

## روش‌های مختلف خشک کردن می‌تواند خصوصیات کمی و کیفی اسانس رازیانه فلورانسی (*Foeniculum vulgare var. azoricum*) را تغییر دهد

### The different drying methods can alter the qualitative and quantitative characteristic of the Florence fennel (*Foeniculum vulgare var. azoricum*) essential oil

محمدشاهین دانشمندی<sup>۱\*</sup>، امیرحسین دوستگان<sup>۱</sup>، علی میرزایی<sup>۱</sup>، رضا ناصح<sup>۱</sup>

۱. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/mpt.2022.360312.1113

#### چکیده

دانشمندی، م.ش.، دوستگان، ا.ح.، میرزایی، ع.، ناصح، ر.، روش‌های مختلف خشک کردن می‌تواند خصوصیات کمی و کیفی اسانس رازیانه فلورانسی (*Foeniculum vulgare var. azoricum*) را تغییر دهد  
نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۴ - شماره ۲ - پاییز و زمستان ۱۴۰۰ صفحه: ۸۴-۹۵

در این تحقیق روش‌های مختلف خشک کردن حرارتی (دمای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد)، امواج مایکروویو (۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات) و پرتوتابی مادون قرمز و لامپ حرارتی (دمای ۵۰ درجه سانتی گراد) و تاثیر آن بر مدت زمان خشک کردن و خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی رازیانه فلورنسی (*Foeniculum vulgare Var. azoricum*) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد کمترین و بیشترین مدت زمان خشک کردن مربوط به تیمارهای خشک کردن با توان ۹۰۰ وات مایکروویو و خشک کن حرارتی ۵۰ درجه بود (به ترتیب ۴ دقیقه و ۳۹۰ دقیقه). با این وجود از نظر آماری بین سه توان ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات مایکروویو از نقطه نظر روند خشک کردن اختلافی آماری وجود نداشت. بر اساس نتایج حاصل بالاترین درصد اسانس در روش‌های لامپ حرارتی، مایکروویو ۹۰۰ وات و روش حرارتی ۵۰ درجه سانتی گراد بدست آمد (۱/۴۵ درصد)، ولی حداکثر موجودی کامازولن در توان ۱۸۰ وات مایکروویو حاصل شد. براساس نتایج این تحقیق، بهترین روش‌های خشک کردن و بازدهی بیهینه اسانس رازیانه فلورانسی به ترتیب لامپ حرارتی، مایکروویو و خشک کن حرارتی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: امواج مایکروویو، پرتوتابی، خشک کن کابینی، لامپ حرارتی، کامازولن

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: daneshmandi@torbath.ac.ir

## مقدمه

مواد نفوذ کرده و تبدیل به انرژی حرارتی می‌شود (Nowak and Lewiki, 2004). استفاده از مایکروویو به ویژه در خشک کردن گیاهان دارویی و معطر که متابولیت‌های ثانویه آنها در ناحیه سطحی قرار دارد دارای اهمیت است (Venskutonis, 1997). امواج مایکروویو باعث می‌شود جنبش مولکولی ماده در جهت میدان الکتریکی اعمال شده آرایش بگیرد، سپس این امواج در حول محور خود شروع به نوسان کرده و به انرژی حرارتی تبدیل می‌شود (Niazmand et al, 2015).

تحقیقات مختلفی در خصوص تاثیر خشک کردن بر کیفیت و کمیت گیاهان دارویی و معطر وجود دارد. Paakkonen و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) و جعفری (*Petroselinum crispum*) خشک شده به وسیله پرتو مادون قرمز (دمای ۳۵ تا ۵۰ درجه سانتی گراد) در مقایسه با خشک کن هوای گرم دارای درصد اسانس بالاتری بود. Hamrouni Sellami و همکاران (2011) مشاهده کردند برگ بو (*Laurus nobilis*) خشک شده توسط تابش مادون قرمز در مقایسه با خشک کن حرارتی و مایکروویو درصد اسانس بالاتری داشت. استفاده از خشک کن مادون قرمز برای خشک کردن نمونه‌های سیر (*Allium sativum*) در مقایسه با خشک کن مایکروویو و خشک کن حرارتی در برخی صفات کیفی برتری داشت (Baysal et al., 2004). مطالعات محققان نشان داده است که استفاده از توان‌های پایین مایکروویو (۱۸۰ و ۳۰۰ وات) در خشک کردن

