

ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی غنچه گل محمدی در روش های مختلف خشک کردن

امید رضا روستاپور^{1*}، ابوالفضل گلشن تفتی²، حمید رضا گازر³، محمد رضایی⁴

1 و 2 و 3: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

4: گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

تولید غنچه خشک گل محمدی بدون صدمه به رنگ و کیفیت عطر و اسانس یکی از دغدغه‌های صنایع است. در حال حاضر درصد زیادی از غنچه‌ها به روش‌های مرسوم در مقابل آفتاب و یا در سایه خشک می‌شوند. این روش‌ها خواص کیفی محصول نهایی را کاهش می‌دهد. شش تیمار شامل پهن کردن در سایه، خشک‌کن‌های خورشیدی غیرمستقیم، کابینتی در دماهای 40، 50 و 60°C و تصعیدی مورد ارزیابی قرار گرفتند. خواص فیزیکی و شیمیایی غنچه شامل شاخص رنگ (Lab) و فنل کل اندازه‌گیری شدند. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار انجام شد. داده‌ها با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس یکطرفه قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شد. طبق نتایج، غنچه‌های خشک شده در سایه و سپس در خشک‌کن کابینتی با دماهای 40 و 50°C به‌طور معنی‌داری دارای بیشترین مقدار فنل کل بودند. کمترین میزان فنل به‌ترتیب در خشک‌کن‌های تصعیدی و خورشیدی غیرمستقیم به‌دست آمد. شاخص L^* دارای بالاترین میزان در گلبرگ‌های بیرونی و درونی در غنچه‌های خشک شده با روش تصعیدی بود. این شاخص در خشک‌کن کابینتی در دمای 60 بیشتر از 50°C به‌دست آمد که نشان می‌دهد طولانی‌تری شدن زمان فرایند باعث تیره‌تر شدن رنگ گلبرگ‌ها می‌شود. بیشترین مقدار شاخص a^* در گلبرگ‌های بیرونی غنچه‌های خشک با روش هوای گرم 50°C مشاهده شد. شاخص b^* در گلبرگ‌های بیرونی و درونی غنچه‌های خشک با روش‌های کابینتی 50°C، آفتابی غیرمستقیم و در سایه اختلاف معنی‌داری ندارد.

واژه‌های کلیدی: خشک‌کردن، خواص شیمیایی، خواص فیزیکی، غنچه گل محمدی

مقدمه

گل محمدی (*Rosa damascena* Mill)، گیاهی درختچه‌ای دائمی و متعلق به تیره Rosaceae است. این گیاه یکی از پنج پایه اصلی رز در جهان است و سازگاری خوبی نسبت به شرایط محیطی به‌ویژه خشکی دارد. گل محمدی علاوه بر ایران در کشورهای بلغارستان، سوریه، ترکیه، فرانسه، مراکش، تونس، ژاپن، اوکراین، هند، آمریکا و کانادا نیز کشت می‌شود. تاکنون 56 گونه گل محمدی در ایران شناسایی شده است. در کشورهای تولیدکننده گل محمدی، سه گونه دام سنا، سیتیفولیا¹ و گالیسا² برای استفاده از مواد مؤثره شان در صنایع غذایی و آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود (میر، 1398).

بر اساس آمارنامه کشاورزی سطح زیرکشت گل محمدی در کشور حدود 35000 هکتار با عملکرد متوسط 2 تن در هکتار گزارش شده است (بی‌نام، 1401). استان‌های فارس، کرمان، اصفهان، آذربایجان شرقی، خراسان رضوی و مرکزی از استان‌های عمده تولیدکننده گل محمدی هستند.

خشک کردن یکی از روش‌های نگهداری گل محمدی است. فرآیند خشک کردن شامل کاهش رطوبت محصول تا رسیدن به یک آستانه خاص به‌منظور توقف فعالیت آنزیمی و رشد میکروارگانیسم‌ها و افزایش زمان نگهداری محصول است. در حال حاضر درصد زیادی از غنچه های گل محمدی به روش‌های مرسوم در هوای آزاد خشک می‌شوند. خشک کردن در هوای آزاد باعث کاهش کیفیت محصول به علت نشست گرد و غبار و تردد جانوران و حشرات و نیز عدم دستیابی به استانداردهای ثابت کیفیت می‌شود (خرمدل و همکاران، 1392). اثرات زمان‌های مختلف انجماد و دماهای خشک کردن در خلاء را بر رنگ، مقدار رطوبت و استحکام ساقه و گلبرگ گل‌های رز و میخک مورد ارزیابی قرار گرفت. دمای پایین‌تر خشک کردن تحت خلاء منجر به گل‌های خشک با رنگ نزدیک‌تر به گل‌های تازه و گل‌های شاهد شد. در حالی که دمای بالاتر خشک کردن تحت خلاء منجر به محتوای رطوبت کمتر و گلبرگ‌های قوی‌تر/سفت‌تر شد ولی رنگ گل خشک دچار تغییرات بیشتری شد (Chen et al., 2000).

