موتا و همکاران، گزارش کردند که برخی از ترکیبات موجود در سیر همانند قند، اسیدیت، ویتامین‌ث به هنگام خشک کردن تحت تاثیر قرار می‌گیرند و برخی مواد همانند خاکستر، پروتئین و فیبر خام دست‌خوش تغییرات قرار نمی‌گیرند [5].

روش‌های مختلفی برای خشک کردن محصولات کشاورزی وجود دارد که متداولترین آنها که کاربرد زیادی در صنعت به خصوص در مقیاسهای کوچکتر دارد خشک کردن کابینتی

می‌باشد. در این نوع از سیستم‌های خشک‌کن، برای قرار دادن محصول در معرض هوای گرم در یک فضای بسته، از سینی استفاده می‌شود. سینی‌های حاوی محصول در داخل یک کابینت یا محیط مشابه در معرض هوای گرم قرار داده می‌شوند تا فرآیند آب‌زدایی و خشک کردن صورت گیرد. از خشک‌کن کابینتی برای خشک کردن مواد غذایی به طور گسترده در سطح تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این نوع خشک‌کن دمای عملیاتی تاثیر عمده‌ای بر روی کیفیت محصول خشک شده می‌گذارد [7 و 8].

رنگ یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی در مواد غذایی می‌باشد که در کاربرد و بازار پسندی آن نقش دارد. واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیرآنزیمی از مهم‌ترین واکنش‌های تغییر رنگی است که در طی فرآوری و خشک کردن در میوه‌ها و سبزی‌ها رخ می‌دهد [9]. اغلب از پیش‌تیمارهای مختلفی در خشک کردن میوه‌ها و سبزی‌ها در صنایع غذایی استفاده می‌شود تا سرعت واکنش‌های مخرب کاهش یابد و محصولی با کیفیت مناسب تولید شود. هدف از این پژوهش نیز با توجه به اهمیت سیر و پودر آن در صنایع غذایی و دارویی، استفاده از پیش تیمارهای مختلف قبل از خشک کردن سیر برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن و تغییر رنگ پودر سیر تولیدی می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

سیر تازه و نمک از بازار محلی (تبریز) تهیه شد. تمامی مواد شیمیایی استفاده شده (اسید کلریدریک، یدید پتاسیم، یدات پتاسیم، نشاسته، متانول، اتانول، اسید سیتریک، آلومینیوم کلراید، متابی سولفیت سدیم) ساخت شرکت مرک بودند.

2-2- آماده سازی نمونه

سیرها یک روز قبل از روز خشک کردن، به صورت تازه تهیه و در دمای اتاق در داخل پلاستیک نگهداری شدند. در روز آزمایش به صورت کامل پوست‌کنی و سپس دو بار با آب شستشو داده شد و پس از آب‌کشی، سیرها توسط رنده به اسلایس‌های ریزی رنده شدند. ضخامت کمتر از 1 میلی متر و طول هر کدام کمتر از 1 سانتی متر بود. سیرهای رنده شده در سه تیمار برای خشک کردن آماده‌سازی شدند که عبارتند از سیرهای بدون تیمار (T1)، تیمار با اسیدسیتریک با pH=4 (T2)، تیمار با

دمای اتاق در داخل این محلولهای تهیه شده برای پیش تیمارها غوطه‌ور شدند و سپس به روش کابینتی به صورت یکسان در داخل سینی‌های مخصوص خشک‌کن، در دمای 80°C به مدت 4 ساعت و 90°C به مدت 3 ساعت تا رطوبت 5/2 درصد به روش کابینتی خشک شدند. سپس سیرهای خشک شده توسط آسیاب کن برقی، پودر شد و از الک با مش 20 عبور داده شد. پودر سیر در پلاستیک غیر قابل نفوذ به رطوبت در دمای اتاق بسته بندی و در داخل کمد، در نور کم نگهداری شد و در روز 1 و 30 و 60 آزمایش‌های کیفی روی پودر سیر انجام گرفت.