زمان بهینه برداشت گیاهان دارویی هنگامی است که تجمع و ترسیب مواد موثره آن در حداکثر ممکن باشد، با این حال پس از برداشت به جهت حفظ و نگهداری طولانی مدت و کنترل رشد و نمو عوامل میکروبی و پاتوژنیک باید رطوبت محصولات به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد، بدیهی است این کاهش رطوبت باید به گونه‌ای انجام شود که کمترین تاثیر منفی بر متابولیت‌های ثانویه دارویی تحمیل گردد (Daneshmandi, 2014). لذا انتخاب روش خشک کردن گیاهان دارویی بسته به اندام گیاهی و متابولیت ثانویه غالب آن متفاوت خواهد بود (Omidbaigi, 2005a). بنابر نظریه Caceres و همکاران (۲۰۰۲) کاهش رطوبت گیاهان دارویی تا حد ۱۰ درصد وزن تر (۰/۱۱ بر پایه وزن خشک) می‌تواند مانع فعالیت‌های پاتوژنیک و بخصوص قارچ‌های مولد آفلاتوکسین گردد. خشک شدن طبیعی و خشک کردن با هوای داغ به دلیل هزینه کم از مهمترین و کاربردی‌ترین روش‌های کاهش رطوبت گیاهان به شمار می‌روند (Azizi et al, 2009). پرتو مادون قرمز نیز یکی از فناوری‌های نوین خشک کردن می‌باشد. محصولات می‌تواند در معرض تابش مادون قرمز قرار گیرد بخش مهمی از پرتو را به صورت انرژی حرارتی جذب کرده و به شدت گرم می‌شود و در نتیجه گرادیان حرارتی درونی محصول در مدت زمان کوتاهی به سرعت تغییر می‌یابد (Amir Nejat et al, 2011). این پرتوها بدون اینکه تاثیری بر هوای محیط داشته باشد به لایه‌های درونی

(استراگول<sup>۵</sup>) و لیمونن<sup>۶</sup> و می باشند (Omidbaigi et al, 2006; Hamdy Roby et al, 2013). پیکر رویشی وارسته فلورنسی (به خصوص برگ ها و قاعده برجسته مانند آن) به عنوان یک گیاه دارویی برگی و همچنین ادویه معطر مورد استفاده قرار می گیرد (Omidbaigi, 2005b).

با توجه به اهمیت و کاربرد روزافزون گیاه دارویی رازیانه، این آزمایش جهت بررسی روش های مختلف خشک کردن بر مدت زمان کاهش رطوبت، درصد اسانس و همچنین بررسی کمی کامازولن در این گیاه دارویی انجام شد.

#### مواد و روش ها

این آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۹ تیمار (روش های مختلف خشک کردن) و ۳ تکرار در بهار ۱۳۹۸ اجرا شد. بدین منظور ابتدا و در زمستان سال قبل بذرهای رازیانه فلورنسی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تربت حیدریه کشت گیاه گردید و سپس در پیک رشد رویشی مقدار ۱۰۰ گرم از برگ های کاملاً رشد یافته به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و به طور همزمان به آزمایشگاه تخصصی گیاهان دارویی دانشگاه انتقال داده شد و روش های مختلف خشک کردن و تعیین کمیت و کیفیت اسانس به شرح زیر اعمال گردید:

#### تعیین محتوای رطوبتی

محتوای رطوبتی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Ertekin and Yaldiz, 2004). بدین منظور یک نمونه ۱۰ گرمی در دمای ۱۰۳ درجه سانتی

گل های بابونه آلمانی رقم بودگلد<sup>۱</sup> به دلیل حفظ میزان اسانس و ترکیب کامازولن، برای خشک کردن گل های این گیاه دارویی مناسبتر از روش آون و روش طبیعی می باشد (Azizi et al, 2009).

رازیانه دارویی (*Foeniculum SPP.*) گیاهی علفی، معطر از خانواده Apiaceae بومی مدیترانه و جنوب اروپا است. اینک به دلیل اهمیت آن در اروپا، آفریقا و امریکای جنوبی کشت می شود (Grover et al, 2013). در ایران رقم ولگار (*Foeniculum vulgare*) به صورت وحشی و زراعی وجود دارد و در مازنداران، البرز، خراسان، کرمان و کردستان تا ارتفاع ۲۱۰۰ متری به صورت خوردو رویش دارد (Mozaffari, 2012; Ehsanipour et al, 2012).

از نظر گیاه شناسی چند ساله با ارتفاعی بین ۷۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر، ریشه عمیق، برگ متناوب با بریدگی های عمیق و گل آذین چتر مرکب می باشد. این گیاه دارویی دارای گونه های متفاوت بوده که از نظر کیفیت و کمیت متابولیت های ثانویه تفاوت هایی دارند (Omidbaigi, 2005b).