در یک تحقیق، اثر روش‌های مختلف خشک کردن آفتاب، سایه، آون 30 و 40 درجه سلسیوس بر کمیت و کیفیت اسانس گلبرگ‌های سه ژنوتیپ گل محمدی بررسی و اسانس کلیه نمونه‌ها به روش تقطیر با آب و استخراج به وسیله دستگاه‌های GC-MS و GC تجزیه و شناسایی شد. نتایج نشان داد که اسانس گلبرگ‌های تازه دارای بالاترین کیفیت (درصد بالای ژرانیول و سیترونلول و کمترین میزان ترکیبات مومی) است، همچنین اسانس حاصل از گلبرگ‌های خشک شده در سایه نسبت به اسانس حاصل از روش‌های دیگر از لحاظ

¹ Rosa centifolia

² Rosa gallica

میزان اسانس دارای تفاوت معنی داری نبوده، ولی از لحاظ کیفیت دارای تفاوت چشمگیری است. به طوری¹ که میزان سیترونلول و ژرانیول² بالاتر بوده ولی درصد ترکیبهای مومی و سنگین کاهنده کیفیت اسانس کمتر است (احمدی و همکاران، 1386).

خشک کردن یکی از روشهای نگهداری گل محمدی است. مقدار رطوبت گل محمدی خشک در محدوده 12-6 درصد است. گل محمدی در رطوبتهای بیش از 12 درصد، دچار کپک زدگی شده و در رطوبتهای زیر 6 درصد نیز شکسته و خرد می شود. گلهایی که زیر نور مستقیم آفتاب خشک می شوند گل های بی کیفیتی هستند. حداکثر دمای مناسب برای خشک کردن گل محمدی 38 درجه سلسیوس است. مهمترین مشکل در خشک کردن گل محمدی، تغییر کیفیت و غلظت عطر گل در حین انجام این عملیات است (ابراهیمی و شریف زادگان، 1395).

چای گل از گیل ژاپنی با خشک کن های مختلف شامل تصعیدی، ماکروویو، تحت خلاء و جریان هوای گرم خشک شد. نتایج نشان داد که در نمونه های به دست آمده از خشک کن تحت خلاء، در صد فنل و فلاونوئید با افزایش دما کاهش ولی آمینواسید افزایش یافته است. در صد فنل و فلاونوئید نمونه خشک شده در خشک کن جریان هوای گرم شرایط مشابه در خشک کن ماکروویو را داشت به طوری که بیشترین مقدار این مواد در دمای 80 درجه سلسیوس و کمترین مقدار در دمای 40 درجه سلسیوس مشاهده شد. خشک کن تصعیدی و ماکروویو در توان 420 وات مواد مؤثره را بیشتر حفظ کرده اند. حداکثر زمان خشک شدن در خشک کن تصعیدی، 16 ساعت و حداقل زمان خشک شدن در خشک کن ماکروویو، 6 دقیقه گزارش شد (Zheng et al., 2015).

در تحقیقی، گل سرخ خوراکی را با خشک کن جدید هیبریدی مادون قرمز - تصعیدی طی شرایط مجهز به سامانه توزیع گاز ضربانی و بدون در نظر گرفتن این سامانه در سه سطح دمای 50، 60 و 70 درجه سلسیوس خشک شد. خشک کن هیبریدی مجهز به سامانه توزیع گاز باعث کاهش زمان خشک کردن (30-8 در صد) و انرژی مصرفی (36-15 در صد) نسبت به خشک کن تصعیدی (شاهد) شد. محصول نهایی خروجی از خشک کن تصعیدی دارای بیشترین روشنایی (L) و کمترین قرمزی (a) بود و شرایط بهتری را نسبت به خشک کن هیبریدی داشت (Hnin et al., 2021).

خشک کردن گل های یاس در یک خشک کن خورشیدی غیرمستقیم با جریان هوای طبیعی مورد ارزیابی و با چهار روش خشک کردن (پهن کردن در برابر آفتاب، پهن کردن در سایه، خشک کن تصعیدی، آون و جریان هوای گرم) مقایسه شد. نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنلی باقی مانده در محصول نهایی خشک شده در خشک کن های جریان هوای گرم و تصعیدی نسبت به روش های دیگر بالاتر بوده است. همچنین در این دو نوع خشک کن، ظرفیت بالایی از مواد معطر حفظ شده است. نتایج، حاکی از حفظ بالای ترکیبات آنتی اکسیدانی در نمونه های خروجی از خشک کن خورشیدی بوده است (Barman et al., 2022).

