بررسی اثر دما و اندازه نمونه بر تغییرات رنگ، اسید پیرویک و آلیسین سیر توده بومی شوشتر پس از خشک شدن

علی رضوانی‌اقدم[a*]، سید محمد حسین آل‌عمرانی‌نژاد[a]، جواد خزایی[b]

[a] *مربی گروه کشاورزی، واحد خرمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خرمشهر، ایران*
[b] *دانشیار گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۴/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۸/۱۹

چکیده

مقدمه: سیر خشک با خواص دارویی و غذایی متعدد، بصورت ورقه یا پودر در تهیه غذاهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشتر خواص دارویی و تغذیه‌ای سیر به آلیسین (ترکیبی از گروه تیوسولفینات‌ها) نسبت داده می‌شود. این ترکیب در اثر اعمال تنش‌های فیزیکی طی یک فرآیند آنزیمی تولید می‌شود. با توجه به تاثیر دما و اندازه نمونه بر فعالیت‌های آنزیمی، دمای خشک کردن و اندازه نمونه می‌توانند دو عامل بسیار مهم در ممانعت از تغییر رنگ و کاهش آلیسین و اسید پیرویک موجود در سیر حین فرآیند خشک شدن باشند.

مواد و روش‌ها: طی این تحقیق اثرات دمای خشک کردن و اندازه نمونه بر برخی ویژگی‌های کیفی پودر سیر شامل رنگ، مقدار اسید پیرویک و آلیسین بررسی گردید. به منظور مطالعه اثر اندازه نمونه و دمای خشک کردن بر سیر خشک شده، حبه‌های کامل، دونیم و چرخ‌شده سیر بومی شوشتر در دماهای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۲۲٪ خشک گردیدند.

یافته‌ها: بر اساس نتایج حاصله با افزایش دمای خشک‌کن از ۵۰ به ۷۰ درجه سانتی‌گراد، رنگ حبه‌های دونیم شده تغییر نموده و مقدار اسیدپیرویک و آلیسین موجود در آنها افزایش یافت. مقدار اسید پیرویک و رنگ نمونه‌های چرخ‌شده بطور معنی‌دار تحت تاثیر دمای خشک‌کن قرار نگرفتند، اما میزان آلیسین نمونه‌های چرخ شده با افزایش دما کاهش یافت. حبه‌های کامل پس از خشک شدن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با تغییر رنگ مواجه نشدند، اما مقدار اسید پیرویک و آلیسین موجود در آنها به‌شدت کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، خشک کردن حبه‌های دونیم‌شده در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد را می‌توان به عنوان مناسب‌ترین شرایط خشک کردن سیر به منظور تهیه پودر سیر معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: *آلیسین، اسید پیروویک، خشک کردن، رنگ، سیر*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: rezvaniaghdam@gmail.com

مقدمه

سیر (*Allium sativum* L.) با خواص دارویی و غذایی متعدد، بعنوان یک غذای سالم، همچنین نوع خشک شده آن بصورت ورقه یا پودر، بعنوان یک افزودنی باارزش در بسیاری از کشورهای جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sagar, 2010). سیر محتوی کلسیم، فسفر، سلنیوم و منگنز فراوان بوده و از نظر دارا بودن ویتامین‌های C، B_6 و A نیز حائز اهمیت می‌باشد. مقدار بسیار کم چربی‌های اشباع شده، کلسترول و سدیم نیز از دیگر فواید قسمت قابل استفاده این گیاه و فرآورده‌های آن محسوب می‌گردد (Abano *et al*., 2011). فواید دارویی بسیار زیادی نظیر خواص ضدمیکروبی، ضدسرطانی، آنتی‌اکسیدانی، بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن (Thornthwaite, 2012)، توانایی در کاهش خطر بیماری‌های قلبی- عروقی، کاهش فشار خون (Ried *et al*., 2010)، کاهش سطح کلسترول خون (نظری، ۱۳۸۷) و در یافته‌های جدید علمی کمک به جذب داروهای مربوط به بیماری‌های قلبی- عروقی و ویروسی برای گیاه سیر ذکر شده است (Berginc & Albin, 2013). بیشتر خواص دارویی و بهداشتی سیر را به آلیسین[1] ترکیبی از (گروه تیوسولفینات‌ها[2]) نسبت می‌دهند. این ترکیب به‌طور طبیعی در گیاه تولید نمی‌شود بلکه فرآورده ثانویه حاصل از تخریب نوعی سیستئین سولفوکسید به نام آلیین[3] می‌باشد. آلیناز[4] مهم‌ترین آنزیم موجود در این خانواده گیاهی پس از تخریب بافت‌های گیاه سیر بر ماده آلیین اثر نموده و آنرا به آلیسین یک ترکیب بسیار ناپایدار و اسید پیرویک تبدیل می‌نماید. با توجه به تاثیر عوامل محیطی و شرایط فرآوری بر مقدار این ترکیب، می‌توان با انتخاب شرایط مناسب فرآوری از کاهش این ترکیب با ارزش ممانعت به‌عمل آورد (Abano *et al*., 2011; Thornthwai, 2012). با توجه به تولید این ترکیب طی فرآیند آنزیمی، دمای خشک کردن فاکتوری تاثیرگذار بر تولید این ترکیب می‌باشد. نتایج تحقیقات مختلف، حداقل کاهش آلیسین را در سیرهای خشک شده تحت دماهای ۴۵ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند (Abano *et al*., 2011; Rahman, 2009; Ratti, *et al*., 2007). با توجه به تولید آلیسین در اثر ایجاد برش، ضخامت ورقه‌های سیر نیز فاکتوری تاثیرگذار بر میزان آلیسین محسوب می‌گردند، به‌طوری‌که افزایش قطر ورقه‌ها با افزایش بازیابی آلیسین همراه بوده است (Rahman, 2009). اگر چه استفاده از پیش تیمارهای خشک کردن بر میزان آلیسن اثر قابل توجهی نداشت (Abano *et al*., 2011)، اما استفاده از فن‌آوری‌های جدید مانند ماکروویو و خلا به بازیابی بیشتر آلیسین منجر گردید. خشک نمودن سیر داخل ماکروویرو به مدت ۳ دقیقه تحت توان ۳۷۶/۱ وات، ۳ دقیقه تحت توان ۲۸۲/۱ وات، ۹ دقیقه تحت توان ۱۸۸ وات و در نهایت ۳ دقیقه تحت توان ۹۴ وات منجر به بازیابی ۹۰/۲ درصد آلیسین موجود در نمونه‌ها گردید (Li *et al*., 2007).

