



اثر روش خشک کردن بر برخی مواد مؤثره عصاره دو گونه مریم گلی

محدثه جعفری¹، محمد سیاری²، علی عزیزی²

1- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

2- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	
تاریخ دریافت: 1400 /11/30	
تاریخ پذیرش: 1401/05/03	
کلمات کلیدی:	
اسیدهای فنولیک، تانن کل، روش خشک کردن، خواص آنتی اکسیدانی، فلاونوئید کل، مریم گلی.	در مطالعه حاضر اثر روش خشک کردن بر مواد زیست فعال دو گونه مریم گلی <i>Salvia officinalis</i> و <i>Salvia nemorosa</i> مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول گونه‌ی مریم گلی در دو سطح و فاکتور دوم روش خشک کردن در چهار سطح خشک کردن در سایه به مدت 144 ساعت، خشک کردن در زیر نور آفتاب به مدت 78 ساعت و در آون با دمای 40 و 70 درجه سانتی‌گراد به ترتیب به مدت 37 و 6 ساعت بود. با احتساب دو سطح برای فاکتور اول و چهار سطح برای فاکتور دوم کلاً 8 تیمار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد عصاره (11%) متعلق به تیمار آون 70 درجه سانتی‌گراد، در هر دو گونه مریم گلی و با میزان بالاتر گونه <i>S. nemorosa</i> نسبت به گونه دیگر بود. درصد کاهش وزن تحت تأثیر روش‌های خشک کردن قرار نگرفت ولی نوع گونه بر روی آن اثر گذاشت و گونه <i>S. officinalis</i> بیشترین کاهش وزن را نسبت به گونه دیگر نشان داد. بالاترین میزان فنل کل، فلاونوئید کل، تانن کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در هر دو گونه در تیمار سایه خشک مشاهده شد و کمترین مقدار این ترکیبات در آون 70 درجه سانتی‌گراد ثبت شد. بیشترین میزانشدهای فنلیک شامل اسید کلروژنیک، اسید کافئیک، اسید رزمارینیک و اسید سالویانولیک در هر دو گونه در روش سایه‌خشک و کمترین مقدار نیز در روش خشک کردن در آون 70 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. همچنین اسید سالویانولیک و اسید رزمارینیک بیشترین میزان اسیدهای فنولیک در نمونه‌های خشک شده در سایه بودند. با مقایسه دو گونه اصلاح شده <i>(S. officinalis)</i> و بومی <i>(S. nemorosa)</i> مشخص شد که گونه بومی می‌تواند دارای ویژگی‌های برجسته‌ای برای اهلی سازی، اصلاح و تحقیقات بیشتر باشد.
DOI: 10.22034/FSCT.19.128.339 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.5.0	
* مسئول مکاتبات: m.sayyari@basu.ac.ir	

1- مقدمه

جنس مریم‌گلی از تیره *Lamiaceae* در جهان نزدیک به 900 گونه دارد که عمده آن‌ها در غرب آسیا، آمریکا، به ویژه منطقه مکزیک و شمال آفریقا می‌باشند [1 و 2]. فراتر از یک هزار سال پیش مریم‌گلی به‌عنوان گیاه دارویی استفاده می‌شده است. نام سالویا¹ از واژه لاتین *sulvus* به معنی شفادهنده مشتق شده است که به کاربردهای دارویی چندگانه این جنس اشاره دارد [3 و 4]. این گیاه با پیشینه تاریخی خود در قبایل بومی آسیا و آمریکایی، کاربرد فراوانی دارد؛ بخصوص در مکزیک که از تمام اجزای گیاه، استفاده خوراکی می‌شود. جنس مریم‌گلی در ایران 58 گونه دارد که 17 گونه آن بومی انحصاری ایران هستند، بقیه گونه‌ها علاوه بر ایران به‌طور عمده در کشورهای منطقه خاورمیانه می‌رویند [5]. منشأ برخی از گونه‌های مریم‌گلی نواحی شمالی مدیترانه گزارش شده است، مثلاً گونه آفیسینالیس در کوه‌های آهکی مونته‌نگرو و در یوگوسلاوی سابق گسترش فراوانی دارد و برخی مانند مریم‌گلی ایرانی و مریم‌گلی آذربایجان، بومی ایران می‌باشند و در اکثر مناطق ایران گسترش دارند [6]. گونه *Salvia officinalis* که گونه پرکاربرد و عمده از مریم‌گلی‌هاست، گیاهی چندساله و علفی، ریشه راست، دارای انشعابات فراوان و ساقه راست می‌باشد و گونه مریم‌گلی *Salvia nemorosa* که در منابع و کتاب‌های فارسی از آن به مریم‌گلی مزرعه روی و یا جنگلی یاد کرده‌اند، متعلق به تیره نعنائیان و از گیاهان دائمی، علفی و سخت است [1 و 3].

اسانس‌ها، ترپنوئیدها، اسیدهای فنلیک، فلاونوئیدها و مشتقات کارنوزول‌ها، متابولیت‌های ثانویه گونه‌های مریم‌گلی را تشکیل می‌دهند [7]. مشتقات اسید کافئیک فراوان‌ترین ترکیبات آبدوست گونه‌های مریم‌گلی هستند که دارای فعالیت‌های زیستی متنوعی شامل قدرت پاد اکسایشی، پاد پلاکتی، پادتوموری و پاد ویروسی می‌باشند [8]. گونه‌های جنس *salvia* به‌طور گسترده به‌عنوان گیاه دارویی، آرایشی و آشپزخانه‌ای استفاده می‌شود و دارای خواص آنتی‌باکتریال، آنتی‌ویروس و ضد جهش‌است. عصاره گونه‌های مریم‌گلی همچنین به دلیل داشتن ترکیبات فنلیک با ارزش دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالا

1. Salvia

هستند [9]. در طب سنتی از گونه‌های مریم‌گلی برای درمان سرماخوردگی، اختلالات گوارشی، دیابت، فشار خون، رماتیسم و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین آن‌ها به‌عنوان قابض، خلط‌آور و مسکن مورد توجه بوده‌اند [10، 11].

اندام‌های دارویی در گیاهان دارویی (برگ‌ها، ساقه‌های جوان، گل‌ها، ریشه‌ها و...) پس از جمع‌آوری، مقادیر فراوانی رطوبت در خود دارند. وجود رطوبت، برای رشد قارچ‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا مناسب است. به این دلیل، نگهداری اندام‌های جمع‌آوری شده را حتی برای مدت بسیار کوتاه غیرمقدور می‌سازد. این اندام‌ها را باید طوری خشک نمود که بعداً بتوان به‌خوبی از آن استفاده کرد [12]. خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی است که نقش مهمی در تعیین کیفیت و کمیت مواد مؤثره آن‌ها دارد. این فرآیند شامل حذف رطوبت با استفاده از عمل تبخیر تا حد رسیدن به یک آستانه خاص است تا بتوان محصول را برای مدت طولانی انبار کرد و فعالیت‌های آنزیمی در آن متوقف شود [13]. عملیات خشک‌کردن، شرایط و زمان انبارداری و عملیات فرآوری اثرات قابل توجهی روی گیاهان دارویی دارند [14]. برای خشک‌کردن اندام‌های مختلف گیاهان دارویی، از دو روش طبیعی و مصنوعی استفاده می‌شود. در حال حاضر روش‌های مختلفی برای خشک‌کردن گیاهان دارویی وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به خشک‌کردن انجمادی، خشک‌کردن در سایه و آفتاب، خشک‌کردن در آون و خشک‌کن پاششی اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی هستند [15].