¹ Citronellal

² Geraniol

در تحقیق حاضر با به کارگیری تیمار مر سوم سایه خشک، خشک کن جریان هوای گرم در سه سطح دمای هوای ورودی، خشک کن خورشیدی غیر مستقیم و خشک کن تصعیدی نسبت به ارائه بهترین روش خشک کردن غنچه گل محمدی اقدام شد.

مواد و روش‌ها

غنچه‌های گل محمدی، از اواخر اردیبهشت ماه تا اواسط خرداد ماه 1402 از مزرعه گل محمدی واقع در استان مرکزی، بخش خرقان، روستای منجیقان در ساعات اولیه صبح از زیر نهنج جدا شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، غنچه‌های سالم، عاری از هرگونه آفت و بدون علائم آسیب دیدگی و کبودی برای خشک کردن با روش‌های مختلف انتخاب شدند (شکل 1).



شکل 1- غنچه گل محمدی جمع‌آوری شده برای خشک کردن

در این تحقیق شش تیمار خشک کردن شامل پهن کردن در سایه، خشک کن خورشیدی غیر مستقیم، خشک کن کابینتی در دماهای 40، 50 و 60 درجه سلسیوس و خشک کن تصعیدی برای خشک نمودن غنچه گل محمدی در محل موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مورد استفاده و بررسی قرار گرفت. ترکیب مناسب دما و زمان خشک شدن در حفظ ترکیبات فنلی ضروری است لذا برای دستیابی به بهترین شرایط خشک شدن سه سطح دمایی یاد شده انتخاب گردید (Hnin et al., 2021; Zheng et al., 2015).

- تیمار پهن کردن در سایه

در روش سنتی، یکی از روش‌های خشک کردن غنچه گل محمدی با پهن کردن در سایه در برخی استان‌های کشور از جمله استان فارس و کرمان صورت می‌گیرد. بدین منظور یکی از تیمارهای مورد بررسی شامل خشک کردن نمونه‌های غنچه گل با پهن نمودن در محیط باز و در سایه طی 3 تکرار صورت گرفت.

- تیمار خشک کن خورشیدی غیر مستقیم

خشک کن خورشیدی غیر مستقیم دارای یک واحد جمع‌کننده مشتمل بر یک صفحه جاذب به رنگ سیاه بوده که تابش آفتاب را دریافت و گرم می‌شود. هوای گرم توسط یک فن مکند به داخل محفظه شامل سینی‌هایی که غنچه‌های گل محمدی بر روی آن‌ها پهن شده‌اند، جریان می‌یابد. عبور جریان هوای گرم از زیر سینی‌ها، باعث تبخیر رطوبت و خشک شدن محصول می‌شود. شکل 2 تصویر خشک کن خورشیدی غیرمستقیم در حین فرایند را نشان می‌دهد.



شکل 2- خشک کن خورشیدی غیرمستقیم در حین فرایند خشک کردن غنچه گل محمدی

- تیمار خشک کن جریان هوای گرم (کابینتی)

خشک کن کابینتی مورد استفاده یک خشک کن جریان متقاطع¹ با منبع تامین حرارت المنتهای برقی و جریان هوای اجباری توسط فن دمنده می باشد. برای انجام آزمایش، 3 سطح دمای هوای ورودی 40، 50 و 60 درجه سلسیوس و سرعت جریان ورودی هوا معادل 1 متر بر ثانیه در کانال ورودی در نظر گرفته شد. بایستی در نظر داشت برای حفظ ترکیبات فرار از جمله فنولها، داشتن حداقل زمان خشک کردن و دمای مناسب بسیار مهم می باشد (Bhardwaj et al., 2017) لذا در این آزمایش سه سطح دمایی یاد شده برای دستیابی به بهترین شرایط دمایی و زمان خشک شدن در نظر گرفته شد. شکل 3 خشک کن کابینتی مورد استفاده برای خشک کردن غنچه گل محمدی را نشان می دهد.



