

## بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن و ترکیب‌های افزودنی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی عصاره گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)

ادریس رحمتی<sup>۱</sup>، فاروق شریفیان<sup>۲\*</sup> و محمد فتاحی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲\*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، پست الکترونیک: f.sharifian@urmia.ac.ir

۳- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶

### چکیده

خشک کردن یکی از مراحل اصلی در فرایند پس از برداشت گیاهان دارویی است که نقش مهمی در کمیّت و کیفیت مواد مؤثره آنها دارد. به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن شامل آون (۴۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد) و خشک‌کن پاششی (۱۲۰ درجه سانتی‌گراد) در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکسترین (M)، مالتودکسترین و پکتین سیب (M+P) و بدون کمک خشک‌کن، آزمایش‌هایی بر روی عصاره گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها صفاتی همانند جریان‌پذیری پودر حاصل، شاخص‌های رنگی پودر شامل روشنی-تیرگی ( $L^*$ )، قرمزی ( $a^*$ )، زردی ( $b^*$ )، Chroma (شاخص اشباع)، Hue (زاویه رنگ غالب) و برخی خواص فیتوشیمیایی مانند محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارزیابی شدند. نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف خشک کردن بر روی صفات اندازه‌گیری شده بود. پودرهای خشک شده به وسیله آون در دو دمای ۴۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر تیمارها از جریان‌پذیری خوبی برخوردار بودند. بیشترین مقدار  $L^*$  در تیمار خشک شده (M) با مقدار ۷۶/۶۱ و کمترین مقدار این شاخص در تیمار خشک شده با آون در دمای ۸۰°C با مقدار ۲۴/۳۶ مشاهده شد. بیشترین مقدار فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار خشک شده با (M+P) به ترتیب با مقدار ۱۹/۷۲ میلی‌گرم در گرم برگ گیاه و ۷۳/۱۶٪ مشاهده شد. کمترین مقدار فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی و بدون کمک خشک‌کن به ترتیب با مقادیر ۴/۱۱ و ۱۰/۴۱ مشاهده شد. بیشترین مقدار فلاونوئید کل در تیمار (M) با مقدار ۱/۴۸۷ میلی‌گرم در گرم برگ گیاه مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده و نظر به اهمیت ترکیب‌های فیتوشیمیایی گیاه بادرشبو، روش خشک کردن (M+P) به دلیل حفظ بیشتر ترکیب‌ها قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)، خشک کردن پاششی، ترکیب‌های فنلی، کمک خشک‌کن، خواص فیزیکی.

## مقدمه

گیاه بادرشبو با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. یک گیاه یک‌ساله و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که بومی آسیای مرکزی بوده (Dastmalchi *et al.*, 2007) و در ایران در بخش‌های شمال کشور و به ویژه در کوه‌های البرز یافت می‌شود و جزء گیاهان دارویی مهم به‌شمار می‌رود که از آن برای درمان معده، اختلالات کبدی و سردرد استفاده می‌شود (Mafakheri *et al.*, 2012). در مورد ویژگی‌های آرام‌بخشی و ضدباکتریایی عصاره این گیاه، گزارش‌های بسیاری وجود دارد (Bonjar, 2004) که به دلیل ترکیب‌های موجود در عصاره اندام‌های هوایی این گیاه شامل ترکیب‌های قطبی مثل هیدروکسی سینامیک اسید و فلاونوئیدها، رزمارینیک اسید و آپی‌جنین است (Dastmalchi *et al.*, 2007). تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی به عنوان ترکیب‌های آنتی‌باکتریال و آنتی‌اکسیدان از یکسو و توجه به حساسیت بیشتر این ترکیب‌ها به افزایش دما، توزیع مشکل آنها در فرمولاسیون‌های آبی، تغییرات کیفیت در زمان نگهداری و حجم و وزن بالا، لزوم شرایط خاص نگهداری و استفاده از راهکارهای جدید را برای فراوری عصاره این گیاه دارویی آشکار می‌سازد. از جمله راه‌های جلوگیری از اتلاف محصول و افزایش طول عمر و ماندگاری عصاره، خشک کردن می‌باشد؛ این فرایند شامل حذف رطوبت از محصول تا یک آستانه خاص است که هدف از آن ذخیره‌سازی طولانی‌مدت، حداقل کردن نیازهای انبارداری و بسته‌بندی، کاهش هزینه‌های حمل و نقل و متوقف کردن فعالیت‌های آنزیمی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Oliveira *et al.*, 2006; Moreira *et al.*, 2009). در حال حاضر روش‌های مختلفی برای خشک کردن مواد مؤثره گیاهان دارویی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به خشک کردن انجمادی، خشک کردن در سایه و آفتاب، خشک کردن در آون و خشک کن پاششی اشاره کرد که هر یک دارای مزایا و معایبی هستند (Hassanpouraghdam *et al.*,

2010). انتخاب روش، مقدار دما و زمان مناسب خشک کردن با توجه به نوع ماده مؤثره متفاوت می‌باشد (Omidbaigi, 2005; Martinov & Oztekin, 2007). به همین دلیل استفاده از روشی مناسب که سبب حفظ خواص فیزیکی و شیمیایی عصاره خشک شده گیاه بادرشبو گردد، مورد نیاز است.