اندام رویشی اکثر ارقام رازیانه حاوی اسانس است. مقدار اسانس در قسمت های مختلف گیاه متفاوت بوده و میوه حائز بیشترین مقدار (۲ تا ۶ درصد) می باشد. اسانس رازیانه بیش از ۳۰ نوع ترکیب ترپنی وجود دارد که مهمترین آنها ترنس آنтол<sup>۲</sup>، فنکون<sup>۳</sup>، میتل کاویکول<sup>۴</sup>

۱. Bodegold

۲. Trans-Anethol

۳. Fenchone

۴. Methyl Chavicol

۵. Estragole

۶. Limonene

گردد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

$$M_{\varepsilon} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

که در آن  $W_1$  وزن اولیه محصول و  $W_2$  وزن محصول پس از خشک شدن بود

### روش خشک کردن حرارتی

بدین جهت از یک خشک کن کابینی با ظرفیت ۶۰ لیتر (Binder GmbH) با چهار المنت ۵۰۰ وات (جمعاً ۲۰۰۰ وات) استفاده شد و نمونه‌های گیاهی بر روی سینی مخصوص به صورت یک لایه یکنواخت و کاملاً همگن قرار گرفت و سپس در دو دمای  $50 \pm 0.5$  و  $70 \pm 0.5$  درجه سانتی گراد خشک شدند. میزان کسر رطوبتی محصول هر ۵ دقیقه یکبار ثبت گردید. خشک کردن نمونه‌ها تا زمانی که محتوای رطوبتی آن به ۱۰ درصد بر پایه وزن تر رسید ادامه یافت.

### روش خشک کردن مایکروویو

مایکروویو کاربردی از نوع LG مدل (۴۲۸۴TCR) با حداکثر توان خروجی ۱۳۵۰ وات و فرکانس ۵۰ هرتز و مجهز به یک سینی گردان بود. پنج توان مایکروویو شامل: ۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰، ۹۰۰ وات در نظر گرفته شد. برای هر روش مقدار ۵۰ گرم گیاه تازه استفاده شد و میزان کسر رطوبتی محصول هر یک دقیقه یکبار ثبت گردید. خشک کردن نمونه‌ها تا محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر ادامه یافت.

### روش خشک کردن پرتوتابی مادون قرمز و

#### لامپ حرارتی

روش پرتوتابی توسط لامپ مادون قرمز با

توان ۲۵۰ وات و لامپ حرارتی با توان ۲۷۵ وات در دمای  $50 \pm 0.5$  درجه سانتی گراد و فاصله ۱۵ سانتی متری سطح محصول تنظیم شد. میزان کسر رطوبتی در این روش هر ۵ دقیقه یکبار بررسی و ثبت گردید.

### استخراج اسانس

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر<sup>۷</sup> یک میلی لیتری در شرایط کاملاً یکسان انجام گردید. عمل تقطیر با افزودن ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر به ماده خشک گیاهی به مدت سه ساعت انجام شد. سپس با توجه به احتمال وجود کامازولن<sup>۸</sup> در برگ این گیاه دارویی از روش Ghassemi-Dehkordi و Taleb (2013) برای تعیین درصد آن استفاده شد. بدین جهت اسانس هر تیمار را با حلال دی کلرو متان به حجم رسانده و مقدار جذب توسط اسپکتروفتومتر (JENWAY-6300) در طول موج ۶۰۳ نانومتر تعیین شد. سپس درصد کامازولن (Ch) بر اساس فرمول زیر بدست آمد:

$$Ch = \frac{W \times A \times MW}{\varepsilon \times 100}$$

که در آن  $W$  وزن خشک گیاه (گرم)،  $A$  مقدار جذب در طول موج ۶۰۳ نانومتر،  $MW$  وزن مولکولی ( $184/3$  گرم بر مول) و  $\varepsilon$  ضریب جذب مولکولی کامازولن ( $420$  مول بر سانتی متر بر لیتر) می باشد.

### تجزیه آماری

تجزیه واریانس نتایج آزمایش توسط نرم افزار SPSS-16 و میانگین تیمارها با استفاده از

۷. Clevenger

۸. Chamazulene

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مجموع مربعات (SS) روش های مختلف خشک کردن بر مدت زمان فرایند، درصد اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی رازیانه فلورانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	مدت زمان خشک کردن	درصد اسانس	درصد کامازولن
تیمار	۸	۳۸۳۲۱۸/۶۶۷**	۳/۱۹۷**	۰/۰۲۸**
اشتباه	۱۸	۳۵۴/۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
مجموع	۲۶	۳۸۳۵۷۲/۶۶۷	۳/۱۹۹	۰/۰۲۹
ضریب تغییرات (CV)		۰/۰۵۸	۰/۱۰	۰/۰۴۹

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد

آزمون کمترین اختلاف معنی داری محافظت شده<sup>۹</sup> (PLSD) در سطح ۱ درصد انجام پذیرفت. جهت رسم شکل ها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