شکل 3- خشک کن کابینتی به کار گرفته شده برای خشک کردن غنچه گل محمدی

- تیمار خشک کن تصعیدی

¹ Cross flow

خشک کن تصعیدی¹ استفاده شده مدل FD- 8505/FD-5005-HS-BT ساخت شرکت دنا با حجم 5 لیتر و دارای پمپ خلاء با فشار خلاء 0/0005 میلی متر جیوه بود (شکل 4). نمونه های غنچه گل محمدی ابتدا به منظور انجماد عمیق² به مدت 2 ساعت در فریزر با دمای 70- درجه سلسیوس قرار داده شدند. در ادامه، نمونه ها سریعاً به خشک کن تصعیدی انتقال یافته و تحت فرایند تصعید در دمای 50 درجه سلسیوس و خلاء کمتر از 4/58 میلی متر جیوه قرار گرفتند. در ابتدا آب درون ماده یخ زده در دمای صفر درجه سلسیوس شروع به تصعید می نماید. به تدریج با تجمع بخار، فشار از 4/58 میلی متر جیوه افزایش می یابد.



شکل 4- خشک کردن غنچه گل محمدی در خشک کن تصعیدی

اندازه گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی غنچه گل محمدی (قبل و پس از خشک کردن)

تغییر رنگ غنچه خشک شده در سطح رویه و لایه داخلی به عنوان یکی از خواص فیزیکی در سیستم CIE Lab تعیین شد. رنگ با 3 ویژگی روشنایی (L)، میزان قرمزی (a) و زردی (b) بیان می شود. میزان روشنایی بین صفر تا 100 متغیر است که عدد صفر معرف تاریکی و 100 معرف روشنایی می باشد. میزان قرمزی بین a^- تا a^+ متغیر بوده بطوری که a^+ نشانگر قرمزی و a^- نشانگر سبزی است. زردی با b^+ و رنگ آبی با b^- مشخص می شود (Yam and Papadakis, 2004). رنگ گلبرگ های درونی و بیرونی غنچه گل محمدی با دستگاه رنگ سنج (مدل ۹۰۰۰ - ۲۵ DP ساخت شرکت Hunterlab آمریکا) اندازه گیری شد. مقدار فنل کل با استفاده از معرف فولین سیکالتو³ اندازه گیری شد و نتایج به صورت میلی گرم گالیک اسید بر گرم نمونه بیان شد (Hnin et al., ۲۰۲۱).

تجزیه و تحلیل آماری

این پروژه در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار اجراء شد. داده ها با نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس یک طرفه قرار گرفتند و میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 95 درصد با هم مقایسه شدند.

¹ Freeze dryer

² Deep freezing

³ Folin-Ciocalteu

نتایج و بحث

فرایند خشک شدن غنچه گل محمدی به روش‌های مختلف سایه خشک، خشک‌کن خورشیدی غیرمستقیم، خشک‌کن کابینتی در سه سطح دمایی 40، 50 و 60 درجه سلسیوس مورد مطالعه قرار گرفت. رطوبت اولیه غنچه با استقرار نمونه‌ها در آون اندازه‌گیری و معادل 70 درصد بر پایه تر به دست آمد.

خصوصیات فیزیکی و ترکیب شیمیایی غنچه تازه گل محمدی

میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی غنچه تازه گل محمدی شامل ابعاد و اندازه، رنگ و فنل کل در جدول 1 آورده شده است. متوسط وزن، طول و قطر غنچه تازه گل محمدی به ترتیب 1/18 گرم، 21/82 میلی‌متر و 12/43 میلی‌متر بود. شاخص‌های L^* ، a^* و b^* به ترتیب 43/93، 41/44 و -4/69 بودند. همچنین میزان فنل کل 516/66 میلی گرم گالیک اسید در گرم بدست آمد. وزن گل محمدی در دو منطقه از ترکیه را 1/58 گرم و 1 گرم و در سه منطقه از آرژانتین، 1/10 گرم، 1/94 گرم و 2/11 گرم توسط Mabellinia et al. (۲۰۱۱) گزارش شد. ترکیبات فنلی در گل محمدی شامل کامپفرول، کوئرستین، گالیک اسید، سیانیدین 3 و 5 دگلوکوزیک است که این ترکیبات دارای خاصیت ضداکسیدانی هستند. پورابراهیم و همکاران (1402)، مقدار ترکیب فنلی گل محمدی در عصاره استخراج‌شده با روش فراصوت را 548/3 میلی گرم گالیک اسید در گرم و در عصاره استخراج‌شده با روش خیساندن را 521/4 میلی گرم گالیک اسید در گرم گزارش کرد.