در زمینه داروسازی استفاده از خشک‌کن پاششی در سال ۱۹۴۰ برای اولین بار در ساخت داروهای بالک و مواد شیمیایی پودری مانند آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد دردها، آنتی‌اسیدها و ویتامین‌ها بکار برده شد (Adibkia *et al.*, 2012). یکی از مزایای این روش سرعت عمل بالای آن است و با وجود دمای بالای استفاده شده برای خشک کردن، ماندگاری مواد دارویی در محفظه خشک‌کن به دلیل تبخیر سریع حلال و اُفت دما معمولاً ۱۰-۲ ثانیه می‌باشد. بنابراین ارزش تغذیه‌ای و کیفیت محصول تا حدود زیادی حفظ می‌شود (Jafari *et al.*, 2008). این ویژگی سبب کاربرد فراوان این روش برای خشک کردن و میکروانکیپسولاسیون ترکیب‌های حساس به حرارت در صنایع غذایی و داروسازی شده‌است (Gharsallaoui *et al.*, 2007). در زمینه خشک کردن عصاره گیاهان دارویی با خشک‌کن پاششی تحقیق‌های زیادی انجام شده است، از جمله می‌توان به عصاره ارجنگ (*R. purshiana*) (Gallo *et al.*, 2015)، عصاره گیاه دوندان (*Bidens pilosa*) (Cortés-Rojas *et al.*, 2016) و عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) (Chaul *et al.*, 2017) اشاره کرد. استان آذربایجان غربی از نظر سطح زیر کشت گیاه بادرشبو بیشترین مقدار را در کشور به خود اختصاص داده است. طبق آمار سال ۱۳۹۵ در حدود ۱۶۰ هکتار از اراضی استان آذربایجان غربی به کشت بادرشبو اختصاص داشته که از این مقدار حدود ۳۳۴۰ تن محصول برداشت شده است. این گیاه به علت نیاز کم به آب، اهمیت دارویی و قابلیت بالای استان در تولید، جزو گیاهانی است که کشت و افزایش سطح زیر کشت آن در برنامه توسعه کشت گیاهان دارویی استان قرار گرفته است. از فرآورده‌های این گیاه می‌توان به عرقیات، عصاره‌ها و بکارگیری آن به‌عنوان

کردن به آزمایشگاه انتقال یافت. خشک کردن گیاه در شرایط سایه ( $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) به صورت لایه نازک انجام شد.

#### تهیه عصاره

برای تهیه عصاره ابتدا ۳۰۰ گرم پودر گیاه آماده و از روش خیساندن با استفاده از حلال اتانول: آب به نسبت ۵۰:۵۰ و نسبت گیاه به حلال ۱:۱۰ در مدت ۴۸ ساعت عصاره تهیه شد؛ زیرا بیشتر ترکیب های مؤثره گیاه در نسبت های گیاه به حلال ۱ به ۵ تا ۱ به ۱۰ استخراج می شود. سپس مخلوط عصاره و حلال صاف شد و در نهایت عصاره آبی-الکلی بدست آمده با استفاده از دستگاه روتاری (Evaporator r-250) در دمای  $35^{\circ}\text{C}$  تغلیظ شد.

#### کمک خشک کن ها

برای تغلیظ عصاره، کاهش چسبندگی پودر به دیواره خشک کن و بهبود بازده خشک کردن در خشک کن پاششی و جلوگیری از کلوخه شدن پودر در طول ذخیره سازی، افزودن یکسری از کمک خشک کن ها برای سهولت خشک کردن، بهبود خواص انتقالی و ذخیره سازی پودر الزامیست (Langrish & Fletcher, 2001). در این تحقیق عصاره گیاه بادرشبو که حاوی ۰/۴٪ وزنی ماده خشک در عصاره تغلیظ شده بود، با کمک خشک کن های مالتودکسترین و پکتین سیب مخلوط شد. مقدار کمک خشک کن اضافه شده به تیمارها مطابق جدول ۱ است.

افزودنی در انواع شیرینی ها و محصولات آرایشی و بهداشتی اشاره کرد. با توجه به مزایای اقتصادی فرآورده این گیاه از یکسو و توجه به حساسیت بیشتر این ترکیب ها به افزایش دما، توزیع مشکل آنها در فرمولاسیون های آبی، تغییرات کیفیت در زمان نگهداری و حجم و وزن بالا احتیاج به شرایط خاص نگهداری داشته و نیازمند راهکارهای جدید در جهت مصرف بهینه فرآورده های دارویی می باشد. تاکنون هیچ مطالعه ای بر روی خشک کردن عصاره گیاه فصلی بادرشبو انجام نشده است. از این رو هدف از این تحقیق تأثیر روش های مختلف خشک کردن شامل روش آون در دماهای ۴۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد و خشک کن پاششی در حضور کمک خشک کن های مالتودکسترین، مالتودکسترین و پکتین سیب و بدون کمک خشک کن بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی عصاره گیاه بادرشبو برای انتخاب مناسب ترین روش می باشد. بنابراین خشک کردن عصاره بادرشبو ضروری بوده و می تواند باعث افزایش عمر ماندگاری عصاره شده و امکان دستیابی به پودر خشک شده عصاره را در تمام فصول سال فراهم آورد.

#### مواد و روش ها

##### تهیه گیاه

اندام های هوایی گیاه بادرشبو در ۲۰ مرداد تابستان سال ۱۳۹۵ و در مرحله ای که ۸۰٪ گل ها ظاهر شده بودند از یکی از کشتزارهای ارومیه تهیه گردید. پس از تهیه گیاه، بلافاصله قسمت های اضافی و زائد گیاه اعم از ریشه و ساقه های پژمرده از آن جدا شد و در همان روز برای خشک

جدول ۱- مقادیر کمک خشک کن افزوده شده به تیمارهای مختلف در خشک کردن پاششی عصاره بادرشبو

کمک خشک کن	مالتودکسترین (%)	پکتین سیب (%)
تیمار اول	۰/۶۶	-
تیمار دوم	۰/۶۶	۰/۱۳
تیمار سوم	-	-

## خشک کردن نمونه‌ها

خشک کردن نمونه‌ها با دو روش مختلف آون در دماهای ۴۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و خشک‌کن پاششی در سه تیمار استفاده از کمک خشک‌کن مالتودکسترین و پکتین، استفاده از کمک خشک‌کن مالتودکسترین و عصاره خالص بادرشبو (بدون کمک خشک‌کن) انجام شد.