### نتایج و بحث

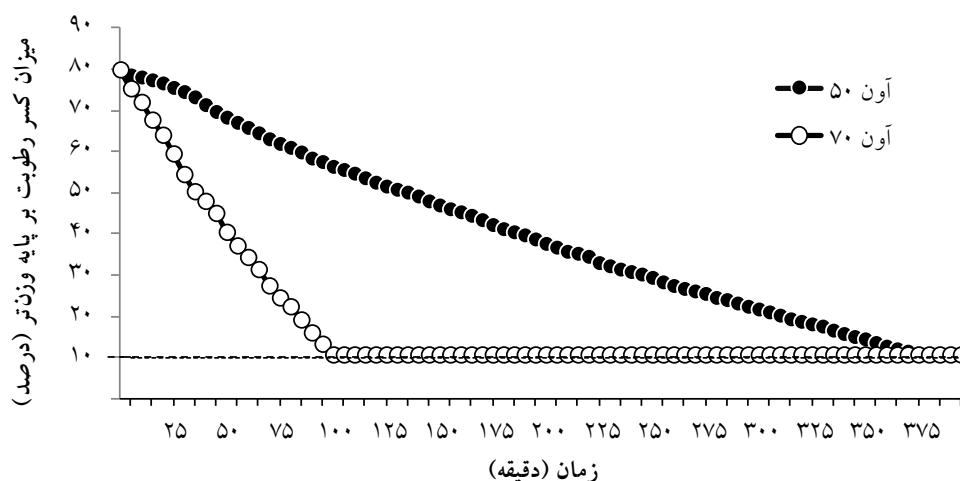
#### روش خشک کردن حرارتی

بر اسانس نتایج حاصل محتوای رطوبتی اولیه برگ های رازیانه ۸۴/۲ درصد بر پایه وزن

۹. Protected Least Significant Difference

تر و ۵/۳ بر پایه وزن خشک بود. براساس نتایج تجزیه واریانس روش های خشک کردن رازیانه در همه تیمارها دارای اختلاف آماری در سطح ۰/۱ درصد بود (جدول ۱).

در روش خشک کردن حرارتی با افزایش دما، زمان خشک کردن به صورت معنی داری کاهش یافت (شکل ۱). مدت زمان رسیدن به حد رطوبتی مطلوب در دمای ۵۰ درجه سانتی



شکل ۱ - نمودار تجمعی مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر در

خشک کن حرارتی

۹۰۰ وات بود. نتایج نشان داد سرعت خشک کردن در توان ۹۰۰ وات میکروویو نسبت به روش‌های حرارتی ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۹۸/۷۵ و ۲۶/۲۵ برابر بیشتر بود. برخی از محققین از جمله Sharma (2011) و Prasad (2002)، Ebadi و همکاران (2011) و Nier و همکاران (2011) نیز نتایج مشابهی در خشک کردن سریع محصولات زراعی و دارویی به کمک ریز امواج میکروویو بدست آوردند.

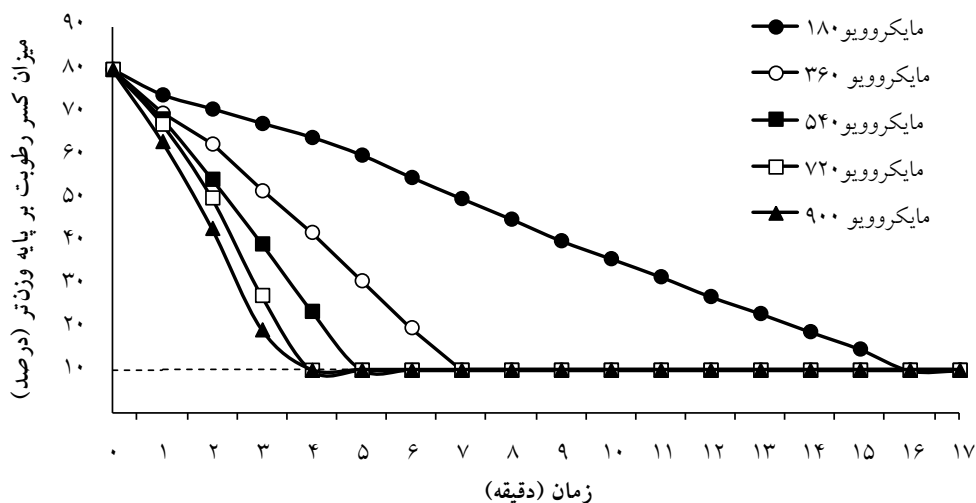
#### پرتوتابی مادون قرمز

پرتوتابی یکی دیگر از روش‌های مورد آزمایش بود. بر اساس نتایج حاصل رسیدن به حد مطلوب ۱۰ درصد محتوای رطوبت توسط پرتو مادون قرمز و لامپ حرارتی به ترتیب ۵۰ و ۴۰ دقیقه زمان نیاز داشت (شکل ۳). مدت زمان لازم در روش مادون قرمز ۱/۲۵ برابر بیشتر از روش لامپ حرارتی بود. زمان خشک شدن محصول توسط لامپ حرارتی نسبت به روش