جدول 1- میانگین صفات فیزیکی غنچه تازه گل محمدی

وزن غنچه (گرم)	طول غنچه (میلی‌متر)	قطر غنچه (میلی‌متر)	رنگ			فنل کل (میلی گرم گالیک اسید بر گرم)
			L^*	a^*	b^*	
1/18	21/82	12/43	43/93	41/44	-4/69	516/66

تأثیر روش‌های خشک کردن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی غنچه گل محمدی

نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های خشک کردن بر تغییرات شاخص‌های رنگ در غنچه گل محمدی در مقایسه با غنچه تازه در جدول 2 آورده شده است. روش‌های مختلف خشک کردن، اثر معنی‌داری بر خصوصیات رنگ گلبه‌های بیرونی و درونی غنچه گل محمدی در سطح احتمال یک‌دهم درصد داشتند.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس تأثیر روش‌های خشک کردن بر رنگ گلبه‌های تازه و خشک بیرونی و درونی غنچه گل محمدی

منابع تغییر	df	میانگین مربعات
-------------	----	----------------

رنگ گلبرگ‌های بیرونی	رنگ گلبرگ‌های درونی			رنگ گلبرگ‌های بیرونی	رنگ گلبرگ‌های درونی		
	b*	a*	L*	b*	a*	L*	
روش خشک کردن	190/731***	236/246***	24/512***	36/543***	187/084***	46/826***	6
خطا	7/044	3/621	3/013	8/080	5/213	2/253	18

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌دهم درصد

ویژگی رنگ با شاخص‌های L^* ، a^* و b^* اندازه‌گیری می‌شود. شاخص L^* (شاخص درخشندگی یا درجه شفافیت رنگ)، بیانگر روشنی یا تیرگی رنگ است و دامنه آن از 0 (سیاه) تا 100 (سفید) است. از لحاظ شاخص L^* ، بالاترین میزان در گلبرگ‌های بیرونی (49/42) مربوط به غنچه‌های خشک‌شده با روش تصعیدی بود که با غنچه تازه و سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. این شاخص همچنین در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک‌شده با روش تصعیدی (44/94) بالا بود که با غنچه تازه (44/05) اختلاف معنی‌داری نداشت. این شاخص در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک‌شده با سایر روش‌ها (بجز تصعیدی) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول 3).

شاخص a^* سرخی (در صورت مثبت بودن) و سبزی (در صورت منفی بودن) را نشان می‌دهد. شاخص a^* در گلبرگ‌های بیرونی غنچه تازه برابر 41/44 بود. بیش‌ترین میزان این شاخص پس از غنچه‌های تازه در گلبرگ‌های بیرونی غنچه‌های خشک‌شده با روش هوای گرم 50 درجه سلسیوس (25/61) مشاهده شد. این شاخص در گلبرگ‌های درونی غنچه تازه گل محمدی برابر 38/30 بود. این شاخص در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک‌شده با روش‌های سایه (15/90)، هوای گرم 50 درجه سلسیوس (15/48) و هوای گرم 40 درجه سلسیوس (14/40) بعد از غنچه تازه بیشترین بود و اختلاف معنی‌داری را در این روش‌ها نشان نداد (جدول 3). شاخص b^* نیز بیانگر زردی (در صورت مثبت بودن) و آبی (در صورت منفی بودن) است. همان‌طور که در جدول 3 ملاحظه می‌شود، این شاخص در گلبرگ‌های بیرونی غنچه تازه گل محمدی برابر 4/70- است که با غنچه‌های خشک‌شده با روش‌های هوای گرم 50 درجه سلسیوس (1/08-)، خورشیدی غیرمستقیم (0/21) و سایه (0/31) اختلاف معنی‌داری ندارد. به‌طور کلی، کاهش شاخص L^* بیانگر تیره‌شدن رنگ نمونه‌های خشک است. افزایش ضخامت لایه محصول در خشک‌کن، درجه حرارت بالا و طولانی بودن زمان خشک شدن در کاهش این شاخص مؤثر است (روزدار و همکاران، 1393). در تحقیقی، طی بررسی اثرات فرآیندهای مختلف خشک‌کردن انجمادی روی برخی خصوصیات گل‌های رز، گزارش کردند که هرچه قدر دمای خشک‌کردن تحت خلاء پائین‌تر باشد، رنگ گل‌های خشک شده به گل‌های تازه نزدیک‌تر است (Chen et al., 2000). در پژوهش دیگر نیز گزارش شد که گلبرگ‌های خشک‌شده گل محمدی در خشک‌کن هوای گرم با دمای 55 درجه سلسیوس نسبت به نمونه‌های خشک‌شده در دمای 25 درجه سلسیوس دارای رنگ روشن‌تری بودند. با افزایش زمان خشک شدن، رنگ گلبرگ‌های گل محمدی نیز تیره‌تر شد (ضیاءالحق و همکاران، 1400).