## تعیین خواص فیزیکی پودر

شاخص‌های CI (Carr index) (Carr, 1965) و Hausner ratio (Hausner, 1967) برای محاسبه سیالیت پودرها پیشنهاد شده است. هر دو شاخص با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شوند. طبقه‌بندی سیالیت پودرها بر پایه شاخص‌های CI و HR در جدول ۲ نشان داده شده است.

$$CI = \frac{(\rho_{tapped} - \rho_{bulk})}{\rho_{tapped}} \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

$$HR = \frac{\rho_{tapped}}{\rho_{bulk}} \quad \text{رابطه ۲}$$

## خشک‌کن پاششی

در این تحقیق از یک خشک‌کن پاششی در مقیاس آزمایشگاهی (درسا به ساز، البرز، ایران) استفاده گردید. محفظه خشک‌کن به صورت استوانه‌ای با قسمت پایینی مخروطی شکل و ابعاد ۷۰×۵۳×۹۵ (طول×عرض×ارتفاع) بود.

در این رابطه *tapped*، چگالی ضربه‌ای و *bulk*، چگالی توده‌ای می‌باشد.

خشک‌کن مجهز به یک پمپ پرستالیک با دبی متغیر برای ارسال خوراک مایع به داخل محفظه خشک‌کن می‌باشد. فرایند پاشش مایع توسط یک نازل دو جریانی با قطر ۰/۷ میلی‌متر تحت تأثیر هوای فشرده کمپرسور انجام شد. هوای محیط پس از عبور از یک گرم‌کن الکتریکی همسو با جریان خوراک وارد محفظه خشک‌کن می‌شود و در نهایت ذرات خشک شده در پایین سیکلون جمع‌آوری و از هوای خروجی جدا می‌گردد. در هر سه تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی، دمای هوای ورودی، دبی خوراک و دمای هوای خروجی به ترتیب ۱۲۰°C، ۱۶ میلی‌لیتر بر دقیقه و ۸۰°C در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری چگالی توده‌ای پودر به آرامی در یک استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتر با دقت ۰/۱ میلی‌لیتر ریخته و از نسبت جرم پودر به حجم اشغال شده در استوانه مدرج، چگالی توده‌ای به صورت گرم بر میلی‌لیتر حساب شد. همچنین برای اندازه‌گیری چگالی ضربه‌ای، ضرباتی به استوانه مدرج وارد شد، در نهایت وقتی که حجم پودر در اثر ضربه تغییر نکرد، حجم خوانده شده و از نسبت جرم به حجم، چگالی حاصل از ضربه به صورت (گرم بر میلی‌لیتر) محاسبه گردید (Gallo et al., 2011) (جدول ۳).

جدول ۲- ارزیابی سیالیت و چسبندگی پودرها (Santhalakshmy et al., 2015)

چسبندگی	HR	سیالیت	CI (%)
کم	< ۱/۲	عالی	< ۱۵
متوسط	۱/۲-۱/۴	خوب	۱۵-۲۰
زیاد	> ۱/۴	متوسط	۲۰-۳۵
-	-	ضعیف	۳۵-۴۵
-	-	خیلی ضعیف	> ۴۵

جدول ۳- اندازه‌گیری شاخص‌های HR و CI در تیمارهای مختلف خشک کردن

تیمارها	چگالی توده‌ای (gr/ml)	چگالی ضربه‌ای (gr/ml)	HR	CI (%)
آون (۴۰°C)	۰/۴۵	۰/۵۱	۱/۱۳	۱۱/۷۶
آون (۸۰°C)	۰/۴۹	۰/۵۴	۱/۱	۹/۲۶
خشک‌کن پاششی	۰/۵۴	۰/۷۱	۱/۳۱	۲۳/۹۴
خشک‌کن پاششی (M)	۰/۲۶	۰/۳۴	۱/۳۱	۲۳/۵۳
خشک‌کن پاششی (M+P)	۰/۲۵	۰/۳۹	۱/۵۶	۳۵/۹

اندیس‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  تیمارهای مورد مطالعه توسط دستگاه هانتربل مدل (CHROMA METER CR-400) اندازه‌گیری و در نهایت پارامترهای Chroma و Hue از

روابط ۳ و ۴ تعیین شدند (Sigge *et al.*, 2001). نمونه تصاویر گرفته شده پودر بادرشبو در روش‌های مختلف خشک کردن در شکل ۱ نشان داده شده است.

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\text{Hue} = \begin{cases} \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) & (\text{when } a^* > 0) \\ f + \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) & (\text{when } a^* < 0) \end{cases} \quad \text{رابطه ۴}$$



شکل ۱- نمونه تصاویر گرفته شده پودر بادرشبو در روش‌های مختلف خشک کردن

a: خشک‌کن پاششی بدون استفاده از کمک خشک‌کن، b: خشک‌کن پاششی به همراه مالتودکستروزین، c: خشک‌کن پاششی به همراه مالتودکستروزین و پکتین سیب، d: آون با دمای ۴۰°C، e: آون با دمای ۸۰°C

طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر تعیین شد. در نهایت با استفاده از رابطه ۵ میزان به دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد DPPH اندازه‌گیری شد (Akowuah et al., 2005).

$$\% \text{DPPH} = \frac{(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}})}{A_{\text{blank}}} \times 100 \quad \text{رابطه ۵}$$

که در این رابطه  $A_{\text{blank}}$ : میزان جذب بلانک،  $A_{\text{sample}}$ : میزان جذب نمونه و DPPH: درصد مهار رادیکال‌های آزاد را نشان می‌دهد.

#### تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. ابتدا آنالیز واریانس صفات فیزیکی شامل سیالیت پودر، شاخص‌های رنگی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و Chroma و Hue و بعد صفات شیمیایی شامل فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدان با استفاده از نرم‌افزار SAS (ورژن ۹/۴) انجام گردید. در نهایت پس از مشخص شدن اختلاف معنی‌دار بین تیمارها، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

#### نتایج

##### نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خواص فیزیکی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به سیالیت و چسبندگی پودرها در تیمارهای مختلف نشان داد که هر دو شاخص در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار هستند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار سیالیت و چسبندگی پودرهای عصاره بادرشبو در تیمارهای مختلف به ترتیب بین ۳۵/۹-۹/۲۶ و ۱/۵۶-۱/۱ متغیر است (شکل ۲).

##### تعیین خواص شیمیایی پودر

محتوای فنل کل (Total phenol content: TPC) براساس روش رنگ‌سنجی فولین سیوکالتیو (Folin-Ciocalteu) و با استفاده از گالیک اسید به عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد (Marinova et al., 2005). بدین منظور ۰/۳ گرم پودر را در ۲۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰٪ حل کرده و از آن به مقدار ۵ میکرولیتر برداشته شد. سپس به هر یک از نمونه‌ها ۱۸۰ میکرولیتر آب مقطر و ۱۲۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو اضافه شد. بعد از ۵ دقیقه، سدیم کربنات ۷/۵٪ به مخلوط اضافه شد. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۳۰-۴۵ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ) قرار داده شدند. در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر (UV2100 PC) تعیین شد.

مقدار فلاونوئید کل (Total Flavonoid Content: TFC) نیز براساس روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلرید و استفاده از کوئرستین به عنوان استاندارد اندازه‌گیری شد (Beketov et al., 2005). بدین منظور ۰/۳ گرم پودر را در ۲۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰٪ حل کرده و از آن به مقدار ۱۰ میکرولیتر برداشته شد. سپس به هر یک از نمونه‌ها ۳۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلرید (۱۰٪)، ۱۵۰ میکرولیتر نیتريت سدیم و ۱۰۰۰ میکرولیتر محلول استات سود ۱ مولار و در نهایت با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب مخلوط در طول موج ۳۸۰ نانومتر نسبت به شاهد تعیین و مقدار فلاونوئید کل براساس میلی‌گرم برابر کوئرستین بر گرم وزن خشک گیاه تعیین شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ۰/۳ گرم پودر را در ۲۰ میلی‌لیتر اتانول ۵۰٪ حل کرده و از آن به مقدار ۲۰ میکرولیتر برداشته شد. سپس ۲۰۰۰ میکرولیتر محلول DPPH به آن اضافه شد. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری و جذب آنها در

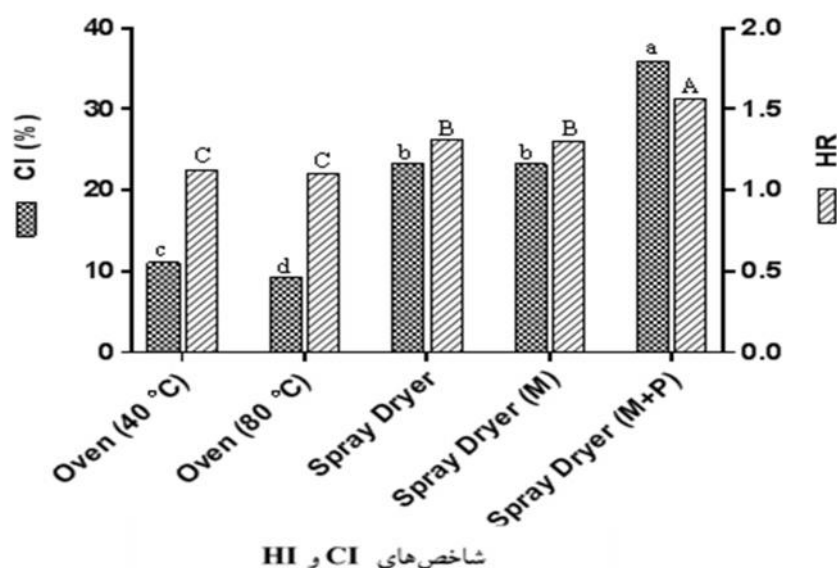
جدول ۴- تجزیه واریانس سیالیت و چسبندگی پودر بادرشبو در تیمارهای مختلف خشک کردن

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
(HR)	(CI)		
۰/۱۰۳**	۳۵۰/۷۸**	۴	تیمار
۰/۰۰۰۱**	۰/۲۵**	۱۰	خطا
-	-	۱۴	کل
۰/۷۸	۲/۴۵	-	ضریب تغییرات (%)

\*\* نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ است.

مقادیر ۹/۲۶ و ۱/۱ مشاهده شد. پودرهای خشک شده به وسیله خشک‌کن پاششی و بدون کمک خشک‌کن و همچنین در حضور کمک خشک‌کن مالتودکستریز از جریان‌پذیری و چسبندگی متوسط برخوردار بودند. همچنین کمترین مقدار جریان‌پذیری و بیشترین چسبندگی چسبندگی در تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی و در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکستریز و پکتین سیب به ترتیب با مقادیر ۳۵/۹ و ۱/۵۶ مشاهده شد.