گراد ۳۹۵ دقیقه (۶/۵ ساعت) بود در حالیکه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به ۱۰۵ دقیقه (۱/۷۵ ساعت) کاهش یافت. مدت زمان لازم برای خشک کردن در دمای ۵۰ درجه، ۳/۷۶ برابر بیشتر از دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۴).

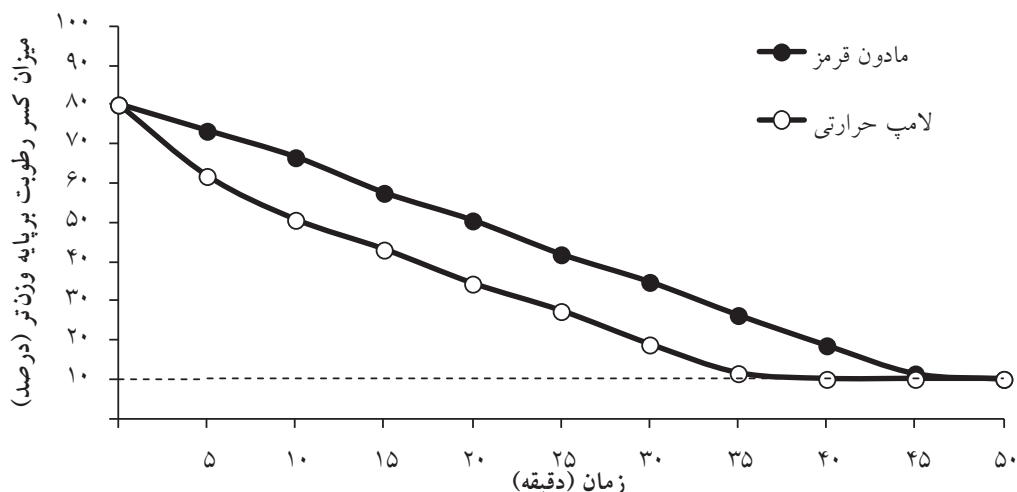
#### روش خشک کردن میکروویو

نمودار کاهش رطوبت برگ‌های رازیانه فلورنسی در طول دوره خشک کردن با توان‌های مختلف میکروویو در شکل ۲ مندرج است. نتایج نشان داد با افزایش توان میکروویو زمان مورد نیاز برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر کاهش یافت، به طوری که این زمان از ۱۷ دقیقه در توان ۱۸۰ وات به ۴ دقیقه در توان ۹۰۰ وات رسید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین سه تیمار ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات اختلاف آماری نبودند (شکل ۴). به طور کلی زمان لازم برای خشک کردن با میکروویو در توان ۱۸۰ وات، ۴/۲۵ برابر بیشتر از توان



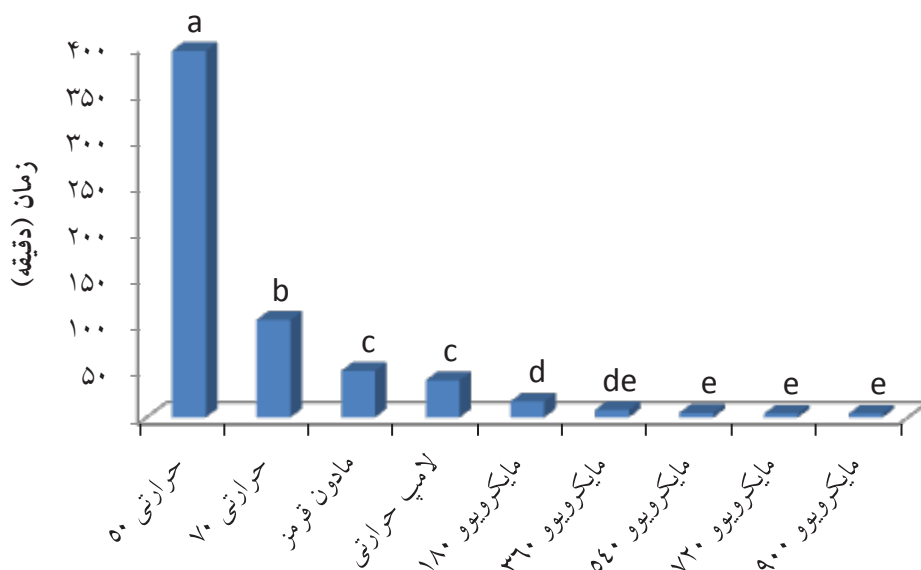
شکل ۲- نمودار تجمعی مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر در