میزان اسید پیرویک نیز تحت تاثیر شرایط خشک شدن قرار می‌گیرد. در تحقیق صورت گرفته توسط بیات (۱۳۸۵) کاهش اسید پیرویک با افزایش دما مشاهده گردید (بیات، ۱۳۸۵).

بیات (۱۳۸۵)، Abano و همکاران (۲۰۱۱)، رسولی و همکاران (۲۰۱۱)، Sacilik و Unal (۲۰۰۵) و Sharma و Prasad (۲۰۰۶) اثر شرایط خشک شدن بر صفات ظاهری شامل رنگ، بو و طعم گزارش نمودند (بیات، ۱۳۸۵؛ Rasouli *et al*., 2011; Abano *et al*., 2011; Sacilik & Unal, 2005; Sharma & Prasad, 2006).

دما و ضخامت ورقه‌های سیر دو فاکتور تاثیرگذار بر رنگ سیر خشک شده می‌باشند، به‌طوریکه افزایش دما از ۵۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد و افزایش ضخامت ورقه‌های سیر از ۲ تا ۴ میلی‌متر منجر به تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌ها گردید(Rasouli *et al*., 2011). در تحقیق دیگری نیز نتایجی مشابه حاصل شد، به‌طوری‌که تغیرات دما بین۴۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد تغیر چندانی بر رنگ سیر خشک شده نداشت، اما افزایش بیشتر دما منجر به تیره‌تر شدن رنگ سیر خشک شده گردید (Sacilik & Unal, 2005). در تحقیق صورت گرفته توسط بیات (۱۳۸۵) تغییر رنگ با افزایش دمای خشک شدن به ویژه دماهای بالاتر از ۶۰ درجه سانتی‌گراد، همچنین کاهش ضخامت ورقه‌های سیر به‌ویژه کمتر از ۲ میلی‌متر مشاهده گردید. مطالعه بیات (۱۳۸۵) دماهای ۵۰ و۶۰ درجه سانتی‌گراد را برای خشک

[1] Allicine [2] Tiosulfinates [3] Aliin [4] Alinaze

کردن ورقه‌های سیر با ضخامت ۲ میلیمتر توصیه نمود (بیات، ۱۳۸۵).

استفاده از پیش تیمارهای خشک کردن نظیر اسید سیتریک، پتاسیم متابی‌سولفیت و اتیلن دی آمین ترا استیک اسید مانع تغییر رنگ محصول خشک شده در دمای بالا می‌گردد، به‌طوریکه در یک تحقیق پیش‌تیمارهای پتاسیم متابی‌سولفیت و سیتریک اسید مانع تغییر رنگ محصول خشک شده در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد گردیدند (Abano *et al*., 2011).

فن‌آوری‌هایی مانند ماکروویو و خلا با تسریع فرآیند خشک کردن و کاهش دمای فرآیند منجر به ممانعت از تغییر رنگ محصول حاصله می‌گردد، به‌طوریکه با استفاده از ماکروویو خلا محصول خشک شده با حداقل تغییر رنگ مواجه گردید در حالیکه نمونه‌های خشک شده در خشک‌کن با تغییر رنگ زیادی همراه بودند. استفاه از توان‌های ۲۴۰، ۴۸۰ و ۷۲۰ وات ماکروویو برای حبه‌های کامل، دونیم شده و ورقه شده، نیز بررسی شد و روشن‌ترین رنگ در حبه‌های کامل خشک شده با توان ۷۲۰ وات مشاهده گردید، در حالیکه تیره‌ترین رنگ در ورقه‌های خشک شده با توان ۲۴۰ وات مشاهده گردید (Figiel, 2009). در تحقیق دیگری استفاده از ماکروویو با قدرت ۴۰ وات، دمای هوای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، و سرعت هوای ۱ متر بر ثانیه از یک سو منجر به کیفیت مناسب محصول گردیده و از طرف دیگر مصرف انرژی را کاهش داد (Sharma & Prasad, 2006).