متابیتی سولفیت سدیم 0/5 درصد (T3) و تیمار با نمک بدون ید (NaCl 10%) (T4). لازم به ذکر است که قبل از انتخاب این تیمارها، درصدهای مختلفی از مواد مورد استفاده در پیش تیمارها، آزمایش شدند و از لحاظ تولید رنگ و میزان قهوه‌ای شدن بهترین تیمار برای بررسی‌های بیشتر انتخاب شد. برای مثال از متابیتی سولفیت سدیم با درصدهای 0/5، 1، 1/5، 2/5 و 5% در پیش تیمارها استفاده شد و در نهایت به دلیل رنگ مناسب و مقدار مجاز بودن این مواد، تیمار با 0/5% انتخاب شد (شکل 1). سپس سیرهای رنده شده به نسبت 2 به 3 به مدت 2 دقیقه در

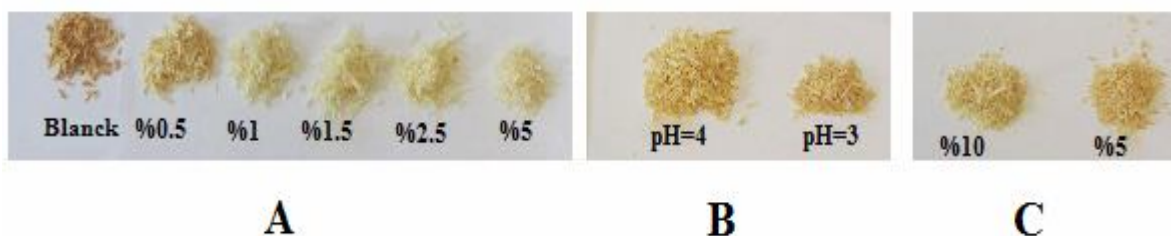


Fig 1 The effect of pretreatments on dried garlics powder: A) Sodium metabisulfite; B) Citric Acid, C) NaCl

سپس به روی هر کدام از نمونه‌ها 10 میلی‌لیتر متانول 80% اضافه گردید و به مدت 2 ساعت در دمای اتاق توسط شیکر هم زده شد. بعد از 2 ساعت، به مدت 15 دقیقه نیز توسط سانتریفیوژ با دور 1000، سانتریفیوژ گردید و سپس هر کدام از عصاره‌های سیر توسط متانول 80% به حجم 100 میلی‌لیتری رسانده شد. در نهایت 0/5 میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده با 0/5 میلی‌لیتر AlCl_3 اتانولی 2% مخلوط گردید، به مدت 1 ساعت در دمای اتاق نگهداری شد و سرانجام جذب هر کدام از نمونه‌ها با طول موج $\lambda = 420 \text{ nm}$ اندازه‌گیری گردید [14].

2-6- اندازه‌گیری ویتامین ث

اندازه‌گیری ویتامین ث موجود در پودر سیر تولیدی با استفاده از روش یدومتری انجام شد [10].

2-7- اندازه‌گیری میزان رطوبت

اندازه‌گیری مقدار رطوبت با روش آون بوسيله خشک کردن در دمای 102°C به مدت 4 ساعت انجام گرفت.

3- طرح آماری

این پژوهش، بصورت آزمایش‌های فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و آنالیز داده‌ها در سطح احتمال 5 درصد با

2-3- اندازه‌گیری pH

ابتدا به مقدار 4 گرم از پودر سیر را برداشته و توسط ترازو 0/0001 توزین گردید. سپس به داخل بشر 50 میلی‌لیتر منتقل شد و به روی هر کدام از نمونه‌ها 20 میلی‌متر آب مقطر اضافه شد. سپس به مدت 5 دقیقه با اسپاتول به طور کامل مخلوط گردید تا این‌که نمونه کاملاً یکنواخت گردید و همگن شدند. پس از آن، با استفاده از pH متر که قبلاً توسط محلول بافری کالیبره شده بود، pH ها اندازه‌گیری شدند [12].