توان‌های مختلف میکروویو



شکل ۳- نمودار تجمعی مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر در

#### روش های مختلف پرتوتابی



شکل ۴- مقایسه زمان خشک کردن در روش های مختلف خشک کردن حرارتی، پرتوتابی و مایکروویو

براساس دستاوردهای این تحقیق، مدت زمان خشک کردن محصول توسط روش مایکروویو و پرتوتابی اختلاف بسیار زیادی با روش حرارتی داشتند. بگونه ای که مدت زمان خشک کردن در توان ۹۰۰ وات مایکروویو بیش از ۹۸/۷ برابر کمتر از خشک

های حرارتی ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد به ترتیب ۹/۸۷ و ۲/۶۲ برابر کمتر و در مقابل نسبت به توان ۹۰۰ وات امواج مایکروویو ۱۰ برابر زمان بیشتری نیاز داشت. با این وجود بین دو روش مادون قرمز و لامپ حرارتی اختلاف آماری وجود نداشت (شکل ۴).

مورد تایید قرار گرفت. بر این اساس بالاترین درصد اسانس در سه روش لامپ حرارتی، میکروویو ۹۰۰ وات و خشک کن کابینی به مقدار ۱/۴۵ درصد بدست آمد لذا استنباط می‌شود افزایش سرعت خشک کردن می‌تواند عامل تجمع اسانس در این گیاه دارویی باشد.

### درصد کامازولن

نتایج بدست آمده نشان داد بین تیمارها از نظر میزان کامازولن اختلاف معنی داری حاکم بود. طبق نتایج جدول ۲ بیشترین میزان جذب کامازولن (۰/۱۳۸ درصد) در روش خشک کردن میکروویو با توان ۱۸۰ وات حاصل شد. کمترین میزان این ترکیب در بین تمامی تیمارها (۰/۳ درصد) در توان ۹۰۰ وات میکروویو مشاهده شد. بر این اساس اختلاف بیشترین و کمترین مقدار کامازولن در بین روش‌های خشک کردن برگ رازیانه به ۴/۶ برابر رسید. نتایج نشان داد محتوای کامازولن در روش میکروویو به طور نسبی از یک روند کاهشی تبعیت کرده بگونه ای که با افزایش توان میکروویو، میزان کامازولن تقلیل یافت. بر این اساس استنباط می‌شود افزایش شدت و مدت زمان امواج میکروویو می‌تواند باعث تخریب و یا تغییراتی در اجزاء اسانس رازیانه فلورانسی گردد. (Delshad و Hakimzadeh (2017) نیز در تحقیق خود نشان دادند هرچند توان بالای میکروویو باعث افزایش سرعت خشک کردن زعفران می‌گردد اما سبب تخریب متابولیت‌های ثانویه آن نیز خواهد شد.

در مجموع، نتایج حاصل بیانگر تاثیر مثبت روش‌های خشک کردن عمیق بر درصد

کن حرارتی ۵۰ درجه بود، همچنین این اختلاف بین روش مادون قرمز و لامپ حرارتی نسبت به خشک کن حرارتی ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷/۹ و ۲/۱ برابر کمتر بود. فناوری‌های نوین خشک کردن از جمله امواج میکروویو، پرتوتابی، خشک کن اتمسفر اصلاح شده<sup>۱۰</sup> و بخار فرا داغ<sup>۱۱</sup> قدرت حذف رطوبت از لایه‌های درونی محصول به صورت یکنواخت را دارند، لذا سرعت این روش‌ها نسبت به خشک کن‌های متداول که رطوبت را به صورت سطحی از محصول خارج می‌کند به مراتب بیشتر است (Daneshmandi, 2014 Niazmand et al,;) (2015).

### درصد اسانس

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر درصد اسانس در سطح ۰/۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد اسانس در روش خشک کن حرارتی ۵۰ درجه سانتی‌گراد، لامپ حرارتی و میکروویو ۹۰۰ بدست آمد (۱/۴۵ درصد). سایر تیمارها با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند (جدول ۲). میزان اسانس در سه تیمار فوق حدود دو برابر سایر تیمارها بود. این نتایج نشان داد محتوای اسانس پیکر رویشی رازیانه فلورانسی به صورت معنی داری تحت تاثیر روش خشک کردن قرار دارد، نتیجه‌ای که در تحقیق (Rasekh و Karami (2018 در ترخون، Azizi و همکاران (2009) در بابونه، Blanco و همکاران (2002) در نعنای نیز