از آنجایی‌که در اغلب تحقیقات فرآیند خشک کردن بر ورقه‌های نازک سیر انجام شده است و معمولا اختلاف ضخامت ورقه‌های سیر بسیار کم می‌باشد در این تحقیق سعی گردیده است حبه‌های سیر با قطر بسیار زیاد (حبه کامل) و قطر بسیار کم (چرخ شده) تحت فرآیند خشک شدن قرار گیرند. حبه‌های نیمه تقریبا به‌عنوان حد متوسط دو اندازه فوق مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به اثرات نامطلوب دمای بالای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، در این تحقیق این دما به‌عنوان دمای بالا و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان دمای پایین بررسی شده است. در اغلب تحقیقات صورت گرفته به بررسی شرایط خشک کردن بر رنگ پرداخته شده است در این تحقیق علاوه بر رنگ اثر شرایط خشک شدن بر میزان آلیسین و اسید پیرویک نیز بررسی گردیده است. با توجه به نکات فوق‌الذکر، در این تحقیق اثرات دماهای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد، بر رنگ، مقدار اسید پیرویک و آلیسین موجود در پودر سیر حاصل از خشک شدن حبه‌های کامل، دونیمه و چرخ شده سیر بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

- مواد شیمیایی

در این تحقیق از استاندارد دی نیتروفنیل هیدرازین و پیرووات شرکت مرک و آلیسین و پاراهیدروکسی بنزوآت شرکت سیگما استفاده گردید.

- تجهیزات آزمایشگاهی

در خشک‌کن آزمایشگاهی مورد استفاده هوای محیط توسط دمنده از کوره که از تعدادی هیتر الکتریکی تشکیل شده است عبور می‌کند و دمای هوا توسط ترموستات تنظیم می گردد. مقدار هوا و در نتیجه سرعت خروجی هوا از محفظه خشک کن توسط اینورتور تنظیم شد. برای ثابت بودن دما با دقت 1± درجه سلسیوس تعدادی هیتر به طور ثابت و ولتاژی حدود ۲۵ ولت جهت کنترل ترموستات در مدار قرار دارند. با عبور هوا از محفظه‌ای که سبب آرامش (جریان لامینار) هوای عبوری می‌گردد، به زیر محفظه قرارگیری نمونه ها وارد می شود.

برای اندازه گیری آلیسین دستگاه HPLC ساخت کمپانی شیمادزو مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه دارای پمپ K1001 و آشکارساز UV مدل K2501 بود. ستون مورد استفاده جهت تعیین آلیسین از نوع C18 ۱۵۰×۴/۶ میلی‌متر بود.

- تهیه نمونه آزمایشی

برای انجام این آزمایش ابتدا توده‌های سیر بومی شوشتر از این شهرستان خریداری شده و به تهران منتقل گردید. تقریبا یک هفته پس ازبرداشت محصول، آزمایش خشک کردن بر روی حبه‌های سیر با رطوبت ۶۲٪ آغاز گردید. پوست اولیه سیرها با چاقو جدا شده و سیرچه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند. قبل از شروع آزمایش مقدار رطوبت سیر با روش آون تعیین گردید. برای این منظور ۱۰۰ گرم سیر تازه داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه

سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از ۲۴ ساعت وزن شد. سپس با استفاده از فرمول ذیل میزان رطوبت موجود در سیر تعیین گردید (بیات، ۱۳۸۵).

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

- فرآیند خشک کردن

نمونه‌ها پس از پوست‌گیری و جدا نمودن سیرچه‌ها به سه گروه سیرچه‌های کامل(H_1)، سیرچه‌های نصف شده (H_2) و سیرچه‌های چرخ شده (کوبیده شده بوسیله گوشت‌کوب برقی Brown با توان ۳۰۰ وات) (H_3) تقسیم شده و داخل آون قرار گرفتند.

به منظور بررسی اثرات دما برویژگی‌های کیفی تحت بررسی دماهای ۵۰ (T_1) و ۷۰ درجه سانتی‌گراد (T_2) جهت خشک کردن نمونه‌های فوق مورد استفاده قرار گرفتند. ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمایش دستگاه خشک‌کن روشن شده تا به دماهای مورد نظر(۵۰ و۷۰ درجه سانتی‌گراد) برسد. برای انجام فرآیند خشک شدن، حبه‌های کامل، دونیم‌شده و چرخ‌شده داخل دستگاه خشک‌کن تحت دماهای فوق‌الذکر قرار گرفتند. در طول فرآیند خشک شدن هر ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بوسیله ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شده و در صورت عدم تغییر وزن بین دو توزین متوالی عملیات خشک کردن متوقف گردید (بیات، ۱۳۸۵).