طبق جدول ۲ مقادیر بالای شاخص CI (بزرگتر از ۴۵) نشان‌دهنده پودر با جریان‌پذیری کم و مقادیر پایین CI (کمتر از ۱۵) نشانگر پودر با جریان‌پذیری بالا و همچنین پودرهایی که در این محدوده قرار می‌گیرند از جریان‌پذیری متوسطی برخوردارند. همچنین مقادیر بالای شاخص HR (بزرگتر از ۱/۴) نشانگر پودر با چسبندگی ضعیف و مقادیر پایین شاخص HR (کمتر از ۱/۲) نشانگر پودر با چسبندگی کمتری است. بیشترین مقدار جریان‌پذیری و کمترین چسبندگی در تیمار خشک شده با آون ۸۰°C به ترتیب با



شکل ۲- مقایسه میانگین سیالیت و چسبندگی پودرها در تیمارهای مختلف خشک کردن

$b^*$ , Chroma و Hue به ترتیب بین ۲۴/۳۶-۷۶/۶۱، ۳/۷۷-۴/۴۶، ۹/۶۳-۱۹/۸۴، ۱۰/۳۳-۲۱/۴۶ و ۱۰۲/۰۴-۶۶/۶۹ متغیر می‌باشند (شکل ۳).

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی پودر بادرشبو نشان داد که روش‌های مختلف خشک کردن تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌ها در سطح احتمال ۱٪ گذاشته‌اند (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقادیر شاخص‌های  $a^*$ ،  $L^*$ ،

جدول ۵- تجزیه واریانس مربوط به روش‌های مختلف خشک کردن بر شاخص‌های رنگی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$ ، Chroma و Hue

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
(Hue)	(Chroma)	(L*)	(a*)	(b*)		
۸۴۴/۶۶**	۸۰**	۲۰۲۹/۲۲**	۵۰/۱۸**	۸۸/۸۵**	۴	تیمار
۱/۱	۰/۸	۲/۱۷	۰/۱۲	۰/۷۳	۱۰	خطای آزمایشی
-	-	-	-	-	۱۴	کل
۱/۲۵	۵/۴۸	۲/۹۵	۴۶/۷۲	۵/۳۸	-	ضریب تغییرات (%)

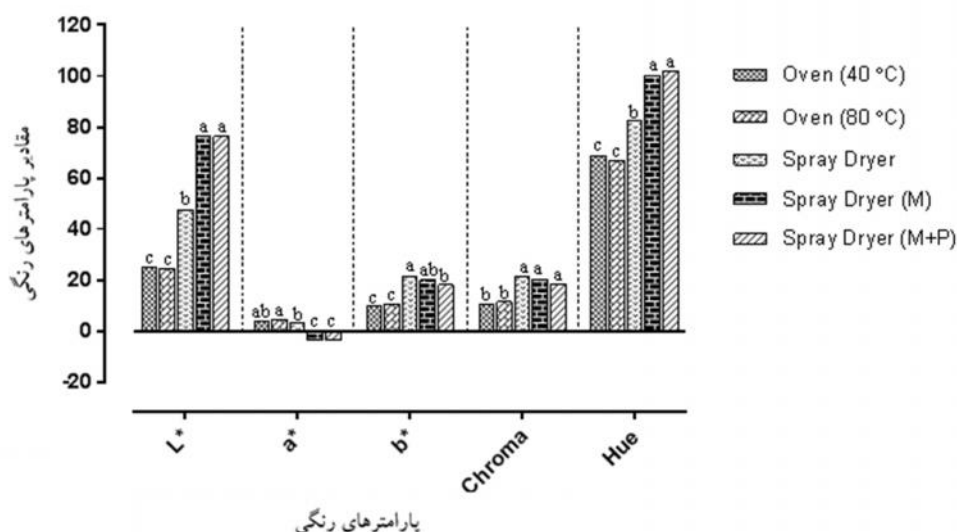
\*\*؛ نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ است.

شاخص  $b^*$ ، شاخص زردی- آبی نامیده می‌شود. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی و بدون استفاده از کمک خشک‌کن با مقدار ۲۱/۲۶ و کمترین مقدار آن در تیمار خشک شده با  $40^\circ\text{C}$  با مقدار ۹/۳۶ بدست آمد. Chroma تعیین‌کننده شدت رنگ محصول و در حقیقت درجه خلوص یک رنگ را بیان می‌کند. بیشترین مقدار آن در تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی بدون استفاده از کمک خشک‌کن با مقدار ۲۱/۴۶ و کمترین مقدار آن در تیمار خشک شده با  $40^\circ\text{C}$  با مقدار ۱۰/۳۳ مشاهده شد. Hue، بیانگر رنگ غالب نمونه است و هر چه این زاویه به صفر نزدیکتر باشد بیانگر قرمز رنگ بودن نمونه است. کمترین مقدار آن در  $40^\circ\text{C}$  با مقدار ۶۶/۶۹ و بیشترین مقدار آن در خشک‌کن پاششی و در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکستری و پکتین با مقدار ۱۰۲/۰۴ حاصل شد.

شاخص  $L^*$ ، شاخص تیرگی- روشنی مابین ۱۰۰-۰ است که بالا بودن آن نشان‌دهنده روشن‌تر بودن رنگ پودر و کمتر شدن آن نشان‌دهنده تیرگی پودر است. بیشترین مقدار  $L^*$  در تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی در حضور کمک خشک‌کن‌ها مالتودکستری با مقدار ۷۶/۶۱ و کمترین مقدار این شاخص در تیمار خشک شده با  $40^\circ\text{C}$  با مقدار ۲۴/۳۶ بدست آمد.