خشک‌کردن روشی رایج جهت نگهداری گیاهان دارویی است. طبق بررسی‌های انجام‌شده برای خشک‌کردن گیاهان دارویی حداقل دمای بین 30 تا 50 درجه سانتی‌گراد لازم است تا بتوان خواص جزئی این گیاهان را حفظ نمود؛ بنابراین در تحقیقات گیاهان دارویی تلاش می‌شود دمای مناسب خشک‌کردن برای انواع گیاهان به دست آید. با افزایش رطوبت نسبی، زمان خشک‌کردن افزایش پیدا می‌کند و با افزایش دما، زمان خشک‌کردن کاهش پیدا می‌کند، مثلاً در مریم‌گلی مدت خشک‌کردن از 120 ساعت در 30 درجه سانتی‌گراد به 2 ساعت در 60 درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد [16]. در بررسی مارتینو و همکاران مشخص شد مناسب‌ترین دمای مورد نیاز برای

شستشو و پس از عمل شستشو و آبکشی برای انجام تیمارهای خشک کردن به آزمایشگاه منتقل و وزن گیری شدند.

2-2- روش های خشک کردن

این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار روی مریم گلی انجام شد. فاکتور اول گونه ی مریم گلی در دو سطح *Salvia officinalis* و *Salvia nemorosa* و فاکتور دوم روش خشک کردن به دوروش طبیعی و مصنوعی در 4 سطح خشک کردن در سایه به مدت 144 ساعت در اتاقی با دمای حدودی 23 ± 2 درجه سانتی گراد، خشک کردن در آفتاب به مدت 78 ساعت بادمای روز 30 ± 2 درجه سانتی گراد و شب 27 ± 2 درجه سانتی گراد و آن مدل *paatariya co* با دو دمای 40 و 70 درجه سانتی گراد به ترتیب 37 و 6 ساعت بود [21].

2-3- اندازه گیری صفات و پارامتر های مورد

ارزیابی

2-3-1- اندازه گیری درصد کاهش وزن

وزن اولیه نمونه ها پیش از اعمال تیمارهای خشک کردن با ترازوی دقیق، اندازه گیری و پس از انجام فرآیند خشک شدن، وزن گیری انتهایی انجام شد و سپس داده ها داخل فرمول زیر قرار گرفتند و بر اساس آن درصد کاهش وزن محاسبه شد [22].

$$100 \times \frac{\text{اختلاف وزن ابتدایی و انتهایی}}{\text{کاهش وزن}} \%$$

وزن ابتدایی

2-3-2- روش عصاره گیری

ابتدا 0,3 گرم از برگ هایی که قبلاً توسط دستگاه آسیاب خورد شده بود، داخل فالکن 10 میلی لیتر ریخته شد و به هرکدام 3 میلی لیتر متانول 85 درصد اضافه شد. فالکن ها به مدت 45 دقیقه (سه زمان 15 دقیقه) داخل دستگاه اولتراسونیک برای بهتر حل شدن ذرات قرار داده شدند. در نهایت نمونه ها در دستگاه سانتریفیوژ به مدت 10 دقیقه و با دور 2000 دور قرار گرفته و پس از طی این زمان قسمت رویی عصاره ها در داخل میکروتیوب ریخته شده و در فریزر 18- درجه سانتیگراد تا زمان سنجش ها نگهداری شدند [23].

خشک کردن مریم گلی، 30 درجه سانتی گراد می باشد و با افزایش دما از 30 به 55 درجه سانتی گراد، زمان خشک کردن تا 90 درصد کاهش می یابد اما در این دما میزان اسانس تا 15 درصد کاهش می یابد و رنگ اسانس از سبز به خاکستری تغییر می کند [17]. در بررسی حصین و همکاران که به بررسی اثر روش های خشک کردن بر ظرفیت آنتی اکسیدانی شش نوع گیاه خانواده نعناعیان پرداختند؛ مشخص شد که خشک کردن گیاهان یک روش بسیار مفید برای افزایش مقدار ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره ها بود. از بین روش های خشک کردن، هوا خشک بهترین روش برای همه نمونه ها گزارش شد. اثر هوا خشک در گیاهان چوب دار، مانند آویشن، بیشتر مشهود بود [18].

زیر و همکاران، تأثیر دماهای مختلف خشک کردن را بر پلی فنل های بارهنگ کبیر مورد بررسی قرار دادند که در این آزمایش از دماهای 40، 30 و 50 درجه سانتی گراد استفاده شد، نتایج نشان داد دمای بالا موجب کاهش ترکیبات موجود در ماده مؤثره می شود [19]. همرونی سلامی و همکاران تأثیر روش های مختلف خشک کردن را بر روی میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی مریم گلی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در بین روش های خشک کردن، ماکروبیو با توان 800 وات سبب افزایش فنل کل، فلاونوئید و بیشترین مهارکنندگی رادیکال های آزاد گردید و با افزایش قدرت ماکروبیو از 600 به 800 وات میزان فنل کل به طور معنی داری افزایش یافت [20].

2- مواد و روش ها

2-1- تهیه بذور، کاشت، برداشت و پیش تیمار

برگ ها

برای انجام طرح مورد نظر بذور مورد نیاز از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. این پژوهش در فاصله زمانی بین اردیبهشت ماه تا اسفند ماه سال 1398، در زمین زراعی واقع در 5 کیلومتری جاده همدان به ملایر و در روستای یکانه و آزمایشگاه های گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. برای انجام تیمارها ابتدا برگ ها پس از رشد رویشی کامل برداشت شدند و به خوبی

2-3-3-اندازه گیری عملکرد عصاره

پس از عصاره گیری از 0/3 گرم برگ خشک، عصاره ها داخل پتری ریخته و تا زمان پریدن حلال نگهداری شدند. در نهایت عصاره خشک باقیمانده وزن گیری و از طریق فرمول زیر عملکرد عصاره برحسب درصد سنجیده شد [24].

$$100 \times \frac{\text{وزن عصاره خشک شده}}{\text{عملکرد عصاره}} = \%$$

وزن ماده اولیه

2-3-4-اندازه گیری فنل کل عصاره برگ خشک شده

اندازه گیری غلظت فنل کل با استفاده از معرف فولین-سیکالتو انجام شد. مقدار 0,3 میلی لیتر عصاره برگ، در تاریکی توسط سمپلر جدا شده و درون لوله آزمایش ریخته شد و سپس 1/5 میلی لیتر فولین 10 درصد به آن اضافه گردید و بعد از گذشت 5 دقیقه، 1/2 میلی لیتر کربنات سدیم 7 درصد به آن اضافه شد و به مدت 90 دقیقه روی شیکر با 110 دور در دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفت و در انتها 6 میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد که حجم نهایی به 9 میلی لیتر رسید؛ در نهایت با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری 100، واریان، آمریکا) میزان جذب نور نمونه ها در طول موج 765 نانومتر، قرائت گردید. از اسید گالیک به عنوان استاندارد محتویات فنلی کل در بافت برگ به وسیله واکنش فولین سیوکالتو استفاده گردید و با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک، مجموع فنل به صورت میلی گرم اسید گالیک در 100 گرم وزن خشک بیان شد [25].

= غلظت فنل کل (میلی گرم اسید در 100 گرم وزن خشک)

$$100 \times \frac{\text{نمونه حجم (3 میلی لیتر)} \times \text{استاندارد منحنی فرمول در غلظت}}{\text{وزن نمونه خشک 0,3 گرم}} \times 1000$$

2-3-5-اندازه گیری فلاونوئید کل عصاره برگ

خشک شده

جهت اندازه گیری فلاونوئید کل، 0/275 میلی لیتر از عصاره برگ با 825 میکرو لیتر آب مقطر به حجم 1/1 میلی لیتر رسانده شد؛ سپس 0/3 میلی لیتر نیتريت سدیم 5 درصد به محلول اضافه گردید و پس از سپری شدن 5 دقیقه، 0/6 میلی لیتر کلرید آلومینیوم 10 درصد به محلول اضافه شد و بعد از 6 دقیقه 2 میلی لیتر

هیدروکسید سدیم 1 مولار به همراه یک میلی لیتر آب مقطر به محلول اضافه گردید و شدت جذب محلول در طول موج 510 نانومتر با اسپکتروفتومتر در مقابل بلانک آب مقطر قرائت شد. برای محاسبه غلظت فلاونوئید کل با استفاده از روتین منحنی استاندارد رسم گردید و غلظت فلاونوئید کل در برگ بر حسب میکروگرم روتین (کوئرستین-3-روتینوزید) در 100 گرم وزن خشک بیان شد [26].