- آماده‌سازی نمونه جهت اندازه‌گیری اسید پیرویک و تعیین رنگ

نمونه‌های خشک شده (رطوبت ۱۲ درصد)، جهت انجام آزمایشات کیفی (اندازه‌گیری اسید پیرویک و بررسی تغییر رنگ پودر حاصل) بوسیله آسیاب پودر گردیدند. ۱ گرم پودر با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. برسیله همزن محلول یکنواخت حاصل شده و محلول حاصله پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲ جهت اندازه‌گیری اسید پیرویک و تغییر رنگ مورد استفاده قرار گرفت (بیات، ۱۳۸۵).

- اندازه‌گیری اسید پیرویک

اسید پیرویک به روش کتر ورندل (Ketter & Randle, 1998) اندازه‌گیری شد. به ۱ میلی‌لیتر از محلول فوق یک میلی‌لیترمعرف دی‌نیتروفنیل هیدرازین ۰/۰۱۲۵ درصد و یک میلی‌لیتر آب افزوده و برای مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در پایان با افزودن ۵ میلی‌لیتر سود ۰/۶ نرمال به لوله‌های آزمایش در حضور محلول‌های استاندارد ۰/۰۱، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ میکرومول بر میلی‌لیتر غلظت نمونه‌های آزمایشی در طول موج ۴۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر uv-visible اندازه‌گیری شد (بیات، ۱۳۸۵).

- تعیین رنگ نمونه‌ها

برای تعیین رنگ نمونه‌ها ده میلی‌لیتر از محلول زیر صافی مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور ابتدا مدت ۲۰ دقیقه محلول زیر صافی با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. سپس میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و با میزان جذب نور به‌وسیله آب مقطر به‌عنوان شاهد مقایسه گردید (بیات، ۱۳۸۵).

- تعیین مقدار آلیسین

برای تعیین میزان آلیسین ابتدا سیر خشک شده توسط آسیاب پودر گردید. ۰/۸ گرم از پودر حاصل توسط ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل حمام اولتراسوند مدت ۵ دقیقه تحت دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته تا پودر بصورت هموژنیزه درآید. پودر هموژنیزه ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفته و سپس مدت ۳۰ دقیقه با ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. ۱۰ میلی‌لیتر محلول رویی با استفاده از محلول A (۴۰ حجم اسید فرمیک بدون آب ۱ درصد (v/v) و ۶۰ حجم متانول) به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شده و مدت ۵ دقیقه با ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. ۰/۵ میلی‌لیتر استاندارد داخلی (حاصل حل کردن ۲۰ میلی‌گرم بوتیل پارا هیدوکسی بنزوآت در۱۰۰ میلی‌لیتر متانول- آب ۵۰ به ۵۰) توسط محلول حاصل از دومین سانتریفوژ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و ۲۰ میکرولیتر از آن جهت تزریق به دستگاه استفاده گردید. با بررسی پیک حاصله و مقایسه آن با پیک ماده استاندارد آلیسین که تقریبا در دقیقه سوم حاصل شد (شکل ۱)، میزان آلیسین موجود در نمونه تعیین گردید (Li *et al*., 2007).

- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق دو فاکتور اندازه نمونه و دمای خشک شدن بر تغییر رنگ، مقدار اسید پیرویک و آلیسین پودر سیر بررسی گردید. فاکتورهای فوق در قالب طرح پایه بلوک‌های تصادفی با چهار تکرار توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد ارزیابی قرار گرفتند.

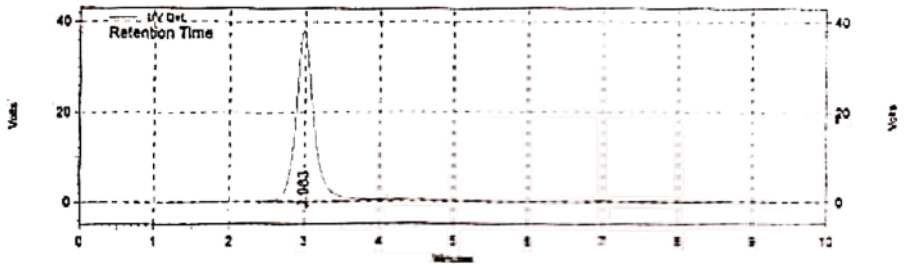
یافته‌ها

- رنگ پودر سیر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان‌دهنده اثر اندازه نمونه و دمای خشک‌کن در سطح ۱٪ بر تغییر رنگ سیر پس از خشک شدن بود. نتایج ارائه شده در نمودار ۱ بیانگر کمترین تغییر رنگ حبه‌های کامل خشک شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و حبه‌های دونیم‌شده خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. خشک شدن سیرچه‌های دو نیم‌شده و چرخ شده بترتیب تحت دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و هر دو شرایط دمایی با تغییر رنگ مواجه گردیدند (نمودار۱). با توجه به طولانی شدن زمان خشک شدن حبه‌های کامل در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، سایر آنالیزهای کیفی در خصوص آنها صورت نگرفت.