2-4- اندازه‌گیری میزان قهوه‌ای شدن

ابتدا به مقدار 0/3 گرم از نمونه‌های پودر سیر در بشری توزین شدند، بعد به روی هر کدام از نمونه‌ها به مقدار 15 میلی‌لیتر، NaCl 10% اضافه شد و بعد از 1 ساعت نگهداری در دمای اتاق، نمونه‌ها از صافی گذرانده شدند و به مدت 20 دقیقه مجدداً در دمای اتاق نگهداری شدند. در نهایت میزان قهوه‌ای شدن هر کدام از نمونه‌ها با طول موج $\lambda = 420 \text{ nm}$ توسط اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری شدند [13].

2-5- اندازه‌گیری فلاونوئید

ابتدا به مقدار 0/2 گرم از پودر سیر به لوله آزمایشی منتقل شد.

خشک شدند. بعد از فرایند خشک شدن، پودر سیرهای تیمار شده به مدت 2 ماه در دمای اتاق 25°C در نور کم نگهداری شدند و مقدار رطوبت پودر سیر بدست آمده از تمامی پیش تیمارها، به علت نگهداری پودر سیر در بسته های غیرقابل نفوذ به رطوبت ثابت ماندند.

pH -2-4

نتایج حاصل از آنالیز و مقایسه میانگین pH نشان داد که تیمارهای اعمال شده اثر معنی داری ($P<0/05$) در pH داشته است. در روز یک در بین تیمارها، پودر سیر حاصل از پیش تیمار اسید سیتریک کمترین pH را داشت که بخاطر اسیدی بودن شرایط نیز قابل انتظار بود (جدول 1). سایر پیش تیمارها اثر چندانی بر pH پودرهای سیر تولیدی نداشتند. در طی نگهداری نیز تغییرات زیادی در pH اتفاق نیافتاد و نمونه پیش تیمار شده با اسید سیتریک دارای کمترین pH بود.

استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگینها از روش دانکن و رسم نمودار از نرم افزار Excel 2010 استفاده شد.

4- نتایج و بررسی

1-4- رطوبت

دمای آون در کاهش میزان رطوبت سیرهای اسلایس شده تاثیر معنی داری داشت. به طوری که با افزایش میزان دمای آون زمان خشک شدن کاهش پیدا کرد و سرعت خشک شدن سیرهای اسلایس شده افزایش یافت. به طوری که سیرهای اسلایس شده در دمای 80°C در مدت 4 ساعت تا رطوبت 5/2% خشک شدند ولی با افزایش دمای آون به 90°C این مدت زمان خشک شدن به علت حرکت سریع تر رطوبت به سطح و تبخیر آنها کاهش یافت و در مدت 3 ساعت تا رسیدن به همان درصد رطوبت

Table 1 Effect of different pretreatments and storage on the pH of garlic powder.

Day 60		Day 30		Day 1		Sample
Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C	
6.38 ± 0.057^{aA}	6.34 ± 0.032^{bA}	6.87 ± 0.078^{aA}	6.56 ± 0.108^{bB}	6.46 ± 0.176^{aA}	$6.37\pm 0.070^{aB^{***}}$	Control(T1)
5.42 ± 0.035^{bB}	5.59 ± 0.300^{cA}	6.72 ± 0.225^{cA}	5.57 ± 0.327^{cB}	5.66 ± 0.235^{cB}	5.80 ± 0.125^{bA}	Citric Acid (T2)
6.38 ± 0.161^{aA}	6.41 ± 0.023^{aA}	6.72 ± 0.060^{aB}	6.93 ± 0.095^{aA}	6.38 ± 0.011^{aA}	6.37 ± 0.005^{aA}	Sodium metabisulfite (T3)
6.30 ± 0.040^{aA}	6.40 ± 0.015^{aA}	6.54 ± 0.068^{bB}	6.69 ± 0.078^{bA}	6.29 ± 0.040^{bB}	6.50 ± 0.338^{aA}	NaCl(T4)

*The lower case letters indicate a statistical difference ($p<0.05$) between treatments.