جدول 3- مقایسه میانگین اثر روش خشک‌کردن بر ویژگی رنگ گلبرگ‌های غنچه گل محمدی

تیمار	ویژگی رنگ					
	گلبرگ‌های بیرونی			گلبرگ‌های درونی		
	b*	a*	L*	b*	a*	L*

2/45 ^d	38/30 ^a	44/05 ^{ab}	-4/70 ^c	41/44 ^a	43/93 ^b	غنچه تازه
2/76 ^c	15/90 ^b	41/02 ^{bc}	0/31 ^{bc}	18/32 ^{de}	38/82 ^{cd}	غنچه خشک با روش سایه
17/00 ^a	10/80 ^c	44/94 ^a	2/76 ^{ab}	16/38 ^e	49/42 ^a	غنچه خشک با روش تصعیدی
10/76 ^b	14/40 ^b	39/14 ^c	7/57 ^a	16/43 ^e	39/05 ^{cd}	غنچه خشک با روش هوای گرم 40 درجه سلسیوس
7/64 ^b	15/48 ^b	39/57 ^c	-1/08 ^{bc}	25/61 ^b	36/64 ^d	غنچه خشک با روش هوای گرم 50 درجه سلسیوس
17/67 ^a	9/79 ^c	40/35 ^c	3/66 ^{ab}	17/23 ^{de}	38/54 ^d	غنچه خشک با روش هوای گرم 60 درجه سلسیوس
17/89 ^a	9/95 ^c	36/12 ^d	0/21 ^{bc}	24/64 ^{bc}	38/47 ^d	غنچه خشک خورشیدی غیرمستقیم

در هر ستون، میانگین‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($\alpha=5\%$)

روش‌های مختلف خشک کردن، اثر معنی‌داری نیز بر فنل کل غنچه گل محمدی در سطح احتمال یک‌دهم درصد داشت (جدول 4).

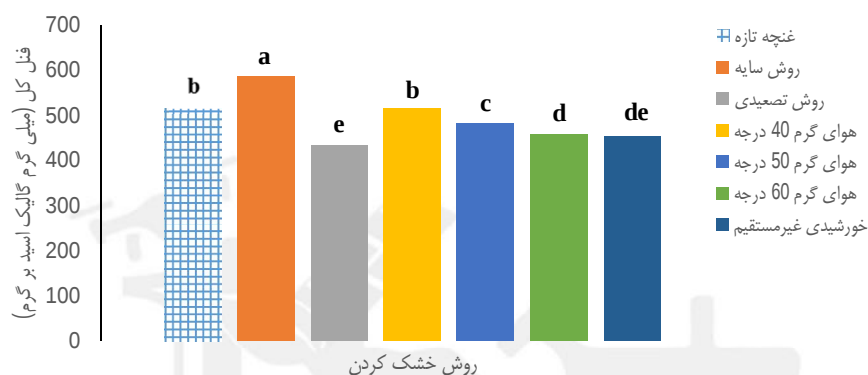
جدول 4- نتایج تجزیه واریانس تأثیر روش‌های خشک کردن بر فنل کل گلبرگ‌های تازه و خشک غنچه گل محمدی

منابع تغییر	df	میانگین مربعات
روش خشک کردن	6	16879/815***
خطا	18	154/509

***: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌دهم درصد

همان‌طور که در شکل 5 ملاحظه می‌شود، غنچه‌های خشک‌شده با روش سایه و سپس روش هوای گرم با دماهای 40 و 50 درجه سلسیوس به‌طور معنی‌داری بیشترین مقدار فنل کل را دارا بودند. به‌هر حال، فرآیند خشک کردن و افزایش دمای هوای خشک‌کن سبب کاهش معنی‌دار فنل کل در گلبرگ‌های غنچه گل محمدی شد، به‌طوری‌که با افزایش دمای هوای گرم در خشک‌کن کابینتی از 40 درجه سلسیوس به 50 و 60 درجه سلسیوس، مقدار فنل کل به ترتیب از 514/33، به 483/33 و 458/33 میلی گرم گالیک اسید بر گرم کاهش یافت. در تحقیقی

گزارش شد که در اثر خشک کردن، مقدار ترکیبات فنلی در نعنا فلفلی کاهش یافته است. در بین تیمارهای خشک کردن، نمونه‌های خشک شده با روش‌های مایکروویو 900 وات و سایه دارای بیشترین مقدار فنل کل و نمونه‌های خشک شده در آون در دمای 70 درجه سلسیوس دارای کمترین مقدار فنل کل بودند. دمای بالا با تأثیر بر ترکیبات تاننی و تجزیه شدن آن‌ها سبب از بین رفتن ترکیبات فنلی می‌شود (روزدار و همکاران، 1393).