- اسید پیرویک پودر سیر

نتایج جدول ۱ نشان‌دهنده اثر معنی‌دار اندازه نمونه و دمای خشک کردن بر میزان اسید پیرویک در سطح ۱٪ می‌باشد. با توجه به نتایج نمودار ۲ سیر دو نیم‌شده درصورت خشک شدن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد از بیشترین مقدار اسیدپیرویک برخوردار بوده درحالیکه دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش شدید اسید پیرویک می‌گردد. مقدار اسید پیرویک نمونه‌های چرخ شده نیز با افزایش دما افزایش یافت اما مقدار افزایش، کمتر از نمونه‌های دونیم‌شده می‌باشد. سیرچه‌های کامل خشک‌شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد دارای کمترین مقدار اسید پیرویک بودند (نمودار ۲).



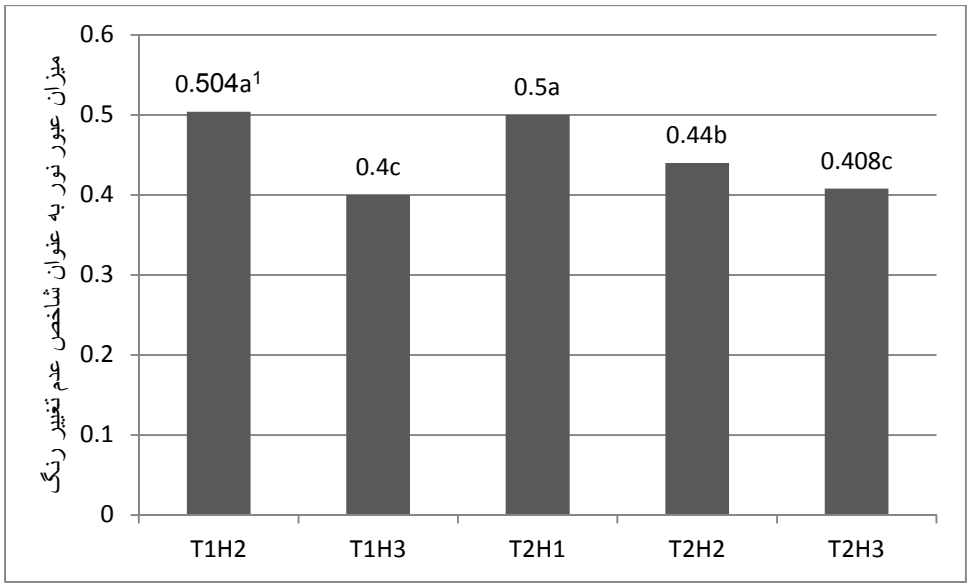
UV Det. Results

Retention Time	Area	Area %	Height	Height %
2.983	63621016	100.00	3808042	100.00
Totals	63621016	100.00	3808042	100.00

شکل ۱- کروماتوگرام پیک خروجی ماده آلیسین در دستگاه HPLC

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات ظاهری و بیوشیمیایی سیر پس از خشک شدن

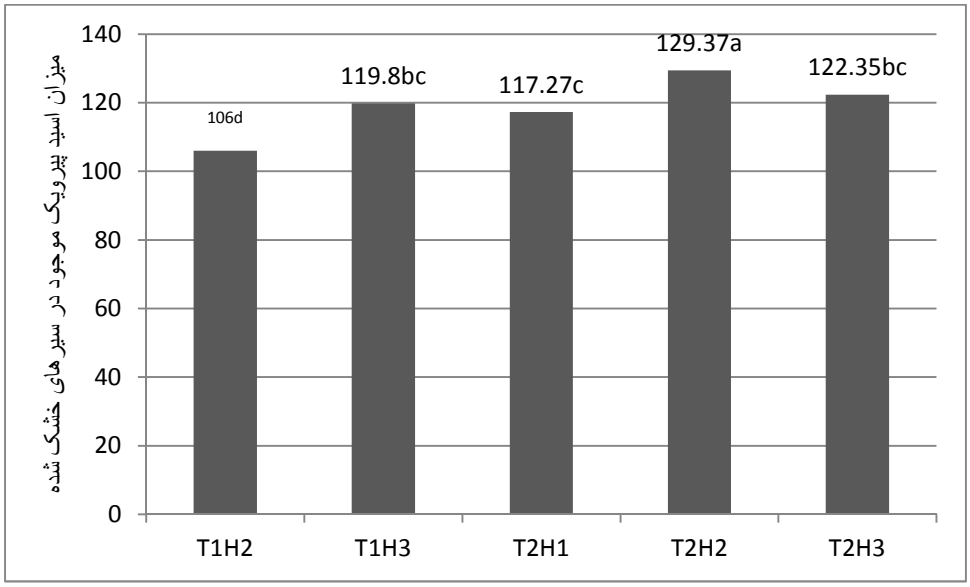
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		آلیسین	رنگ	اسید پیرویک
تیمار	۴	0.023**	0.0098**	291.348**
خطای آزمایشی	15	0.0013	0.0054	127.97
ضریب تبیین(R^2)	-	0.82	0.87	0.9
ضریب تغییرات(CV)	-	9.73	4.22	2.45