**Upper case letters indicate statistical difference ($p<0.05$) between temperatures.

***Drying temperature

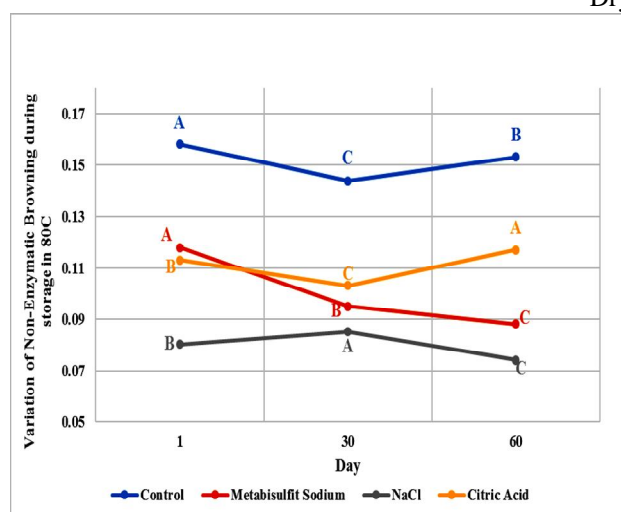


Fig 2 Effect of different pretreatment and storage on the browning of garlcs dried at 80°C . Different letters indicate a statistical difference ($p<0.05$).

3-4- مقدار قهوه‌ای شدن پودر سیر

تیمارهای اعمال شده اثر معنی داری ($P<0/05$) در مقدار قهوه‌ای شدن پودر سیر تولیدی داشت. با توجه به شکل‌های 2 و 3 میزان قهوه‌ای شدن دارای کمترین مقدار در (T4) در هر دو دما بود که به علت کاهش فعالیت آبی توسط نمک، میزان رطوبت نیز کمتر شده، در نهایت قهوه‌ای شدن نیز کاهش پیدا کرد. اما، نمونه (T1) دارای بیشترین مقدار قهوه‌ای شدن را دارا بود که پیش تیماری در آن انجام نشده بود. در طی نگهداری مقدار قهوه‌ای شدن در نمونه‌های پودر دارای سیر نزولی و سپس افزایش بود. البته مقدار نهایی بعد از نگهداری به مدد 60 روز کمتر از مقدار روز اول بود. در روز آخر مقدار قهوه‌ای شدن در سیرهای (T4) در هر دو دما دارای کمترین مقدار بود.

4-4- مقدار فلاونوئید در پودر سیر

پیش تیمارهای اعمال شده اثر معنی‌داری ($P < 0/05$) در مقدار فلاونوئید پودر سیرهای تولیدی داشت. عموماً، مقدار فلاونوئیدها با افزایش دمای خشک کردن کاهش یافت که می‌تواند ناشی از تجزیه و اتلاف آنها باشد (جدول 2). پیش تیمارها موجب کاهش فلاونوئیدها شد که می‌تواند ناشی از محلول بودن آنها در آب باشد که در طی پیش تیمار به محلولهای آبی اتلاف شدند. کاهش فلاونوئیدها در روز 30 و افزایش آن در روز 60 به این دلیل است که برخی از فلاونوئیدها بصورت کمپلکس بوده و جذبی در اسپکتروفتومتری نشان نمی‌دهند و در طی نگهداری آزاد شده و مقدار آنها افزایش می‌یابند. در طی نگهداری 60 روزه میزان فلاونوئید در دمای 90°C در (T1) افزایش و در همه ی پیش تیمارها کاهش یافت و در دمای 80°C میزان فلاونوئید در همه پیش تیمارها به غیر از (T3) کاهش یافت. مطالعات روی اثر خشک کردن با هوای داغ بر تغییرات محتوای فنلی و فلاونوئیدی نشان داده است که هر چقدر میزان دمای خشک کردن پایین‌تر باشد سیر خشک شده بیشترین مقدار مواد خود را، از جمله ترکیبات پلی‌فنلی و فلاونوئیدی حفظ خواهد کرد [16].