شاخص  $a^*$ ، شاخص قرمزی- سبزی است که افزایش آن نشانگر قرمزی بیشتر و کاهش آن نشانگر سبزی بودن نمونه است. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار خشک شده با  $40^\circ\text{C}$  با مقدار ۴/۴۶ و کمترین مقدار آن در خشک‌کن پاششی در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکستری و پکتین با مقدار ۳/۷۷- بدست آمد. شکل ۳ نشان می‌دهد که تغییرات  $L^*$  و  $a^*$  با هم رابطه عکس داشته است. این موضوع می‌تواند مرتبط با قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی تیمارها باشد، زیرا افزایش شاخص قهوه‌ای شدن باعث افزایش شاخص  $a^*$  و کاهش شاخص  $L^*$  شده است.





شکل ۳- مقایسه میانگین پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف خشک کردن در پودر خشک شده بادرشبو

مقدار فنل کل به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار خشک شده با خشک کن پاششی و در حضور کمک خشک کن های مالتودکستری و پکتین سیب با مقدار ۲۶/۲۹ و ۱۹/۷۲ میلی گرم گالیک اسید در گرم برگ گیاه و کمترین مقدار آن در تیمار خشک شده با خشک کن پاششی و بدون استفاده از کمک خشک کن با مقدار ۴/۱۱ میلی گرم گالیک اسید در گرم برگ گیاه مشاهده شد.

نتایج حاصل از آنالیز خواص شیمیایی

نتایج تجزیه واریانس خواص شیمیایی پودر بادرشبو نشان داد که روش های مختلف خشک کردن تأثیر معنی داری بر محتوای فنل کل در سطح احتمال ۱٪ گذاشته اند (جدول ۶). مقایسه میانگین ها نشان داد که مقدار فنل کل تیمارهای مختلف خشک کردن از ۲۶/۲۹ تا ۴/۱۱ میلی گرم گالیک اسید در گرم برگ گیاه متغیر است (جدول ۷). بیشترین

جدول ۶- تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی عصاره بادرشبو در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	فعالیت آنتی اکسیدانی (%)	میانگین مربعات
			فلاونوئید کل (میلی گرم / گرم برگ گیاه)
			فنل کل (میلی گرم / گرم برگ گیاه)
تیمار	۵	۲۳۲/۸۸**	۰/۵۵۵ **
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۶۱۵	۰/۶۳۱
کل	۱۷	-	-
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۴	۴/۶۶۲

\*\* نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۱٪ است.

مالتودکستری با مقدار ۱/۴۸۷ میلی گرم کوئرستین در گرم برگ گیاه و کمترین مقدار آن در خشک کن پاششی و بدون استفاده از کمک خشک کن با مقدار ۰/۲۸ میلی گرم کوئرستین در گرم برگ گیاه حاصل شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که مقدار فلاونوئید کل بین ۱/۴۹-۰/۲۸ میلی گرم کوئرستین در گرم برگ گیاه متغیر بود؛ بیشترین مقدار فلاونوئید در خشک کن پاششی و در حضور کمک خشک کن

جدول ۷- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی عصاره بادرشبو در تیمارهای مختلف

تیمارها	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (%)	فلانوتوئید کل (میلی‌گرم / گرم برگ گیاه)	فنل کل (میلی‌گرم / گرم برگ گیاه)
آون با دمای ۴۰°C	۴۷/۰۶ d	۰/۷۶ cb	۱۷/۶۷ cb
آون با دمای ۸۰°C	۴۶/۷۴ d	۰/۵۹ cb	۱۷/۵۶ cb
خشک‌کن پاششی	۱۰/۴۱ e	۰/۲۸ c	۴/۱۱ d
خشک‌کن پاششی (M)	۶۷/۸ c	۱/۴۹ a	۱۶/۸۷ c
خشک‌کن پاششی (M+P)	۷۳/۱۶ b	۰/۹۳ cab	۱۹/۷۲ b
شاهد (عصاره آبی)	۹۰/۵۵ a	۱/۱۹ ab	۲۶/۲۹ a

M: افزودن مالتودکسترین به عصاره، M+P: افزودن مالتودکسترین و پکتین سیب به عصاره  
حروف متفاوت در ستون‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ دارند.

آثار بیولوژیکی متعددی را در گیاهان به فلانوتوئیدها نسبت می‌دهند، این ترکیب‌ها نقش دفاع در برابر پاتوژن‌های گیاهی، تأثیرگذار در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و همچنین نقش احتمالی در فتوسنتز را دارند.

نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه بادرشبو همانند سایر ترکیب‌های فیتوشیمیایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف از ۱۰/۴۱٪ تا ۹۰/۵۵٪ متغیر است (جدول ۶). بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار خشک شده با خشک‌کن پاششی و در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکسترین و پکتین سیب با مقدار ۹۰/۵۵٪ و ۷۳/۱۶٪ و کمترین مقدار آن در خشک‌کن پاششی و بدون کمک خشک‌کن با مقدار ۱۰/۴۱٪ مشاهده شد.

## بحث

### خواص فیزیکی

در این تحقیق دو ویژگی فیزیکی پودر شامل شاخص‌های رنگی و سیالیت ارزیابی شدند. رنگ از جنبه‌های کیفی مهم مواد غذایی فرآوری شده و فرآوری نشده می‌باشد و اولین عاملی است که باعث افزایش جلب مشتری می‌شود. علاوه بر این نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی در مواد غذایی در ضمن فرایندهای حرارتی و خشک کردن

است (Brosnan & Sun, 2002). شاخص‌های رنگ نمونه‌های خشک شده با خشک‌کن پاششی، روشنایی (\*a و \*L) و خلوص رنگ بیشتری نسبت به نمونه‌های خشک شده با آون داشتند؛ زیرا نمونه‌های خشک شده با خشک‌کن پاششی مدت زمان کمتری در معرض دمای هوای بالا قرار می‌گیرند. بنابراین از انجام واکنش‌های شیمیایی ناخواسته که سبب تغییرات ماهیت رنگ محصول می‌شود جلوگیری می‌گردد. در حالی که نمونه‌های خشک شده با آون، با وجود دماهای پایین‌تر، به علت طولانی‌تر بودن زمان خشک شدن نمونه‌ها با واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآزیمی و در نتیجه تغییر شاخص‌های رنگی همراه شدند.