نمودار ۱- اثرات اندازه نمونه و دمای خشک‌کن بر تغییر رنگ سیر پس از خشک شدن

[1] حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

T_1. دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد T_2 دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد H_1 حبه کامل H_2 حبه دونیمه شده H_3 سیر چرخ شده



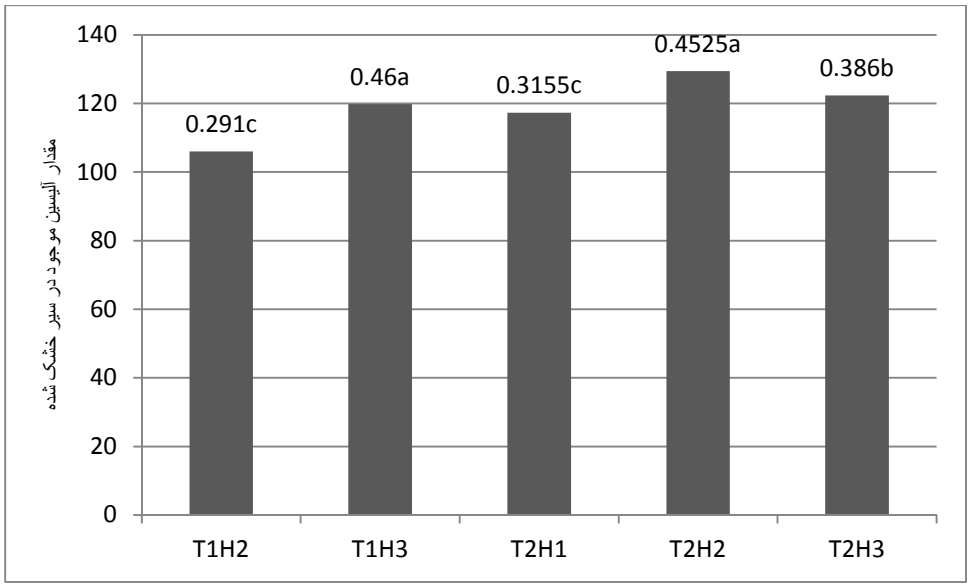
نمودار ۲- اثرات اندازه نمونه و دمای خشک‌کن بر مقدار اسید پیرویک سیر پس از خشک شدن

[1] حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

T_1. دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد T_2 دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد H_1 حبه کامل H_2 حبه دونیمه شده H_3 سیر چرخ شده

- آلیسین پودر سیر

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ میزان آلیسین در سطح ۱٪ تحت تاثیر شرایط مختلف خشک شدن قرار گرفت. با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار ۳ بیشترین میزان آلیسین پس از خشک شدن سیر چرخ شده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد حاصل گردید، اما مقدار آن با حبه‌های دو نیم شده خشک شده تحت دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌دار نداشت، درحالیکه میزان آلیسین نمونه‌های چرخ شده پس از خشک شدن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به شدت کاهش یافت. کمترین مقدار آلیسین در نمونه‌های خشک شده در دمای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد که به‌ترتیب بصورت دونیم‌شده و کامل خشک شده بودند مشاهده گردید (نمودار ۳).



نمودار ۳- اثرات اندازه نمونه و دمای خشک‌کن بر مقدار آلیسین سیر پس از خشک شدن

[۱] حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

T_1. دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد T_2 دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد H_1 حبه کامل H_2 حبه دونیمه شده H_3 سیر چرخ شده

بحث

- رنگ پودر سیر

تغییر رنگ نمونه‌ها در اثر افزایش دما در کارهای انجام شده توسط Rasouli و همکاران (۲۰۱۱) و بیات (۱۳۸۵) نیز مشاهده گردید. در تحقیق صورت گرفته توسط رسولی وهمکاران و بیات بترتیب دمای ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای حداکثر ۶۰ درجه سانتی‌گراد جهت خشک نمودن نمونه مطلوب تشخیص داده شدند (بیات، ۱۳۸۵; Rasouli *et al.*, 2011).

در خصوص اثر ضخامت نمونه‌های خشک شده بر تغییر رنگ بین تحقیقات مختلف نتایج متناقضی حاصل شده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج کارهای انجام شده توسط Rasouli و همکاران (۲۰۱۱) و بیات (۱۳۸۵) مطابقت دارد و اثر معنی‌دار اندازه ورقه بر تغییر رنگ مشاهده گردید، اما Sacilik و Unal (۲۰۰۵) برخلاف تحقیق حاضر عدم اثر معنی‌دار ضخامت ورقه‌های سیر بر تغییر رنگ نمونه‌ها را عنوان نمودند (Sacilik & Unal, 2005). در تحقیق انجام شده توسط Rasouli و همکاران (۲۰۱۱) برخلاف تحقیق حاضر افزایش قطر نمونه‌ها سبب افزایش تغییر رنگ گردید در حالیکه در کار حاضر افزایش اندازه از تغییر رنگ ممانعت نمود. علت این تفاوت را می‌توان در اختلاف اندازه نمونه‌ها جستجو نمود. در تحقیق حاضر اختلاف اندازه بین تیمارهای مختلف (سیرچه‌های کامل، دونیمه‌شده و چرخ‌شده) زیاد بوده، بنابراین کاهش اندازه نمونه با افزایش سطح تماس و تغییر رنگ همراه گردید، درحالیکه در تحقیق Rasouli و همکاران (۲۰۱۱) تفاوت قطر ورقه‌ها کم بوده (۱ میلی‌متر) و اختلاف قطر تنها بر زمان خشک شدن تاثیرگذار بوده است. در حقیقت قطر ورقه‌ها در تحقیق انجام شده توسط آنها را می‌توان با نمونه‌های چرخ شده در این آزمایش مقایسه نمود.