= غلظت فلاونوئید کل برگ (میلی گرم کوئرستین در 100 گرم وزن خشک)

$$100 \times \frac{\text{نمونه حجم (3 میلی لیتر)} \times \text{استاندارد منحنی فرمول در غلظت}}{\text{وزن نمونه خشک 0,3 گرم}} \times 1000$$

2-3-6-اندازه گیری میزان تانن کل عصاره برگ

خشک شده

ابتدا به 250 میکرو لیتر عصاره برگ، 1375 میکرو لیتر آب مقطر اضافه گردید. سپس 0/125 میلی لیتر فولین سیوکالتو 1 نرمال به محلول اضافه شد و بعد از گذشت 3 دقیقه 0,25 میلی لیتر کربنات سدیم اشباع به محلول اضافه شد و به مدت 60 دقیقه در تاریکی عمل همزدن با چرخش 120 دور در دقیقه اعمال شد. قبل از قرائت، 7/5 میلی لیتر آب مقطر به هر یک از نمونه ها اضافه گردید (هر نمونه در کل 10 میلی لیتر)؛ سپس شدت جذب محلول در طول موج 725 نانومتر قرائت شد. برای محاسبه غلظت تانن کل یا استفاده از اسید تانیک منحنی استاندارد رسم گردید و غلظت تانن کل در برگ برحسب میلی گرم اسید تانیک در 100 گرم وزن خشک بیان شد. برای تهیه استاندارد تانن کل، ابتدا مقدار 1 میلی گرم اسید تانیک در مقداری آب مقطر حل شد و حجم نهایی محلول به 10 میلی لیتر رسانده شد [27].

= غلظت تانن کل (میلی گرم تانیک اسید در 100 گرم وزن خشک)

$$100 \times \frac{\text{نمونه حجم (3 میلی لیتر)} \times \text{استاندارد منحنی فرمول در غلظت}}{\text{وزن نمونه خشک 0,3 گرم}} \times 1000$$

2-3-7-سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ

خشک شده به روش DPPH

برای سنجش خاصیت آنتی اکسیدانی، ابتدا محلول DPPH با غلظت 0/05 میلی مولار تهیه گردید؛ برای این منظور 2 میلی گرم ماده DPPH در 100 میلی لیتر متانول 85 درصد حل شد. سپس 0/075 میلی لیتر از قسمت رویی هر عصاره با سمپلر برداشته و

به صورت جداگانه، نمونه‌ها تزریق شدند و با مقایسه با استاندارد این دو ترکیب، مساحت زیر پیک کروماتوگرام برای ترکیبات مورد نظر (میلی گرم بر گرم وزن نمونه) نوع ماده و مقدار خروجی از ستون شناسایی و تعیین شدند. از معادله خط به دست آمده از منحنی استاندارد اسید کلروژنیک، اسید کافئیک، اسید رزمارینیک و اسید سالویانولیک جهت تعیین غلظت آن‌ها استفاده شد.

2-4- تجزیه آماری داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد

استفاده

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه 9/4 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- عملکرد عصاره و درصد کاهش وزن

برگ‌ها تحت تاثیر روش‌های مختلف خشک

کردن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس عملکرد عصاره و درصد کاهش وزن، اثر نوع گونه، روش‌های خشک کردن و اثر متقابل نوع گونه و روش‌های خشک کردن بر عملکرد عصاره و همین‌طور اثر نوع گونه بر درصد کاهش وزن در سطح 1 درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل نوع گونه و روش‌های خشک کردن بر درصد کاهش وزن، در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 1).

داخل فالکن‌های 15 میلی‌لیتر ریخته شد. به نمونه‌های موجود در فالکن‌ها 2/925 میلی‌لیتر DPPH اضافه و از متانول 85 درصد به عنوان بلانک استفاده شد. نمونه‌ها را ورتکس نموده و پس از این کار با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر جذب نمونه‌ها در طول موج 515 نانومتر سنجیده شد و در نهایت با استفاده از فرمول زیر درصد بازدارندگی نمونه‌ها به دست آمد [28].

$$AA(\%) = \left(1 - \frac{AO}{AI}\right) \times 100$$

AO: جذب نمونه

AI: جذب DPPH

AA: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)

2-3-8- سنجش میزان اسید کلروژنیک، اسید کافئیک،

اسید رزمارینیک و اسید سالویانولیک عصاره برگ خشک

به وسیله دستگاه HPLC

به منظور سنجش اسیدهای فنولیک عصاره برگ خشک دو گونه مورد بررسی سیمریم گلی گرفته شد. برای جداسازی و سنجش این ترکیبات از دستگاه HPLC ساخت شرکت کنور آلمان (مجهز به دتکتور UV مدل اسمارت لاین 2050، ستون C₁₈ به طول 150 میلی‌متر و قطر داخلی 4/6 میلی‌متر) استفاده گردید. دتکتور دستگاه در طول موج 280 نانومتر تنظیم گردید. آب و اسید استیک (2:98) به عنوان حلال اول و آب، استونیتریل و اسید استیک (2:20:78) به عنوان حلال دوم مورد استفاده قرار گرفتند. حجم هر تزریق 20 میکرولیتر و سرعت جریان فاز متحرک 1 میلی‌لیتر در دقیقه بود. پس از تزریق استانداردهای اسید کلروژنیک، اسید کافئیک، اسید رزمارینیک و اسید سالویانولیک

Table 1 Analysis of variance of drying methods effects on extract yield and leaf weight loss percentage of two species of *Salvia officinalis* and *Salvia nemorosa*

Sources of change	df	average of squares	
		Extract performance	Weight loss percentage
Block	2	0.54 ^{ns}	4.51 ^{ns}
Species	1	9.37 ^{**}	2486.36 ^{**}
Drying methods	3	44.18 ^{**}	1.42 ^{ns}
Species interaction and drying method	3	19.90 ^{**}	33.63 [*]
Trial error	14	0.30	8.52
Coefficient of variation (%)	-	6.64	4.53

ns&*&** : Lack of significant difference and has a significant difference at the level of five percent and one percent, respectively.

مختلف خشک کردن قرار گرفت و در هر دو گونه بالاترین عملکرد عصاره متعلق به قرارگیری در آون 70 درجه سانتی گراد با مقادیر 10/5 درصد در *S. officinalis* و 13 درصد در *S. nemorosa* و پایین ترین عملکرد عصاره مربوط به گونه *S. officinalis* با قرار گرفتن در آون 40 درجه سانتی گراد به میزان 4/33 درصد بود، همچنین در گونه *S. nemorosa* نیز، خشک کردن به روش آفتاب خشک با میزان 4/33 درصد کمترین عملکرد عصاره را داشت (جدول 2).