شکل 5- اثر روش‌های خشک کردن بر مقدار فنل کل گلبرگ‌های غنچه گل محمدی

نتیجه‌گیری کلی

- 1- روش‌های مختلف خشک کردن، اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکی (رنگ) غنچه گل محمدی و همچنین ترکیب شیمیایی غنچه گل محمدی (فنل کل) در سطح احتمال یک‌دهم درصد داشتند.
- 2- شاخص L^* ، دارای بالاترین میزان در گلبرگ‌های بیرونی (49/42) مربوط به غنچه‌های خشک شده با روش تصعیدی بود که با غنچه تازه و سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. این شاخص همچنین در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک شده با روش تصعیدی (44/94) بالا بود که با غنچه تازه (44/05) اختلاف معنی‌داری نداشت. این شاخص در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک شده با سایر روش‌ها (بجز تصعیدی) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بیش‌ترین میزان شاخص a^* پس از غنچه‌های تازه در گلبرگ‌های بیرونی غنچه‌های خشک شده با روش هوای گرم 50 درجه سلسیوس (25/61) مشاهده شد. این شاخص در گلبرگ‌های درونی غنچه‌های خشک شده با روش‌های سایه (15/90)، هوای گرم 50 درجه سلسیوس (15/48) و هوای گرم 40 درجه سلسیوس (14/40) بعد از غنچه تازه بیش‌ترین بود و اختلاف معنی‌داری را در این روش‌ها نشان نداد. این شاخص در دیگر روش‌های خشک کردن کمترین مقدار بود. شاخص b^* در گلبرگ‌های بیرونی غنچه تازه گل محمدی با غنچه‌های خشک شده با روش‌های هوای گرم 50 درجه سلسیوس، خورشیدی غیرمستقیم و سایه اختلاف معنی‌داری نداشت.
- 3- شاخص L^* در خشک‌کن کابینتی در دمای 50 درجه سلسیوس برابر با 36/64 در گلبرگ‌های بیرونی و 39/57 در گلبرگ‌های درونی؛ و در دمای 60 درجه سلسیوس برابر 38/54 در گلبرگ‌های بیرونی و 40/35 در گلبرگ‌های درونی به‌دست آمد. گرچه این

مقادیر تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی مقادیر نشانگر این است که طولانی‌تری شدن زمان فرایند در دمای 50 درجه سلسیوس باعث تیره‌تر شدن رنگ گلبرگ‌ها شده است.

4- فرآیند خشک کردن و افزایش دمای هوای خشک-کن سبب کاهش معنی‌دار فنل کل در گلبرگ‌های غنچه گل محمدی شد، به‌طوری‌که با افزایش دمای هوای گرم در خشک‌کن کابینتی از 40 درجه سلسیوس به 50 و 60 درجه سلسیوس، مقدار فنل کل به‌ترتیب از 514/33 به 483/33 و 458/33 میلی گرم گالیک اسید بر گرم کاهش یافت.

5- غنچه‌های خشک گل محمدی از لحاظ مقدار فنل کل نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. به‌طوری‌که غنچه‌های خشک‌شده با روش سایه و سپس روش هوای گرم با دماهای 40 و 50 درجه سلسیوس به‌ترتیب و به‌طور معنی‌داری بیشترین مقدار فنل کل را دارا بودند. کمترین میزان فنل مربوط به روش خشک‌کن تصعیدی و خشک‌کن خورشیدی غیرمستقیم به‌ترتیب با مقادیر 434 و 454 میلی گرم گالیک اسید بر گرم به‌دست آمد.