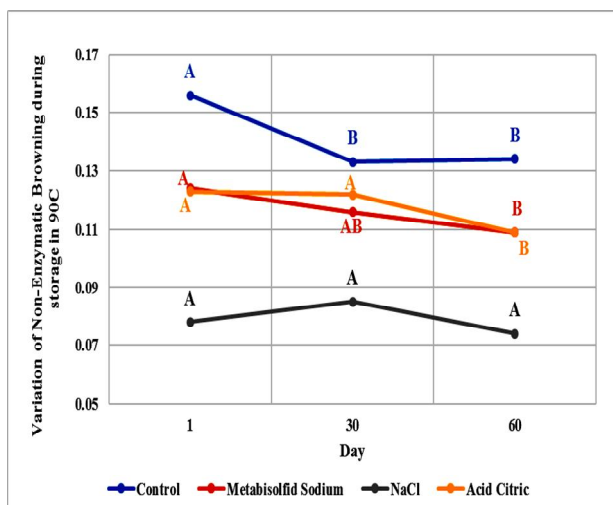


Fig 3 Effect of different pretreatment and storage on the browning of garlics dried at 90°C . Different letters indicate a statistical difference ($p < 0.05$).

رسولی و همکاران [15] گزارش کردند که خشک کردن سیر پیش تیمار شده در دمای بالا سبب انجام واکنش‌های شیمیایی، از جمله قهوه‌ای شدن می‌شود که در نهایت، این واکنش سبب تیره شدن محصول نهایی و پذیرش کمتر توسط مصرف کننده می‌شود.

Table 2 Effect of different pretreatments and storage on the flavonoid content (mg /g) changes of garlic powders

Day 60		Day 30		Day 1		Sample
Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C^{***}	
0.040 ± 0.002^{bB}	0.055 ± 0.006^{cA}	0.038 ± 0.004^{aA}	0.036 ± 0.003^{aA}	0.114 ± 0.001^{aA}	$0.041 \pm 0.005^{a^*B^{**}}$	Control(T1)
0.035 ± 0.001^{cA}	0.024 ± 0.001^{cB}	0.030 ± 0.003^{cA}	0.026 ± 0.004^{cB}	0.052 ± 0.005^{bA}	0.035 ± 0.001^{cB}	Citric Acid(T2)
0.040 ± 0.002^{aA}	0.014 ± 0.003^{dB}	0.027 ± 0.002^{dA}	0.013 ± 0.002^{dB}	0.046 ± 0.006^{cA}	0.024 ± 0.002^{eB}	Sodium metabisulfite (T3)
0.026 ± 0.001^{dB}	0.030 ± 0.001^{bA}	0.035 ± 0.004^{bA}	0.029 ± 0.004^{bB}	0.042 ± 0.002^{dA}	0.038 ± 0.002^{bB}	NaCl(T4)

*The lowercase letters indicate a statistical difference ($p < 0.05$) between treatments.

**Uppercase letters indicate statistical difference ($p < 0.05$) between temperatures.

***Drying temperature

معنی‌داری ($P < 0/05$) در مقدار ویتامین ث داشت (جدول 3). مقدار ویتامین ث در هر دو دمای خشک کردن، بیشترین مقدار در (T1) و کمترین مقدار در (T4) بود. در طی نگهداری مقدار ویتامین ث در همه نمونه‌های پودر سیر عموماً کاهش یافته بود و نمونه کنترل خشک شده در دمای 80°C مقدار ویتامین ث بیشتری داشت. علت بیشتر بودن ویتامین ث در نمونه کنترل،

4-5- مقدار ویتامین ث در پودر سیر

ویتامین ث یکی از مهمترین و حساس ترین ویتامین‌ها بوده و در شرایط دمایی بالا حین فرآوری و نگهداری مواد غذایی به دلیل مجاورت در معرض هوا اکسید شده و مقداری بیشتری از آن از بین می‌رود. نتایج حاصل نشان داد که تیمارهای اعمال شده اثر

موجود در سبزی‌ها کاهش می‌یابند [17]. سیر تازه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و بوده و هر چند که میزان حرارت‌دهی به سیر کمتر باشد میزان ویتامین‌های موجود در آن از جمله A و B و C و ترکیباتی هم‌چون کارتنوئیدها بیشتر حفظ می‌شود [18].