۱۰. Modified Hot Air Drying

۱۱. Super Heat Drying



جدول ۲- درصد اسانس و کامازولن رازیانه رقم فلورنسی تحت تاثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

روش خشک کردن	درصد اسانس	درصد کامازولن
روش حرارتی	دمای ۵۰ درجه سانتیگراد	۱/۴۵a
	دمای ۷۰ درجه سانتیگراد	۰/۷۱b
روش مایکروویو	توان ۱۸۰	۰/۱۳۸a
	توان ۳۶۰	۰/۰۵۲e
	توان ۵۴۰	۰/۱۱۱b
	توان ۷۲۰	۰/۰۷۹d
	توان ۹۰۰	۰/۰۳۰f
	توان ۱۰۸۰	۰/۰۹cd
روش پرتوتابی	مادون قرمز ۵۰ سانتیگراد	۰/۷۲b
	لامپ حرارتی ۵۰ سانتیگراد	۱/۴۵a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون PLSD در سطح ۱ درصد است.

بوده و می تواند عملکرد اقتصادی محصول را افزایش دهد. از سویی دیگر تا کنون گزارشی مبنی بر وجود کامازولن در تیپ های مختلف رازیانه گزارش نشده است ولیکن این آزمایش نشان داد این جزء متابولیتی در رازیانه فلورانسی موجود است. بنابراین استفاده از پیکر رویشی رازیانه فلورانسی جهت استخراج اسانس قابل توصیه است. در مجموع و بر اساس کلیات نتایج این تحقیق، جهت افزایش مدت زمان انبارداری و حفظ حداکثری متابولیت های ثانویه پیکر رویشی این گیاه دارویی به ترتیب لامپ حرارتی، مایکروویو و خشک کن حرارتی پیشنهاد می گردد.

کامازولن بود. بر این اساس استنباط می شود هرچند حفظ کامازولن در توان های کمتر روش مایکروویو بیشتر بود ولی کاربرد لامپ حرارتی در بازده حداکثری درصد اسانس و کاهش مدت زمان خشک کردن موفق تر ظاهر شد.

### یافته های ترویجی

از مهمترین فرایندهای پس از برداشت محصولات کشاورزی کاهش رطوبت با تاکید بر حفظ ویژگی های مهم بخصوص متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی است. کاهش رطوبت با فرایند تبخیر سطحی یا عمیق محصولات می تواند باعث کاهش و یا توقف فعالیت های آنزیمی، میکروارگانیسم ها و قارچ های گندرو شده و مدت زمان انبارمانی محصول را افزایش می دهد. میوه ها محصول اصلی گیاه دارویی رازیانه است و سایر اندام بخصوص بخش رویشی با بیوماس نسبتاً زیاد معمولاً جز پسماند گیاه محسوب می شود حال آنکه شاخسارها دارای خصوصیتی بارزی از جمله اسانس

## References:

- AmirNejat, H., Khoshtaghaza, M.H. and Pahlavanzadeh, H. 2011. A Determination of thin layer drying kinetics of Button Mushroom when dried through an infrared applied drying method. Iranian Journal of Biosystems Engineering (IJBSE), 42(1): 53-61
- Azizi, M., Rahmati, M. Ebadi, M.T. and Hasanzadeh khayyat, M. 2009. The effects of different drying methods on weight loss rate essential oil and chamazolene contents of chamomile (*Matricaria recutita*) flowers. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(2): 182-192
- Blanco, M.C.S.G., Ming, L.C., Marques, M.O.M. and Bovi, O.A. 2002. Drying temperature effects in peppermint essential oil content and composition. Acta Horticulturae, 569: 95-98.
- Caceres, A. 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarmacéuticos. Primer Congreso International FITO "Por la investigacion, conservacion diffusion del conocimiento de las plantas medicinales", Lima, Peru, 27-30 Sep.
- Daneshmandi, M.S. 2014. Textbook of extraction, preparation and processing of medicinal and aromatic plants. Faculty of Agricultural Science and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, 50 P.
- Delshad, S. and Hakimzadeh, V. 2017. Optimization of Saffron drying parameters by using oven and microwave using response Surface methodology. Saffron Research. 5(2): 151-162
- Ebadi, M.T., Sefidkon, F., Azizi, M. and Ahmadi, N. 2016. Effects of air velocity and infrared radiation intensity on drying factors of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 32(1): 162-173.
- Ebadi, M.T., Azizi, M., Rahmati, M. and Hassanzadeh Khayyat, M. 2011. Effects of different drying methods (natural method, oven and microwave) on drying time, essential oil content and composition of Savory (*Satureja hortensis* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 32(1):478-489.
- Ehsanipour, A., Zeinali, H. and Razmjoo, K. 2012. Effect of nitrogen levels