منابع

- ابراهیمی، م. و شریفزادگان، ح. 1395. آشنایی با اصول کاشت گل محمدی. نشریه ترویجی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- احمدی، ک.، سفیدکن، ف. و عصاره، م. ح. 1386. تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر کمیت و کیفیت اسانس سه ژنوتیپ از گل محمدی (*Rosa damascena Mill*). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد 2، شماره 24، صفحه 162-176.
- بی‌نام. 1401. آمارنامه کشاورزی سال 1400. جلد سوم: محصولات باغبانی و گلخانه‌ای، معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- پورابراهیم، ن.، الهامی‌راد، ا.ح.، عین‌افشار، س. و آرمین، م. 1402. تأثیر روش استخراج به کمک فراصوت بر میزان ترکیبات فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره گل محمدی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، جلد 2، شماره 15، صفحه 1-14.
- خرمدل، س.، شباهنگ، ج. و اسدی، ق. 1392. ارزیابی اثر روش‌های خشک‌کردن بر کمیت و کیفیت مهم‌ترین مواد مؤثره اسانس گونه‌های آویشن، بابونه، بادرنجبویه، ترخون و نعنا فلفلی. نشریه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، جلد 1، شماره 1، صفحه 36-48.
- روزدار، ف.، عزیزی، م.، غنی، ع. و داوری‌نژاد، غ.ج. 1393. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر زمان خشک شدن و برخی خواص بیوشیمیایی نعنا فلفلی (*Mentha piperita L.*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 3، شماره 28، صفحه 407-415.
- ضیاءالحق، س.ح.، باباخان‌زاده سجیرانی، ا. و حسینی، س.ع. 1400. بررسی اثر دمای خشک کردن بر کاهش وزن و رنگ گلبرگ‌های گل محمدی. کنگره گیاهان دارویی، مکانیزاسیون و فرآوری. 1 اسفند ماه، 1400، مرکز آموزش عالی امام خمینی، کرج، البرز.
- میر، س.ج. 1398. بررسی سیاست توسعه گل محمدی در ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، جلد 27، شماره 107، صفحه 183-205.
- Barman, M., M., Soren, C. Mishra and A. Mitra. 2022. Dehydrated jasmine flowers obtained through natural convective solar drying retain scent volatiles and phenolics– A prospective for added-value utility. Industrial Crops and Products 177: 114483.
- Bhardwaj, A. K., R. Chauhan, R. Kumar and M. Sethi. 2017. Experimental investigation of an indirect solar dryer integrated with phase change material for drying valeriana jatamansi (medicinal herb). Case Studies in Thermal Engineering 10: 302-314.
- Chen, W., K.L.B. Gast and S. Smithey. 2000. The effects of different freeze-drying processes on the moisture content, color, and physical strength of roses and carnations. Scientia Horticulturae 84 (2000): 321-33.



Hnin, K. K., M. Zhang, R. Ju and B. Wang. 2021. A novel infrared pulse-spouted freeze drying on the drying kinetics, energy consumption and quality of edible rose flowers. LWT - Food Science and Technology 136: 110318.

Mabellinia, A., E. Ohaco, M. R. Ochoa, A.G. Kesselera, C.A. Marqueza and A. De Michelis. 2011. Chemical and physical characteristics of several wild rose species used as food or food ingredient. International Journal of Industrial Chemistry 2 (3): 158-171.

Yam, K. L. and S. E. Papadakis. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering 61(1): 137-142.

Zheng, M., Q. Xia and S. Lu. 2015. Study on drying methods and their influences on effective components of loquat flower tea. LWT - Food Science and Technology 63: 14-20.



Evaluation of Physicochemical Properties of *Rosa* Flower Bud in Different Methods of Drying

Omid Reza Roustapour^{1*}, Abolfazl Golshan Tafti², Hamid Reza Gazor³, Mohammad Reza Bayati⁴

۱،۲،۳: Agricultural Engineering Research Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)

4: Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad (FUM)

Abstract

The production of dried *Rosa* flower bud with high quality of color and essential oil is concerned for related industries. Nowadays, the flower bud is generally dried by spreading them in the shade or in the sun. These methods decrease the quality of final products. Six methods of drying process contains dry in the shade, indirect solar dryer, convective dryer with three levels of inlet air temperature (۴۰، ۵۰ and ۶۰ °C) and freeze dryer were compared together in order to dry flower bud. Physicochemical properties of flower bud contains color indicators (Lab) and total phenol were measured. Experiment were carried out in three replications in completely randomized design and data were analyzed in one way ANOVA by SAS software. In the following, the means of data were compared by Duncan test. In accordance with the results, the bud which dried in shade and convective dryer with inlet air temperature of ۴۰ and ۵۰ °C had the maximum total phenol and the minimum values were obtained in freeze dryer and indirect solar dryer, respectively. The maximum color index (L*) in the inner and outer petals of dried buds was observed in freeze dryer. This index in convective dryer with air inlet temperature of ۶۰ °C was more than in temperature of ۵۰ °C. It showed, the prolongation of

* Corresponding Author, Email: o.roostapour@areo.ir

drying process was caused to decrease the brightness of petals. The maximum value of a^* index was acquired in the outer petal buds which dried in convective dryer with air inlet temperature of 50°C . The b^* index in the outer and inner petal bud that dried in convective dryer with air inlet temperature of 50°C , indirect solar dryers and in shade did not have significant difference.

Keywords: Drying, Chemical Properties, Physical Properties, Rosa Flower Bud