کاهش ویتامین‌ها در نمونه‌های پیش تیمار شده بخاطر ماهیت محلول در آب بودن ویتامین‌ها است که در طی پیش تیمار از سیر خارج و وارد فاز آبی می‌شود. مطالعه‌های دیگر هم نشان دادند که در طول پختن با تغییر درجه حرارت، ویتامین‌های

Table 3 Effect of pretreatments and storage on the vitamin C content (mg / g) of garlic powders.

Day 60		Day 30		Day 1		Sample
Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C	Temperature 80°C	Temperature 90°C***	
1.09±0.01 ^{aA}	0.87±0.01 ^{bA}	1.09±0.01 ^{aA}	0.76±0.01 ^{bB}	1.31±0.01 ^{aA}	1.25±0.01 ^{aB**}	Control(T1)
0.87±0.01 ^{bA}	0.81±0.05 ^{bB}	0.87±0.01 ^{bA}	0.81±0.05 ^{aB}	0.87±0.11 ^{bB}	0.98±0.01 ^{bA}	Acid Citric (T2)
0.81±0.05 ^{cA}	0.76±0.01 ^{cB}	0.87±0.01 ^{bA}	0.54±0.01 ^{cB}	0.73±0.03 ^{cB}	0.87±0.01 ^{aC}	Sodium metabisulfit (T3)
0.70±0.05 ^{dA}	0.81±0.05 ^{bA}	0.70±0.05 ^{cB}	0.81±0.05 ^{aA}	0.70±0.05 ^{cA}	0.65±0.01 ^{eB}	NaCl (T4)

*The lowercase letters indicate a statistical difference at the 0.05 level between treatments.

**Uppercase letters indicate statistical difference at 0.05 level between temperatures.

***Drying temperature

of Agricultural Machinery, 2(1), 67-73.

[4] Sharma, G.P. & Prasad, S. (2006). Optimization of process parameters for microwave drying of garlic cloves. *Journal of Food Engineering*, 75(4), 441- 446.

[5] Mota. C.L., Luciano, C., Dias, A., Barroca, M.J. & Guine, R.P.F. (2010). Convective drying of onion: Kinetics and nutritional evaluation. *Food and Bioproducts Processing*, 88(2-3), 115-123.

[6] Afshari Jooybari, H., Farahnaky, A., Majzooobi, M., Mesbahi, Gh. R., Niakousari, M. 2012. Study of color changes of Mazafati date during drying for selecting optimum air temperature of drier. *Food Science and Technology*, 9(36)1-10 (in Persian).

[7] Banooni, S. 2011. *Guide to Industrial Drying*. Ahwaz University Press. (in Persian).

[8] Abbasi, n. Mousavi, d. Mohebi, d. 2010. Mathematical modeling of drying process onions to hot air dryer. *Research Journal of Food Science and Technology*, 6: 234- 229.

[9] Barrerio, J.A., Milano, M. & Sandova, A. (1997). Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, 33(3-4): 359- 371.

[10] Azadmard Damirchi, S. (2012). *Food Chemistry and Analysis*. Tabriz: Amidi Press. (In Persian)

[11] Liu, R.H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals.

5- نتیجه گیری

پیش تیمار سیر موجب کاهش در میزات ترکیبات محلول در آب همچون ویتامین‌ها و فلاونوئیدها شد ولی پیش تیمارهای مختلف با توجه به اثرات مختلفی که در جلوگیری از قهوه‌ای شدن غیرآزیمی داشتند در تولید پودر سیری با رنگ مناسب نقش به سزایی داشتند و تمامی پودر سیرهای تولیدی از نمونه‌های سیر پیش تیمار شده رنگ روشنتری نسبت به نمونه کنترل داشتند. تیمار با محلول نمک نیز در بین پیش تیمارها اثر بیشتری در جلوگیری از بدرنگی پودر سیر تولیدی داشت.