سیالیت یک پارامتر مهم فیزیکی پودرها به‌شمار می‌رود، زیرا جریان‌پذیری پودرها با هدف کنترل بهتر فرایندهای تولید و مانع از مشکلاتی مانند کلوخه‌ای شدن، توده‌ای شدن و چسبندگی امری ضروریست (Boonyai et al., 2004). در این تحقیق نمونه‌های خشک شده به‌وسیله آون از سیالیت بالا و چسبندگی کمتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. دو دلیل برای این امر وجود دارد: اولاً نمونه‌های خشک شده به‌وسیله آون حاوی رطوبت کمتری بودند، مضافاً اینکه نمونه‌های خشک شده به‌وسیله آون حاوی ذرات بزرگتر نسبت به نمونه‌های خشک‌کن پاششی بودند. ذرات بزرگتر از جریان‌پذیری بهتری برخوردار هستند، در حالی که پودرهای ریز به دلیل چسبندگی و سطح

خشک‌کن مالتودکسترین در مقایسه با عدم حضور کمک خشک‌کن، به حفظ و نگهداری آنتوسیانین، فلاونوئید و فنل کل کمک کرده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که خشک کردن پاششی در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکسترین و پکتین سیب روشی مناسب برای خشک کردن عصاره گیاه بادرشبو است؛ زیرا این ترکیب‌ها بازده پودر نهایی را افزایش و به‌عنوان یک دیواره از ترکیب‌های گیاه محافظت می‌کنند.

### سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر فرهنگ پژوه (رئیس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه ارومیه)، دکتر نیکو (استادیار گروه مهندسی شیمی دانشگاه ارومیه) و مهندس قادر قاسمی (دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی) که در اجرای این تحقیق ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌نماییم.

### منابع مورد استفاده

- Adibkia, K., Barzegar-Jalali, M., Javadzadeh, Y. and Maheri-Esfanjani, H., 2012. A review on the methods and applications of spray drying technology. *Pharmaceutical Sciences*, 18(2): 119-132.
- Akowuah, G.A., Ismail, Z., Norhayati, I. and Sadikun, A., 2005. The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food Chemistry*, 93(2): 311-317.
- Beketov, E.V., Pakhomov, V.P. and Nesterova, O.V., 2005. Improved method of flavonoid extraction from bird cherry fruits. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 39(6): 316-318.
- Bonjar, S., 2004. Evaluation of antibacterial properties of some medicinal plants used in Iran. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(2): 301-305.
- Boonyai, P., Bhandari, B. and Howes, T., 2004. Stickiness measurement techniques for food powders: a review. *Powder Technology*, 145(1): 34-46.
- Brosnan, T. and Sun, D.W., 2002. Inspection and grading of agricultural and food products by

تماس بالای ذرات از جریان‌پذیری ضعیفی برخوردار می‌باشند. Ganesan و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در همین راستا بیان کردند. همچنین نمونه‌های خشک شده به‌وسیله خشک‌کن پاششی و در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکسترین و پکتین سیب از جریان‌پذیری ضعیفی برخوردار بودند، زیرا حضور پکتین در داخل عصاره سبب افزایش غلظت خوراک و مقدار رطوبت نهایی بیشتر در داخل پودر می‌گردد، در نتیجه سیالیت کاهش و چسبندگی پودر افزایش می‌یابد. Sarabandi و Peighambardoust (۲۰۱۵) در خشک کردن عصاره مالت با خشک‌کن پاششی به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت کمک خشک‌کن‌ها سبب افزایش جریان‌پذیری پودرها گردید.

### خواص شیمیایی

براساس یافته‌های تحقیق می‌توان دریافت که بالاترین مقدار ترکیب‌های فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمار خشک‌کن پاششی و در حضور کمک خشک‌کن‌های مالتودکسترین و پکتین سیب بوده است؛ همچنین بیشترین مقدار فلاونوئید در تیمار خشک‌کن پاششی و با حضور کمک خشک‌کن مالتودکسترین حاصل شد، علت این امر را می‌توان به اثر حفاظتی کمک خشک‌کن‌ها نسبت داد. زیرا کمک خشک‌کن‌ها با تشکیل یک لایه و فیلم نازک اطراف ذرات زمان خشک کردن به‌عنوان یک حفاظ عمل کرده و از تماس مستقیم هوای گرم با ذرات جلوگیری می‌کنند؛ بنابراین نمونه‌ها دچار تخریب حرارتی نخواهند شد. همچنین کمترین مقدار ترکیب‌های فنلی، فلاونوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در خشک‌کن پاششی و بدون استفاده از کمک خشک‌کن بدست آمد که علت این امر را می‌توان به عدم حضور کمک خشک‌کن‌ها و در نتیجه بازده پایین خشک کردن نسبت داد، زیرا بدون مواد کمک خشک‌کن مقدار پودر حاصل کمتر خواهد شد. Peng و همکاران (۲۰۱۳) در مورد پودر سیب‌زمینی با خشک‌کن پاششی بیان کردند که کمک