اثر ساده فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که از نظر عملکرد عصاره، گونه *S. nemorosa* با مقدار 8/92 درصد، بالاترین میزان عملکرد عصاره را نسبت به گونه دیگر دارا بود. بررسی اثرات ساده روش های خشک کردن نیز نشان داد که بالاترین و پایین ترین عملکرد عصاره به ترتیب متعلق به خشک کردن گیاه در آون 70 درجه سانتی گراد با مقدار 11/75 درصد و در آفتاب با میزان 5/33 درصد بود. با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل، عملکرد عصاره در گونه های مختلف، تحت تأثیر روش های

Table 2 Mean comparison of the effect of drying methods on extract performance and leaf weight loss of two species of *Salvia officinalis* and *Salvia nemorosa*

Treatment	Total phenol (mg.100gdw)	Total flavonoids (mg.100gdw)	Total tannins (mg.100gdw)	Antioxidant properties (%)
Type of species				
<i>S. officinalis</i>	351.57± 2.85 ^b	103.06± 2.91 ^b	91.99± 4.62 ^b	85.64± 0.48 ^a
<i>S. nemorosa</i>	512.16± 1.252 ^a	147.97± 6.36 ^a	138.57± 2.04 ^a	80.42± 1.18 ^b
Drying methods				
91.21± 1.14 ^a	142.18± 1.29 ^a	211.63± 2.97 ^a	513.018± 1.35 ^a	Dry shade
83.90± 2.04 ^b	98.36± 0.96 ^b	105.70± 4.38 ^b	387.104± 0.98 ^c	Dry sun
79.36± 2.36 ^{bc}	93.02± 0.2.58 ^b	65.74± 5.86 ^c	359.672± 0.35 ^d	Oven 70°C
77.65± 0.95 ^c	127.56± 1.85 ^a	119.00± 3.45 ^b	467.674± 2.63 ^b	Oven 40°C
Type of species * Drying methods				
88.36± 1.09 ^{ab}	127.43± 1.39 ^a	163.69± 8.84 ^b	502.02± 0.28 ^a	<i>S. officinalis</i> * Dry shade
85.40± 0.46 ^b	38.44± 0.50 ^c	44.28± 3.34 ^d	263.94± 1.54 ^c	<i>S. officinalis</i> * Dry sun
83.40± 1.10 ^b	42.61± 1.67 ^c	57.10± 6.59 ^d	214.17± 0.94 ^d	<i>S. officinalis</i> * oven 70°C
85.40± 1.90 ^b	159.46± 1.22 ^a	147.17± 12.07 ^b	426.15± 2.82 ^b	<i>S. officinalis</i> * oven 40°C
94.06± 1.82 ^a	156.92± 1.57 ^a	259.57± 2.44 ^a	524.01± 1.008 ^a	<i>S. nemorosa</i> * Dry shade
82.40± 3.60 ^b	158.28± 3.21 ^a	167.11± 3.31 ^b	510.27± 1.25 ^a	<i>S. nemorosa</i> * Dry sun
75.33± 1.74 ^c	143.43± 1.55 ^a	74.39± 2.54 ^{cd}	505.17± 1.19 ^a	<i>S. nemorosa</i> * oven 70°C
69.90± 3.92 ^c	95.65± 3.97 ^b	90.82± 5.33 ^c	509.20± 0.68 ^a	<i>S. nemorosa</i> * oven 40°C

3-2- اثر روش های خشک کردن بر صفات

فیتوشیمیایی

با توجه به اثرات ساده نوع گونه، بالاترین میزان فنل کل با میزان 512/17 mg/100g وزن خشک متعلق به گونه *S. nemorosa* بود؛ همین طور مقایسه میانگین اثرات ساده روش های خشک کردن نشان داد که گونه ها تحت روش سایه خشک با مقدار 513/018 mg/100g وزن خشک میزان فنل کل بیشتری را دارا بودند. با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل گونه و روش های

اثر نوع گونه بر درصد کاهش وزن نیز نشان داد که دو گونه از نظر کاهش وزن باهم اختلاف معنی دار داشتند؛ به طوری که کمترین میزان کاهش وزن با 54 درصد متعلق به گونه *S. nemorosa* بود. بررسی اثرات متقابل نوع گونه و روش های خشک کردن بر درصد کاهش وزن نشان داد که با توجه به نبود اختلاف معنی دار بین اثرات ساده روش های خشک کردن، وجود اختلاف معنی دار در اثرات متقابل، وابسته به نوع گونه می باشد؛ به طوری که روش خشک کردن نقشی بر درصد کاهش وزن ندارد و در گونه *S. officinalis* بیشترین میزان کاهش وزن مشاهده شد (جدول 2).

روش‌های خشک‌کردن قرار گرفت؛ به طوری که در هر دو گونه *S. officinalis* و *S. nemorosa* روش سایه‌خشک به ترتیب با مقادیر 163/69 و 259/57 mg/100g وزن خشک، روشی مناسب برای خشک‌کردن گونه‌ها به منظور حفظ بالاترین میزان فلاونوئید کل بود (جدول 3).

اثرات ساده نوع گونه روی میزان تانن کل نشان داد که میزان این ترکیب در *S. nemorosa* با مقدار 138/57 mg/100g وزن خشک نسبت به گونه دیگر بالاتر بود. پس از بررسی اثرات ساده روش‌های خشک‌کردن بر روی میزان تانن کل مشخص شد، روش سایه‌خشک با میزان 142/18 mg/100g وزن خشک، بیشترین میزان تانن کل را در هر دو گونه حفظ کرد. با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل نوع گونه و روش‌های خشک‌کردن، در گونه *S. officinalis* با روش سایه‌خشک به میزان 127/43 mg/100g وزن خشک، تانن کل بیشتری در گیاه مشاهده شد. در حالی که در گونه *S. nemorosa* بین روش‌های خشک‌کردن در سایه، آفتاب و آن 70 درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما خشک‌کردن در آن 40 درجه سانتی‌گراد در این گونه باعث حفظ کمترین میزان تانن کل با مقدار 95/65 mg/100g وزن خشک شد (جدول 3).

خشک‌کردن، واکنش گونه‌ها به روش‌های مختلف خشک‌کردن متفاوت بود؛ به طوری که روش سایه‌خشک با میزان 502/02 mg/100g بر وزن خشک، بیشترین میزان فنل کل را در گونه *S. officinalis* حفظ کرد؛ در حالی که در همین گونه با خشک‌کردن در آن 70 درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار فنل کل با میزان 214/17 mg/100g وزن خشک مشاهده شد. در گونه *S. nemorosa* اختلاف معنی‌دار بین گونه و روش‌های خشک‌کردن مشاهده نشد؛ اما استفاده از روش سایه‌خشک اندکی بیشتر از سایر روش‌ها فنل کل را حفظ کرد (جدول 3).

بیشترین محتوای فلاونوئید کل در رابطه با اثر ساده نوع گونه نیز، متعلق به گونه *S. nemorosa*، با مقدار 147/97 mg/100g وزن خشک بود. بررسی اثرات ساده روش‌های خشک‌کردن بر میزان فلاونوئید کل نشان داد که روش سایه‌خشک با میزان 211/63 mg/100g وزن خشک نسبت به سایر روش‌ها، محتوای بیشتری از این ترکیب را در گیاه حفظ کرد و بیشترین کاهش فلاونوئید کل گونه‌ها با مقدار 65/74 mg/100g وزن خشک متعلق به خشک‌کردن در آن 70 درجه سانتی‌گراد بود. با توجه به معنی‌دار بودن اثرات متقابل نوع گونه و روش‌های خشک‌کردن مشخص شد که میزان فلاونوئید کل موجود در گونه‌ها تحت تأثیر

Table 3 Comparison of the mean effect of drying methods on leaf phytochemical traits of two species of sage *S. officinalis* and *S. nemorosa*