تماس طولانی فرآورده با دمای هوای گرم خشک‌کن، بر رنگ، عطر و طعم مواد غذایی موثر بوده به‌طوریکه کاهش زمان تماس سبب بهبود کیفیت می‌شود(Rasouli *et al.*, 2011; Sharma *et al.*, 2009). با توجه به مطلب فوق دلیل تغییر رنگ نمونه‌های چرخ‌شده را می‌توان به افزایش سطح تماس طولانی مدت آنها با دمای بالا مرتبط دانست، در حالیکه افزایش اندازه مثل حبه‌های دونیم‌شده و حبه‌های کامل سطح تماس را کاهش داده، بنابراین تغییر رنگ کمتری در نمونه‌های ضخیم‌تر دیده شد. از طرف دیگر کاهش اندازه حبه‌های دونیم‌شده سبب افزایش سرعت خشک شدن و بالطبع کاهش زمان تماس با هوای گرم شده و بدینترتیب تغییر رنگ کمتری در نمونه‌ها مشاهده می‌گردد. دلایل فوق را می‌توان دلیل رنگ بهتر نمونه‌های دونیم‌شده نسبت به سایر نمونه‌ها ذکر نمود.

- اسید پیرویک پودر سیر

نتایج تحقیق صورت گرفته توسط بیات (۱۳۸۵) با نتایج تحقیق حاضر متناقض است به‌طوریکه در تحقیق انجام شده توسط بیات افزایش دما منجر به کاهش اسید پیرویک گردیده است (بیات، ۱۳۸۵) درحالیکه در تحقیق حاضر افزایش دما با افزایش اسید پیرویک همراه بوده است. از آنجایی‌که قطر ورقه‌های خشک شده توسط بیات اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند، می‌توان آنها را با نمونه‌های چرخ شده در این تحقیق مقایسه نمود، که اختلاف معنی‌داری بین دماهای مختلف مشاهده نگردید. علت افزایش اسید پیرویک با افزایش دما را می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم آلیناز با افزایش دما منتسب دانست. علت کاهش اسید پیرویک نمونه‌های چرخ شده نسبت به حبه‌های دو نیم‌شده را می‌توان به دو عامل اثر بازدارنده دمای بسیار بالا بر فعالیت آنزیم و خروج ترکیب در اثر افزایش سطح تماس ذکر نمود. دلیل کاهش اسید پیرویک در حبه کامل را می‌توان به طولانی شدن زمان خشک شدن، همچنین عدم تماس آنزیم آلیناز با ماده آلیین ذکر نمود، چراکه ایجاد برش جهت کنار هم قرار گرفتن آلیناز و آلیین به‌منظور تولید اسید پیرویک بسیار حائز اهمیت است.

- آلیسین پودر سیر

نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط Abano و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. ابانو و همکاران (۲۰۱۱) روند افزایش غیر خطی عمومی میزان آلیسین با افزایش دما از ۴۵ به ۵۵ درجه سانتی‌گراد را به تجزیه و ترکیب مجدد آلیل-اس-سیستئین‌سولفوکسید به تعداد بیشتری از دی‌آلیل تیوسولفینات محتمل دانستند (Abano *et al*., 2011). بر خلاف این تحقیق Rahman و همکاران (۲۰۰۹) و Li و همکاران (۲۰۰۷) افزایش دما را عامل کاهش‌دهنده میزان آلیسین عنوان نمودند. آنها معتقدند آنزیم آلیناز به افزایش دما حساس بوده و بازدهی آن در دمای پایین‌تر افزایش می‌یابد (Li *et al*., 2007; Rahman, 2009).

از آنجایی‌که آلیسین پس از ایجاد برش و اثر آنزیم آلیناز بر ماده آلیین تولید می‌شود بنابراین کاهش این ماده در سیرچه‌های کامل را می‌توان به عدم واکنش موثر آنزیم بر ماده آلیین مرتبط دانست. دلیل کاهش این ماده در نمونه‌های چرخ شده را می‌توان به تولید ترکیبات متنوع و تغییر و تبدیل بیشتر در اثر افزایش سطح تماس، همچنین اثر بازدارنده افزایش دما ذکر نمود.

در این تحقیق افزایش و کاهش ضخامت از یک میزان مشخص منجر به کاهش آلیسین گردیده است، به‌طوریکه بیشترین میزان در نمونه‌های دونیم‌شده مشاهده گردید. در بررسی انجام شده توسط Rahman و همکاران (۲۰۰۹) نیزکاهش آلیسین در اثرکاهش ضخامت گزارش شده است (Li *et al*., 2007).