- 816-835.
- Langrish, T.A.G. and Fletcher, D.F., 2001. Spray drying of food ingredients and applications of CFD in spray drying. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 40(4): 345-354.
  - Mafakheri, S., Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Rejali, F., 2012. Influence of biofertilizers on the essential oil content and constituents of *Dracocephalum moldavica* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(1): 58-65.
  - Marinova, D., Ribarova, F. and Atanassova, M., 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3): 255-260.
  - Martinov, M. and Oztekin, S., 2007. *Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying and Processing*. Haworth Food & Agricultural Products Press, 320p.
  - Moreira, G.E.G., Costa, M.G.M., de Souza, A.C.R., de Brito, E.S., de Medeiros, M.F.D. and de Azeredo, H.M.C., 2009. Physical properties of spray dried acerola pomace extract as affected by temperature and drying aids. *LWT-Food Science and Technology*, 42(2): 641-645.
  - Oliveira, W.P., Bott, R.F. and Souza, C.R., 2006. Manufacture of standardized dried extracts from medicinal Brazilian plants. *Drying Technology*, 24(4): 523-533.
  - Omidbaigi, R., 2005. *Production and Processing Of Medicinal Plants (Vol. 1)*. Astan Godesa Razavei Publication, 346p.
  - Peng, Z., Li, J., Guan, Y. and Zhao, G., 2013. Effect of carriers on physicochemical properties, antioxidant activities and biological components of spray-dried purple sweet potato flours. *LWT-Food Science and Technology*, 51(1): 348-355.
  - Santhalakshmy, S., Bosco, S.J.D., Francis, S. and Sabeena, M., 2015. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. *Powder Technology*, 274: 37-43.
  - Sarabandi, K. and Peighambaroust, S.H., 2015. Effect of some production parameters and storage time on the flowability characteristics of spray-dried malt extract powder. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 10(1): 51-60.
  - Sigge, G.O., Hansmann, C.F. and Joubert, E., 2001. Effect of storage conditions, packaging material and metabisulphite treatment on the color of dehydrated green bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Quality*, 24(3): 205-218.
  - computer vision systems a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2): 193-213.
  - Carr, R.L., 1965. Evaluating flow properties of solids. *Chemical Engineering*, 72: 163-168.
  - Chaul, L.T., Conceição, E.C., Bara, M.T.F., Paula, J.R. and Couto, R.O., 2017. Engineering spray-dried rosemary extracts with improved physicochemical properties: a design of experiments issue. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(2): 236-244.
  - Cortés-Rojas, D.F., Souza, C.R.F. and Oliveira, W.P., 2016. Assessment of stability of a spray dried extract from the medicinal plant *Bidens pilosa* L. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 28(2): 141-146.
  - Dastmalchi, K., Dorman, H.D., Laakso, I. and Hiltunen, R., 2007. Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 40(9): 1655-1663.
  - Gallo, L., Llabot, J.M., Allemandi, D., Bucalá, V. and Piña, J., 2011. Influence of spray-drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cáscara sagrada) extract powder physical properties. *Powder Technology*, 208(1): 205-214.
  - Gallo, L., Ramírez-Rigo, M.V., Piña, J. and Bucalá, V., 2015. A comparative study of spray-dried medicinal plant aqueous extracts. *Drying performance and product quality*. *Chemical Engineering Research and Design*, 104: 681-694.
  - Ganesan, V., Rosentrater, K.A. and Muthukumarappan, K., 2008. Flowability and handling characteristics of bulk solids and powders a review with implications for DDGS. *Bosystems Engineering*, 101(4): 425-435.
  - Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. and Saurel, R., 2007. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International*, 40(9): 1107-1121.
  - Hassanpouraghdam, M.B., Hassani, A., Vojodi, L. and Farsad-Akhtar, N., 2010. Drying method affects essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(6): 759-766.
  - Hausner, H.H., 1967. Friction conditions in a mass of metal powder. *International Journal of Powder Metallurgy*, 3(4): 7-13.
  - Jafari, S.M., Assadpoor, E., He, Y. and Bhandari, B., 2008. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. *Drying Technology*, 26(7):

## Effects of different drying methods and additives on the physicochemical properties of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract

E. Rahmati<sup>1</sup>, F. Sharifian<sup>2\*</sup> and M. Fattahi<sup>3</sup>

1- M.Sc. student, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

2\*- Corresponding author, Department of Mechanical Engineering of Biosystem, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, E-mail: f.sharifian@urmia.ac.ir

3- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: October 2017

Revised: May 2018

Accepted: July 2018

### Abstract

Drying is one of the main stages after harvesting of medicinal plants, playing an important role in the quantity and quality of their active ingredients. In order to investigate the effects of different drying methods such as oven drying (40°C and 80°C) and spray drying (in the presence of maltodextrin, maltodextrin with apple pectin and without carrier), the experiments were carried out on a plant extract of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in a completely randomized design (CRD) with three replications. After drying of the samples, the properties of powders such as flowability, color parameters including brightness (L\*), redness (a\*), yellowing (b\*), chroma, hue angle, and some chemical properties including phenolic compounds, total flavonoid, and antioxidant activity were evaluated. The results indicated significant effects of different drying methods on physicochemical properties of the powders. The oven-dried powders in air temperature (40 and 80°C) had more desirable flowability in comparison to spray dried samples. The highest amount of L\* was observed in spray dried samples in presence of maltodextrin, and the lowest value was observed in oven dried samples at the air temperature of 80°C (76.61 and 24.36, respectively). The highest total phenol content and antioxidant activity were observed in spray dried samples in the presence of maltodextrin and apple pectin (19.72 mg/g DW, %73.16, respectively). The lowest total phenol content and antioxidant activity were observed in spray dried samples without carrier (4.11 mg/g DW, %10.41, respectively). The highest amount of flavonoid was observed in spray dried samples in the presence of maltodextrin (1.487 mg/g DW).

**Keywords:** moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.), spray drying, phenolic compounds, carrier, physical properties.