Antioxidant properties (%)	Total tannins (mg.100gdw)	Total flavonoids (mg.100gdw)	Total phenol (mg.100gdw)	Treatment
Type of species				
85.64± 0.48 ^a	91.99± 4.62 ^b	103.06± 2.91 ^b	351.57± 2.85 ^b	<i>S. officinalis</i>
80.42± 1.18 ^b	138.57± 2.04 ^a	147.97± 6.36 ^a	512.16± 1.252 ^a	<i>S. nemorosa</i>
Drying methods				
91.21± 1.14 ^a	142.18± 1.29 ^a	211.63± 2.97 ^a	513.018± 1.35 ^a	Dry shade
83.90± 2.04 ^b	98.36± 0.96 ^b	105.70± 4.38 ^b	387.104± 0.98 ^c	Dry sun
79.36± 2.36 ^{bc}	93.02± 0.2.58 ^b	65.74± 5.86 ^c	359.672± 0.35 ^d	Oven 70°C
77.65± 0.95 ^c	127.56± 1.85 ^a	119.00± 3.45 ^b	467.674± 2.63 ^b	Oven 40°C
Type of species * Drying methods				
88.36± 1.09 ^{ab}	127.43± 1.39 ^a	163.69± 8.84 ^b	502.02± 0.28 ^a	<i>S. officinalis</i> * Dry shade
85.40± 0.46 ^b	38.44± 0.50 ^c	44.28± 3.34 ^d	263.94± 1.54 ^c	<i>S. officinalis</i> * Dry sun
83.40± 1.10 ^b	42.61± 1.67 ^c	57.10± 6.59 ^d	214.17± 0.94 ^d	<i>S. officinalis</i> * oven 70°C
85.40± 1.90 ^b	159.46± 1.22 ^a	147.17± 12.07 ^b	426.15± 2.82 ^b	<i>S. officinalis</i> * oven 40°C
94.06± 1.82 ^a	156.92± 1.57 ^a	259.57± 2.44 ^a	524.01± 1.008 ^a	<i>S. nemorosa</i> * Dry shade
82.40± 3.60 ^b	158.28± 3.21 ^a	167.11± 3.31 ^b	510.27± 1.25 ^a	<i>S. nemorosa</i> * Dry sun
75.33± 1.74 ^c	143.43± 1.55 ^a	74.39± 2.54 ^{cd}	505.17± 1.19 ^a	<i>S. nemorosa</i> * oven 70°C
69.90± 3.92 ^c	95.65± 3.97 ^b	90.82± 5.33 ^c	509.20± 0.68 ^a	<i>S. nemorosa</i> * oven 40°C

In each column, the same letters indicate significant difference at the level one percent.

چان و همکاران [38] اثر روش‌های مختلف خشک کردن شامل آون، ماکروویو و خورشیدی بر میزان کل ترکیبات فنلی برگ چای را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق در اثر خشک کردن، میزان کل ترکیبات فنلی کمتر از نمونه تازه گزارش شده است و دلیل این امر را تخریب حرارتی ترکیبات فنلیکی گزارش کرده‌اند. ارسلان و همکاران [39] با تحقیقی بر روی پودر ادویه کاری قرمز دریافتند که کمترین میزان فنل کل در نمونه‌های خشک شده در آون بود و نمونه‌های خشک شده در تیمار آون-ماکروویو بیشترین میزان فنل کل را داشتند و سپس در تیمار آفتاب خشک، گیاهان بالاترین میزان فنل کل را داشتند که با نمونه تازه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. آن‌ها بیان کردند که علت افزایش ترکیبات فنلی احتمالاً به خاطر آزادسازی ترکیبات خشک کردن است و علت کاهش ترکیبات فنلی در آون دمای بالا می‌باشد. انور و همکاران [40] بیان کردند محتوای کلم بروکلی خشک شده به روش آون سبب حفظ بیشتر ترکیبات فنلی در مقایسه با روش هوا خشک شد.

بر اساس پژوهش حسن‌زاده و همکاران [41] بر روی گیاه بادرنجبویه مشاهده شد که بیشترین میزان فنل کل در تیمار آون 40 درجه سانتی‌گراد و کمترین میزان آن، روش خشک کردن در آفتاب بود؛ همین‌طور این تحقیق نشان داد که گیاه در دمای 30 درجه سانتی‌گراد آون بیشترین میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی و دمای 60 درجه سانتی‌گراد، کمترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی را دارد که می‌تواند ناشی از تجزیه ترکیبات فنلی باشد. همین‌طور نتایج واگاکالوز و همکاران [42] نشان داد که میزان ترکیبات فنلی با افزایش دمای خشک کردن کاهش می‌یابد. راکیک و همکاران [43] تغییرات مشاهده شده در میزان ترکیبات فنلی در دمای بالا را به تأثیر حرارت بر ترکیبات تاننی نسبت دادند. کاتسوبه و همکاران [44] در آزمایشی نشان دادند که خشک کردن در دمای 60 درجه سانتی‌گراد یا پایین‌تر بر ترکیبات فنلی برگ شاه‌بلوط اثر منفی ندارد.

3-3- اثر روش‌های خشک کردن بر اسیدهای فنلیک (اسید کلروژنیک، اسید کافئیک، اسید رزمارینیک و اسید سالوانولیک)

بر اساس نتایج حاصل، گونه *S. officinalis* با 85 درصد خاصیت آنتی‌اکسیدانی، برتری خود را نسبت به گونه دیگر نشان داد. در بررسی اثر ساده روش‌های خشک کردن مشخص شد روش سایه‌خشک با مقدار 91 درصد، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها در دو گونه حفظ کرد. در بررسی اثر متقابل مشخص شد خاصیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌ها تحت تأثیر روش‌های خشک کردن قرار گرفت که بر اساس آن خشک کردن به روش سایه در هر دو گونه *S. officinalis* و *S. nemorosa* به ترتیب با مقادیر 88 و 94 درصد، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را حفظ کرد (جدول 3).

کاهش میزان مواد مؤثره در همه گیاهان یکسان نبوده و بستگی به ساختار شیمیایی آن دارد [29]. ترکیبات فنلی به‌عنوان بخش مهم مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌باشند که تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، شرایط رشد و عملیات پس از برداشت مختلف قرار می‌گیرند [30 و 31]. مطابق گزارش بسبس و همکاران [32] با افزایش دمای خشک کردن، میزان ترکیبات فنلی کل کاهش می‌یابد که می‌تواند به علت اثر تخریبی دماهای بالا روی ترکیبات فنلی باشد. بر طبق نظر هاربونه و همکاران [33] ترکیبات فنلی در درون اندامک‌هایی بنام واکوئل قرار دارند که فرایند خشک کردن باعث تخریب ساختار سلولی واکوئل‌ها و خروج ترکیبات فنلی از آن‌ها می‌شود، بنابراین ترکیبات فنلی در مقابل هر تغییری حساس می‌شوند و با افزایش دما از بین می‌روند.

کاهش ترکیبات فنلی ممکن است به دلیل فرآیندهای آنزیمی باشد که در طی مراحل خشک کردن اتفاق می‌افتد. روش‌های سنتی خشک کردن نمی‌توانند آنزیم‌های تجزیه کننده مانند پلی فنل اکسیداز را غیرفعال کنند؛ بنابراین این آنزیم‌ها ترکیبات فنلی را در طی روش‌های طولانی مدت خشک کردن تجزیه می‌کنند [34].

ارتباط نزدیکی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی وجود دارد، به نحوی که هرچه میزان ترکیبات فنلیک کمتر باشد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز کاهش می‌یابد [35]. افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی به دنبال تیمار دمایی، به آزاد شدن پیوند ترکیبات فنلی به وسیله از هم‌پاشیدگی اجزای سلولی و تشکیل ترکیب‌های جدید با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا نسبت داده می‌شود [36، 37].

به طوری که بیشترین میزان رزمارینیک اسید با مقدار $1/13$ mg/g وزن خشک در گونه *S. officinalis* تحت روش سایه خشک مشاهده شد؛ در حالی که در گونه *S. nemorosa* روش های خشک کردن تفاوت معنی داری ایجاد نکردند و مقادیر تقریباً برابری از این ترکیب در این گونه دیده شد (جدول 4).