6- منابع

[1] Dyer, J. (2004). Choosing, growing, using and selling garlic for small-scale growers in Ontario, *Seeds of Diversity Canada (SODC)*, https://www.seeds.ca/library/articles/2004_03_Dyer_Garlic.htm.

[2] Ginsberg, H.N. & Karmally, W. (2000). Nutrition, lipids, and cardiovascular disease. In M.H. Stipanuk (Ed.), *Biochemical and physiological aspects of human nutrition*. (pp. 917-944). WB. Saunders Company, Philadelphia, PA.

[3] Rasouli, M. & Seiedlou, S. (2012). Brief Report: A study of the shrinkage changes and mathematical modeling of garlic (*Allium sativum* L.) during convective drying. *Journal*

- Drying kinetics, mathematical modeling and change in color. *Australian Journal of Crop Science*, 5(13), 1707- 1714.
- [16] Delir, T., Arabshahi, S. & Fadawy, A. (2014). Study into the effect of drying with hot air on phenolic and flavonoid content changes *Allium* (*Allium Ursinum* L). In: Proceedings of 3rd National Conference on Food Science and Technology, 22 Sep., Islamic Azad University (Quchan Branch), Quchan, Iran. (In Persian)
- [17] Lin Ch.H. & Chang Ch.Y. (2005). Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. *Food Chemistry*, 90(1-2), 9-15.
- Shirzad, H., Taji, F. & Rafieian, M. (2011). The effect of heating on useful components of Garlic. *Armaghane Danesh Journal*, 16(1), 9-20. (In Persian).
- The American Journal of Clinical Nutrition, 78 (3), 517S- 520S.
- [12] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI No. 2852) (2006). Milk and milk products- Determination of titrable acidity and value pH- Test method, Tehran, Iran. (In Persian)
- [13] Rapusas, R.S. & Driscoll, R.H. (1995). Kinetics of non-enzymatic browning in onion slices during isothermal heating. *Journal of Food Engineering*, 24(3), 417- 429.
- [14] Kim, J.S., Kang, O.J. & Gweon, O.Ch. (2013). Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 80-86.
- [15] Rasouli, M., Seiedlou, S., Ghasemzadeh, H.R. & Nalbandi, H. (2011). Convective drying of garlic (*Allium sativum* L.): Part 1:

The effect of different pre-treatments before garlic drying on the quality of produced garlic powder

Pishvafard, P.^{1*}, Azadmard-Damirchi, S.^{2,3}

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shabestar Branch, Shabestar, Iran
2. Professor, Department of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3. Food and Drug Safety Research Center, Health Management and Safety Promotion Research Institute, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

(Received: 2019/10/27 Accepted:2020/04/28)

Drying due to the adverse physical and chemical changes is one of the most difficult processes in the food industry, especially to produce garlic powder. In this study, in order to avoid the Maillard reaction, garlics were pretreated by 0.5% sodium metabisulfite, 10% NaCl and citric acid (up to pH = 4) solutions. For this purpose, first, fresh garlic, after preparation according to the usual industrial method, was immersed in the pretreatment solution for 2 minutes at room temperature. The treated garlic was dried using cabinet method at 80 °C and 90 °C to achieve 5.2% water content, and then stored for 60 days at room temperature to evaluation of some quality characteristics including moisture content, vitamin C content, browning level, flavonoid content and pH. Based on the obtained results, moisture content did not change significantly in all treatments during storage. Control sample (without pretreatment) had had the highest off color and browning. Flavonoid and vitamin C contents were reduced in pretreated samples due to their solubility in water. Generally, based on the obtained results, garlic powder produced by pretreatments had lighter color than control sample which could increase their market acceptance and pretreatment with salt had highest effect in the production of garlic powder with a suitable color.

Keywords: Garlic, Non-Enzymatic browning, Vitamin C, Flavonoid, pH.

*Corresponding Author E-Mail Address: parya.pishva@yahoo.com