با توجه به نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه می‌توان به تاثیر متقابل اندازه نمونه و دمای خشک کردن بر میزان آلیسین اشاره نمود، به‌طوریکه Jebson و Youzhang (۱۹۹۴) به منظور حفظ فعالیت آنزیم آلیناز، قطعات ضخیم سیر را در دماهای بالا و ورقه‌های نازک را در دماهای پایین خشک نمودند (Jebson & Youzhang , 1994).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج آزمایش می‌توان شرایط متفاوت ذیل را به‌عنوان بهترین حالت خشک کردن اقتصادی سیر معرفی نمود:

۱- در صوتی‌که هدف تهیه پودر سیر باشد، رنگ سفید پودر از اهمیت بسزایی برخوردار است، بنابراین خشک کردن حبه‌های دونیم‌شده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قابل توصیه می‌باشد.

۲- در صورتی‌که هدف استخراج آلیسین باشد می‌توان سیرهای چرخ‌شده را در زمان بسیار کوتاهی در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک نمود.

۳- برای دست‌یابی به بیشترین میزان اسید پیرویک، خشک کردن حبه‌های دونیم‌شده تحت دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد از شرایط مطلوب می‌باشد.

۴- درصورتی‌که هدف تولید پودر سیر محتوی اسید پیروویک و آلیسین بالا باشد می‌توان حبه‌های دونیم‌شده را در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک نمود.

سپاسگزاری

در پایان لازم است از مساعدت‌های لازم جهت انجام این تحقیق توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرمشهر، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی و مجتمع

آموزشی ابوریحان دانشگاه تهران تشکر و قدردانی گردد.

منابع

بیات، ف. (۱۳۸۵). اثر شرایط خشک کردن بر ویژگیهای کیفی ورقه‌های سیر خشک. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، جلد۲۷، شماره ۷، صفحات ۴۶-۳۲

نظری، ب.، نیلفروش‌زاده، ف.، قاری‌پور، م.، نیل‌فروش‌زاده، م.، شیرازی‌نژاد، م. ر. و باهنر، ا. (۱۳۸۷). اثر سطوح مختلف پودر سیر بر سطح کلسترول و تری گلیسرید سرم خون در جوجه های گوشتی نژاد آرین و راس. *مجله دانشگاه علوم پزشکی قم*، جلد۲، شماره ۳، صفحات ۳۳-۴۱

Abano, E. E., Ma, H. & Qu, W. (2011). Effects of pretreatments on the drying characteristics and chemical. J. Agric. Food. Tech, 1(5), 50-58.

Berginc, K. & Albin, K. (2013). The mechanisms responsible for garlic-drug interactions and their in Vivo relevance. Current Drug Metabolism, 14(1), 90-101.

Figiel, A. (2009). Drying kinetics and quality of vacuum-microwave dehydratedgarlic cloves and slices. Journal of Food Engineerin. 94, 98-104.

Jebson, R. & Youzhang, R. (1994). Studies on the drying behavior of garlic and a novel technology to produce high quality garlic at a low cost. Food and bioproducts processing, 72 (2), 73-78.

Li, Y.U., Shi-Ying, X. U. & Da-Wen, S. (2007). Preparation of garlic powder with high allicin content by using combined microwave–vacuum and vacuum drying as well as microencapsulation. Journal of Food Engineering, 83, 76–83.

Rahman, M. A. A. (2009). Drying kineteics and allicin potential in garlic slices during different methods of drying. Drying Technology: an international journal. 27 (3), 467-477.

Rasouli, M., Seiiedlou, S., Ghasemzadeh, H. & Nalbandi, H. (2011). Convective drying of garlic (*Allium sativum* L.): Part I: Drying kinetics, mathematical modeling and change in color. Australian journal of crop science, 5 (13), 1707-1714.

Ratti, C., Araya-Farias, M., Mendez-Lagunas, L. & Makhlouf, J. (2007). Drying of garlic (*allium sativum*) and its effect on allicin retention. Drying Technology: An International Journal. 25(2), 349-356 .

Ried, K., Frank, O. R. & Stocks, N. P. (2010). Aged garlic extract lowers blood pressure in patients with treated but uncontrolled hypertension: A randomised controlled trial. Maturitals, 67, 144.150.

Sacilik, K. & Unal, G. (2005). Dehydration characteristics of kastamonu garlic slices. Biosystems engineering. 92 (2), 207–215.

Sagar, V. A. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables :a review. Journal of food science and technology. 47 (1), 15-26.

Sharma, P. & Prasad, S. (2006). Optimization of process parameters for microwave drying of garlic cloves. Journal of Food Engineering. 75, 441–446.

Sharma, G. P., Prasad, S. & Chahara, V. K. (2009). Moisture transport in garlic cloves undergoing microwave-convective drying. Food and Bioproducts Processing. 87, 11–16.

Thornthwaite, J. T., Shah, H., Shah, P. & Respess, H. (2012). The natural killer cell: a historical perspective and the use of supplements to enhance nkc activity. Journal of immune based erapies, accines and antimicrobials. 1(3), 21-51.