بین اسیدهای فنلیک بررسی شده در این پژوهش، در هر دو گونه محتوای اسید سالویانولیک، بیشتر از بقیه بود. بررسی اثر ساده نوع گونه، نشان از برتری گونه *S. officinalis* با میزان بالای از اسید سالویانولیک ($2/75$ mg/g وزن خشک) نسبت به *S. nemorosa* داشت. از نظر اثرات ساده روش های خشک کردن، بهترین روش برای بازدهی بالای این اسید فنلیک همانند اسید رزمارینیک، تیمار سایه خشک با میزان $2/87$ mg/g وزن خشک بود و پایین ترین بازدهی نیز، در روش خشک کردن با آون 70 درجه سانتی گراد با مقدار $1/29$ mg/g وزن خشک مشاهده شد. با توجه به معنی دار بودن اثرات متقابل، میزان اسید سالویانولیک در گونه ها تحت تأثیر روش های خشک کردن قرار گرفت؛ به طوری که روش سایه خشک با حفظ میزان $4/13$ mg/g وزن خشک از این ترکیب در گونه *S. officinalis*، بهترین روش خشک کردن شناخته شد. در گونه *S. nemorosa* تیمار آون 70 درجه سانتی گراد میزان کمتری از اسید سالویانولیک را حفظ نمود و بیشترین میزان این ترکیب در این گونه متعلق به خشک کردن به روش آفتاب خشک و آون 40 درجه سانتی گراد بود (جدول 4).

کیو و همکاران [45] اظهار داشتند که افزایش دمای خشک کردن بر میزان ترکیبات فنلی تأثیر دارد. آن ها بیان کردند که تشکیل ترکیبات فنلی در دمای بالای 90 درجه سانتی گراد ممکن است به دلیل در دسترس بودن پیش سازهای ترکیبات فنلی همراه با تبدلات غیر آنزیمی بین این مولکول ها باشد. حصین و همکاران [18]، اثر روش های مختلف خشک کردن بر میزان کل ترکیبات فنلیک شش گیاه خانواده نعنائیان را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که خشک کردن گیاهان باعث افزایش ترکیبات فنلیک به علت استخراج بهتر این ترکیبات می شود. در این تحقیق روش سایه خشک میزان کل ترکیبات فنلی بیشتری را نسبت به روش آون و انجمادی حفظ کرد.

آنتیاو همکاران [46] گزارش کردند که خشک کردن نعنای با آون

اثر ساده نوع گونه بر میزان اسید کلروژنیک در گونه *S. nemorosa* با مقدار $0/21$ mg/g وزن خشک از گونه *S. officinalis* با مقدار $0/23$ mg/g وزن خشک کمتر بود. با بررسی اثرات ساده روش های خشک کردن مشخص شد که خشک کردن به روش آفتاب خشک با میزان $0/25$ mg/g وزن خشک، میزان بیشتری از کلروژنیک اسید را حفظ نمود و سه روش دیگر خشک کردن، اختلاف معنی داری با هم نداشتند. با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل روش های خشک کردن و گونه ها، روش آفتاب خشک در گونه *S. officinalis* با $0/27$ mg/g وزن خشک باعث حفظ بالاترین میزان کلروژنیک اسید شد (جدول 4).

بیشترین محتوای اسید کافئیک متعلق به گونه *S. nemorosa* با میزان $0/25$ mg/g وزن خشک بود و در رابطه با اثرات روش های خشک کردن، سه تیمار سایه خشک، آفتاب خشک و آون 40 درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری نشان ندادند و هر سه روش میزان تقریباً برابری از اسید کافئیک را در دو گونه نشان دادند، اما روش خشک کردن در آون با دمای 70 درجه سانتی گراد با میزان $0/13$ mg/g وزن خشک از این ترکیب، نسبت به سایر روش ها کمترین مقدار را نشان داد. پس از بررسی اثرات متقابل گونه و روش های خشک کردن بر میزان اسید کافئیک مشخص شد که در گونه *S. officinalis* بین روش های خشک کردن اختلاف معنی داری وجود ندارد و در گونه *S. nemorosa* به جز روش خشک کردن در آون 70 درجه سانتی گراد که میزان کمتری از این ترکیب در گیاه مشاهده شد، سایر روش ها اختلاف معنی داری نداشتند (جدول 4).

با بررسی اثرات ساده نوع گونه بر میزان اسید رزمارینیک، تفاوت بین دو گونه دیده شد که با توجه به جدول، در گونه *S. officinalis* نسبت به گونه ی دیگر محتوای بیشتری از اسید رزمارینیک با مقدار $0/76$ mg/g وزن خشک مشاهده شد. با بررسی اثرات ساده روش های خشک کردن مشخص شد، روش سایه خشک با میزان $0/71$ mg/g وزن خشک، بهترین روش خشک کردن بود که نسبت به سایر تیمارها میزان بیشتری از اسید رزمارینیک را در نمونه های خشک شده حفظ کرد. اثرات متقابل روش های خشک کردن و گونه ها نشان داد که میزان رزمارینیک اسید در گونه ها، تحت تأثیر روش های خشک کردن قرار گرفت؛

قاسم نژاد و همکاران [48] با پژوهشی روی کنگر فرنگی دریافتند که کافئیک اسید در سایه و کلروژنیک اسید تحت تیمار دمایی 40 درجه سانتی‌گراد بالاترین میزان را داشتند که با افزایش دما هر دو ماده کاهش یافتند. ماریا لنا و همکاران [49] با بررسی دماهای مختلف بر روی سیب دریافتند که دمای 50 درجه سانتی‌گراد بیشترین اسید کلروژنیک را به همراه داشت، همچنین دریافتند که با افزایش دما به بالاتر از این مقدار، میزان اسید کلروژنیک کاهش می‌یابد.

و انجماد، به ترتیب کمترین و بیشترین ترکیبات فنلی را داشت و روش‌های سنتی خشک‌کردن شامل آفتاب و سایه نسبت به روش آون ترکیبات فنلی بالاتری داشتند. حسن‌زاده و همکاران [41] با بررسی میزان محتوای اسید رزمارینیک بادرنجبویه نشان دادند که بیشترین مقدار این اسید متعلق به خشک‌کردن در اتاق و سایه بود، همین‌طور کمترین میزان نیز متعلق به نمونه خشک شده در آون 60 درجه سانتی‌گراد بود. مولر و آرگیروپولوس [47] دریافتند بیشترین میزان رزمارینیک اسید در دمای 30 و 40 درجه بود و با افزایش دما به میزان 45 درجه سانتی‌گراد، مقدار آن کاهش یافت.

Table 4 Comparison of the mean effect of drying methods on leaf phenolic acids of two species of *S. officinalis* and *S. nemorosa*

Salvianolic acid (mg.gdw)	Rosmarinic acid (mg.gdw)	Caffeic acid (mg.gdw)	Chlorogenic acid (mg.gdw)	Treatment
Type of species				
2.75± 0.28 ^a	0.76± 0.08 ^a	0.10± 0.015 ^b	0.23± 0.09 ^a	<i>S. officinalis</i>
1.74± 0.09 ^b	0.20± 0.03 ^b	0.25± 0.021 ^a	0.21± 0.01 ^b	<i>S. nemorosa</i>
Drying methods				
2.87± 0.27 ^a	0.71± 0.06 ^a	0.19± 0.014 ^a	0.22± 0.02 ^b	Dry shade
2.23± 0.36 ^c	0.42± 0.05 ^b	0.19± 0.017 ^a	0.25± 0.021 ^a	Dry sun
1.29± 0.14 ^d	0.39± 0.03 ^b	0.13± 0.012 ^b	0.21± 0.018 ^{cb}	Oven 70°C
2.59± 0.18 ^b	0.41± 0.06 ^b	0.19± 0.022 ^a	0.20± 0.031 ^c	Oven 40°C
Type of species * Drying methods				
4.13± 0.38 ^a	1.13± 0.009 ^a	0.11± 0.009 ^c	0.22± 0.02 ^b	<i>S. officinalis</i> * Dry shade
1.96± 0.18 ^d	0.61± 0.011 ^b	0.09± 0.011 ^c	0.27± 0.01 ^a	<i>S. officinalis</i> * Dry sun
2.22± 0.19 ^{cd}	0.66± 0.014 ^b	0.09± 0.008 ^c	0.20± 0.015 ^{bc}	<i>S. officinalis</i> * oven 70°C
2.68± 0.31 ^b	0.62± 0.008 ^b	0.10± 0.007 ^c	0.22± 0.035 ^b	<i>S. officinalis</i> * oven 40°C
1.60± 0.11 ^e	0.28± 0.014 ^c	0.27± 0.015 ^a	0.22± 0.025 ^b	<i>S. nemorosa</i> * Dry shade
2.50± 0.28 ^{bc}	0.22± 0.004 ^c	0.29± 0.019 ^a	0.22± 0.022 ^b	<i>S. nemorosa</i> * Dry sun
0.36± 0.29 ^f	0.11± 0.018 ^d	0.16± 0.012 ^b	0.21± 0.025 ^b	<i>S. nemorosa</i> * oven 70°C
2.50± 0.34 ^{bc}	0.19± 0.017 ^{cd}	0.28± 0.021 ^a	0.18± 0.017 ^c	<i>S. nemorosa</i> * oven 40°C

In each column, the same letters indicate significant difference at the level one percent.

درصد کاهش وزن، گونه‌ها واکنش متفاوتی به فرآیند خشک‌کردن

4- نتیجه گیری

نشان دادند. بدین‌صورت که گونه *S. officinalis* بیشترین کاهش وزن را نسبت به گونه دیگر دارا بود، اما بین روش‌های خشک‌کردن صفات فیتوشیمیایی شامل فنل کل، فلاونوئید کل، تانن کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، اثرات منفی جای گذاشت. طبق مشاهدات این پژوهش، دمای بالا بر صفات فیتوشیمیایی و اسیدهای فنلیک مورد بررسی اثر منفی داشت و بالاترین میزان این ترکیبات در دمای پایین مشاهده شد؛ به دلیل اینکه در فرآوری گیاهان دارویی افزایش و یا حفظ میزان این ترکیبات تا حد ممکن مدنظر است؛ می‌توان چنین نتیجه گرفت که برای

در این پژوهش که به بررسی اثر برخی از روش‌های خشک‌کردن مرسوم، روی دو گونه مریم‌گلی *S. officinalis* و *S. nemorosa* پرداخته شد؛ مشخص شد که بیشترین میزان عصاره در هر دو گونه (با برتری نسبی *S. nemorosa*) متعلق به روش خشک کردن در آون 70 درجه سانتی‌گراد بود و خشک کردن در آون 40 درجه سانتی‌گراد در *S. officinalis* و آفتاب خشک در *S. nemorosa* کمترین میزان استحصال عصاره را داشتند؛ در واقع طبق نتایج این پژوهش با افزایش دما و کاهش زمان خشک‌کردن، درصد عصاره بیشتری به دست آمد. در رابطه با

- Gen, X. (2008). Distribution of phenolic acids in *chinesesalvia* plants. *Word Science and Technology*, 10(5):46-52.
- [9] AghaeiJeshvaghani, Z., Rahimmalek, M., Tabeji, M., & Goli, S. A. H. (2015). Comparison of total phenolic content and antioxidant activity in different *Salvia species* using three model systems. *Industrial Crops and Products*. 77: 409-414.
- [10] Kamatou, G. P. P., Makunga, N. P., Ramogola, W. P. N., & Viljoen, A. M. (2008). South African *Salvia* species: Biological activities and phytochemistry-A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 119:664-672.
- [11] Skoula, M., Abbes, J. E., & Johnson, C. B. (2000). Genetic variation of volatiles and rosmarinic acid in populations of *Salvia fruticosa* mill growing in crete. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(6):551-561.
- [12] OmidBeigi, R. 2005 A. Production and processing of medicinal plants. First volume. Astan Quds Razavi Publications. 347 pages.
- [13] Azizi, M. Rahimi, M. Ebadi, T. And Hassanzadeh Hayat, M. (2009). Evaluation of the effect of different drying methods on weight loss rate, essential oil content and percentage of camazoline of the medicinal plant Chamomile (*Matricariarecutita* L). *Iranian Journal of Medicinal Plants Research*. 25 (2): 192-182.
- [14] Kunle, O. F., Eghareva, H. O., & Ahmadu, p. o. (2012). Standardization of herbal medicines-A review. *Int, J, Biodivers, Conserv*, 4:101-112.
- [15] Hassanpouraghdam, M. B., Hassani, A., Vojodi, L., & farshadakhtar, N. (2010). Drying method effects essential oil content and composition of basil (*Ocimumbasilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(6):759-766.
- [16] Müller, J., & Heindl, A. (2006). Drying of medicinal plants. In: Bogers, R. J. Craker, L. E. & Lange, D. (Eds.). *Medicinal and aromatic plants*. Pp: 237-252. The Netherlands: Springer.
- [17] Martinov, M., Oztekin, S., & Muller, J. (2007). *Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying and Processing*. Haworth Food & Agricultural Products Press, Inc.
- [18] Hossain, M. B., Barry Ryan, C., Martin Diana, A. B., & Brunton, N. P. (2010). Effect of drying method on the antioxidant capacity of six Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 123(1), 85-91.
- حفظ مقادیر بالا از این ترکیبات تا حد امکان بهتر است، روشی برای خشک کردن انتخاب نمود که دمای پایینی داشته باشند.
- در نهایت می توان گفت گونه *S. nemorosa* که گونه ای بومی است و به عنوان علف هرز در کشورمان یافت می شود، از لحاظ برخی از ترکیبات فنلی بررسی شده در این پژوهش قابلیت رقابت با *S. officinalis* که گونه مطرح، اهلی شده و شناخته شده مریم گلی هاست را دارد و این گونه را می توان یک گونه با قابلیت اهلی سازی، اصلاح، کشت و معرفی جهت تحقیقات بیشتر پیشنهاد کرد.

5- منابع

- [1] Ormazdi, P. and Chalyban, F. (2014). Study of tissue culture and organogenesis in *Salvia nemorosa*. *Journal of Genetic Research and Breeding of Range and Forest Plants of Iran*. Volume 14 No. 2, 69-80.
- [2] Coisin, M., Padurariu, C., Andro, A. R., Boz, I., Zamfirache, M. M., & Burzo, I. (2010). Biochemical and physiological researches in *Salvia nemorosa* L. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al. I. Cuza" din Iasi*, 56(2), 31.
- [3] OmidBeigi, R. 2005 B. Production and processing of medicinal plants. Second volume. Astan Quds Razavi Publications. 438 pages.
- [4] Kelen, M., & Tepe, B. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Bioresource Technology*, 99: 4096-4104.
- [5] Rajabi, Z., Ebrahimi, M., Farajpour, M., Mirza, M., & Ramshini, H. (2014). Compositions and yield variation of essential oils among and within nine *Salvia* species from various areas of Iran. *Industrial Crops and Products*, 61, 233-239.
- [6] Bernath, J. (2000). *Medical and aromatic plants*. (In Hungarian). Mezo, Publ, Budaapest. Pp: 667.
- [7] Fotovat, M., Rajabian, T., Sabura, A., Salami, S. A., Sultani Maywan, A. (2015). Fingerprinting of phenolic and flavonoid compounds in some species of *Salvia* (*Salvia* spp.) In Iran by TLC method, with chemotaxonomic approach. *Quarterly Journal of Taxonomy and Biosystematics*. 24 (7): 94-75.
- [8] Min Hoi, L., Jian Min, C., Yong, P., & Pei

- [23] Thorsen, M. A. & Hildebrandt, K. S. (2003). Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts. *Journal Chromatography A*, 995:119-125.
- [24] Jayaprakasha, G. K. (2003). Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Research International*, 117-122.
- [25] Tezcan, F., Gültekin-Özğüven, M., Diken, T., Özçelik, B., & Erim, F. B. (2009). Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(3), 873-877.
- [26] Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food chemistry*, 96(2), 254-260.
- [27] Taira, S., & Ono, M. (1996). Reduction of astringency in persimmon caused by adhesion of tannins to cell wall fragments. In *I International Persimmon Symposium*, 436 (pp. 235-242).
- [28] Li, J. W., Ding, S. D., & Ding, X. L. (2005).
- [34] Lim Y. Y., & Murtijaya, J. (2007). Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *Journal of Food Science and Technology*, 40:1664.
- [35] Stagos, D., Portesis, N., Spanou, C., Mossialos, D., Aligiannis, N., Chaita, E., Panagoulis, C., Reri, E., Skaltsounis, L., Tsatsakis, A. M., & Kouretas, D. (2012). Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 4115.
- [36] Dewanto, V., X. Z. Wu., & R. H. Liu. (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17):4964-4959.
- [37] Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A., & Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89(4): 549-554.
- [38] Chan, C. W. E., Lim, Y. Y., Wong, K. S., Tan, S. P., Lianto, F. S., & M. Y. Yong. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger
- [19] Zubair, M., Nybom, H., Lindholm, C., & Rumpunen, K. (2011). Major polyphenols in aerial organs of greater plantain (*Plantago major* L.), and effects of drying temperature on polyphenol contents in the leaves. *Scientia Horticulturae*, 128:523-529.
- [20] Hamrounisellami, I., Zohrarahali, F., bettaiebrebey, I., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2012). Total phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioprocess Technol*, DOI 10.1007/s11947-012-0877-7.
- [21] Asghari, b. (2012). The effect of different drying methods on the content and composition of *Salvia officinalis* essential oil. Master Thesis. Urmia University. 71 pages.
- [22] Ghani, A. And Azizi, M. (2009). Investigation of the effect of different drying methods on the appearance characteristics and essential oil content of five species of *Achillea millefolium* (Achila). *Journal of Plant Production*. 32 (1): 11-1.
- Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40(11): 3607-3613.
- [29] Silva, F., Andrade, N. J. & Barbosa, L. C. A. (2005). Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. *Pesq Agropec bras*, 40(4): 323-328.
- [30] Ghorbani, A. Bakhshi, d. Haj Tajari, H. Qasem Nejad, M. And Taqi Dost, p. 2010, Phenolic and antioxidant compounds of some Iranian and imported apple cultivars in Karaj region. *Horticultural sciences (agricultural sciences and industries)*. (1) 24: 90-83.
- [31] Saeedi, k. A., & Omidbaigi, R. (2009). Determination of phenolics, soluble carbohydrates, carotenoid contents and minerals of dog rose (*Rosa canina* L.) fruits grown in South-West of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25: 203-215.
- [32] Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., Drira, N. E. (2004). Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *J Food Lipids*, 11: 5-251.
- [33] Harboune, N., Marete, E., Jacquier, J. C., & O'Riordan, D. (2009). Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). *Food Chemistry*; 42(9): 1468-73.

- air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chemistry*, 113, 964.
- [45] Que, F., L. Mao, X., Fang. & Wu, T. (2008). Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbitamoschata* Duch.) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(7): 1195-1201.
- [46] Antia, O., Vlasios, G., Vassilis, G. (2013). Effect of Drying Method on the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Spearmint. *Journal of Biotechnology and Food Science*, 31, 509.
- [47] Müller, J., & Heindl, A. (2006). Drying of medicinal plants. In: Bogers, R. J. Craker, L. E. & Lange, D. (Eds.). *Medicinal and aromatic plants*. Pp: 237–252. The Netherlands: Springer.
- [48] QasemNejad, A. BagheriFard, A. And Asghari, A. 2013. Study of the effect of drying temperature on some phytochemical properties of artichoke leaf (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants*. 3: 21-10
- [49] Maria Elena, H. R., Armando Quintero, R., Alejandro, A. D., John, B., Ricardo Talamas, A., Jose Vinicio Torres, M., & Erica Salas, M. (2012). Effect of blanching and drying temperature on polyphenolic compound stability and antioxidant capacity of apple pomace. *Food Bioprocess Technol*, 5:2201-2210.
- species. *Food Chemistry*, 113: 166-172.
- [39] Anwar, F., Kalsoom, U., Sultana, B., 2Mushtaq, M., Mehmood, T., & Arshad, H.A. (2013). Effect of drying method and extraction solvent on the total phenolics and antioxidant activity of cauliflower (*Brassica oleracea* L.) extracts. *International Food Research Journal*, 20, 653.
- [40] Arsalan, D., Özcan, M. M., & OkyayMenges, H. (2010). Evaluation of drying methods with respect to drying parameters, some nutritional and colour characteristics of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Energy Conversion and Management*, 51: 2769– 2775.
- [41] Hassanzadeh, K. Hemti, Kh. And Mehdipour, M. 2016. The effect of different drying methods (natural and oven) on drying time and some secondary metabolites of Lemongrass (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Plant Production Research*. 25 (1): 143-137.
- [42] Vega-Gálvez, A., Scala, K. D., Klemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chem*, 117(4): 647-53.
- [43] Rakic, S., Petrovic, S., Kukic, J., Jadranin, M., Tesevic, V., Povrenovic, D., & et al. (2007). Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. *Food Chemistry*, 104: 830-4.
- [44] Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno, T., & Yamasaki, Y. (2009). Effect of



Homepage: www.fsct.modares.ir

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Scientific Research

The effect of drying method on some active ingredients of the extract of two species of *Salvia*

Jafari, M.¹, Sayyari, M.^{2*}, Azizi, A.²

1. M.Sc.. Former M.Sc. Student of Horticultural Science Department, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Ph.D, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran.
3. Ph.D. Horticultural Science Department, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2022/ 02/ 19
Accepted 2022/ 07/ 25

Keywords:

Drying methods,
Antioxidant properties,
Phenolic acids,
Salvia,
Total flavonoid,
Total tannin.

DOI: 10.22034/FSCT.19.128.339
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.128.5.0

*Corresponding Author E-Mail:
m.sayyari@basu.ac.ir

In the present study, the effect of drying methods on the bioactive compounds of the two salvia species, *Salvia officinalis* and *salvia nemorosa*, was investigated. The experiment was performed as a factorial experiment with two factors in a randomized complete block design with three replications. The first factor was two species of *salvia* and the second factor was drying method in 4 levels of shade drying for 144 hours, drying under the sun irradiation for 78 hours and drying in oven at 40 and 70°C for 37 and 6 hours, respectively. With considering two levels for the first factor and four levels for the second factor, 8 treatments were studied in the experiment. The results showed that the highest extract yield (11%) was obtained from samples which dried in the oven with 70°C and in both species with a higher rate in *S. nemorosa*. The percentage of weight loss was not affected by drying methods but it affected by species and *S. officinalis* had the highest weight loss compared to another specie. High value of total phenolic compounds, total flavonoids, total tannin and antioxidant properties of two species were found in samples dried in shade, and the lowest value of these traits were recorded in plants which dried in the oven at 70°C. High contents of phenolic acids including chlorogenic acid, caffeic acid, rosmarinic acid and salvainolic acid were recorded in both species which dried at shade condition and the lowest amount were found in samples dried in oven at 70°C. Also, salvainolic acid and rosmarinic acid was recorded at high level of phenolic acids in samples dried at shade condition. By comparing breded (*S. officinalis*) and native species (*S. nemorosa*), it was found that the native species can have outstanding features for domestication, improvement and further research.