- on qualitative traits and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations. Journal of Medicinal Plants, 2(42): 37-47.
- Ertekin. C., Yaldiz, O. 2004, Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model, Journal of Food Engineering, 63, 349:360
- Ghassemi Dehkordi, N. and Taleb, A.M. 2013. Isolation, identification and determination of medicinal plant constituents. Sabz Arang press, 240 P.
- Grover, S., Malik, C., Hora, A. and Kushwaha, H.B. 2013. Botany, cultivation, chemical constituents and genetic diversity in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): a review. International Journal of Life Sciences, 2(2): 128-139.
- Hamdy Robya, M.H., Sarhana, M.A., Selima, K.A.H. and Khalel, K.I. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Industrial Crops and Products. 44: 437-445
- Hamrouni Sellami, I., Wannes, W.A., Iness Bettaieb, L., Berrima, S., Chahed, T., Marzouk., B and FLimam. 2011. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. Food Chemistry. 126(2): 691-697
- Karami., H. and Rasekh, M. 2018. Kinetics mass transfer and modeling of tarragon drying (*Artemisia dracunculus* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 34(5):735-747
- Mozaffrian, V. 2013. Identification of medicinal and aromatic plants of iran. Farhag Moasser Pess. Tehran, Iran. 1350 p.
- Nair, G.R., Li, Z., Garipey, Y. and Raghavan, V. 2011. Microwave drying of corn (*Zea mays* L.) for the seed industry. Drying Technology. 29(11): 1291-1296.
- Niazmand, R., Sarasbi Jam-ab, M., Yeganeh-Zad, S., Rafe, A. and Faezian, A., 2015. Nuts and Dried Fruit Science and Technology. Jahad-Daneshgahi Mashhad Press, 248 P.
- Nowak, D. and Lewiki, P.P. 2004. Infrared drying of apple slices. Innovative Food Science an Emerging Technologies, 5, 353-360
- Omidbaigi, R. 2005a. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. I). Behnashr Press. Mashhad. Iran, 347 P.

- Omidbaigi, R., 2005b. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. II). Behnashr Press. Mashhad. Iran, 338 P.
- Omidbaigi, R., Sadrai Menjili, K. and Sefidkon, F. 2006. Effect of Sowing Dates in the Productivity of Fennel (*Foeniculum vulgare* CV. Soroksari). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 21(4): 465-479.
- Paakkonen, K., Havento, J., Galambosi, B and Pyykkönen, M . 1999. Infrared drying of herb. Agricultural and Food Science in Finland 8(8):19-27
- Sharma, G.P. and Prasad, S. 2001. Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. Journal of Food Engineering, 50: 99-105.
- Venskutonis, P.R. 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgareis*) and sage (*Salvia officinalis*). Food Chemistry, 59(2): 219-277

## The different drying methods can alter the qualitative and quantitative characteristic of the Florence fennel (*Foeniculum vulgare var. azoricum*) essential oil

Mohammad Shahin Daneshmandi<sup>1\*</sup>, Amir Hosein Dostegan<sup>1</sup>, Ali Mirzaeei<sup>1</sup>, Reza Naseh<sup>1</sup>

1. Department of Plant Production, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, Iran . (Corresponding author)

Received: October 2022 Accepted: November 2022 - DOI: 10.22092/mpt.2022.360312.1113

### Abstract

**Daneshmandi, M. SH., Dostegan, A.H., Mirzaeei, A., Naseh, R.,** The different drying methods can alter the qualitative and quantitative characteristic of the Florence fennel (*Foeniculum vulgare var. azoricum*) essential oil

**Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 4, No. 2, 2020-21 0-13: 84-95(in Persian)**

### Abstract

In this study, the different methods of thermal drying (50°C and 70°C), microwave (180, 360, 540, 720 and 900W), infrared irradiation (IR) and thermal lamp drying (50°C) and their effects on the drying time and qualitative and quantitative characteristics of essential oil at *Foeniculum vulgare* Var. *Azoricum* were evaluated in the completely randomized design with three replications. Results indicated that the minimum and maximum drying times was related to the drying treatments with the microwave dryer at 900 W and cabin drying at 50 °C (4 and 390 min. respectively). However, not significant difference was observed between the microwave dryer at 540, 720 and 900 W. The highest percentage of essential oil (1.45%) was recorded by thermal lamp dryer, microwave dryer at 900 W and cabin drying at 50 °C, but maximum chamazulene content was obtained at microwave 180 W. The based in this results, best drying methods and increase storage of Florence fennel biomass was thermal lamp, microwave and thermal dryer respectively.

Key Word: Chamazulene, Irradiation Dryers, Microwave Dryers, Thermal Dryers,  
**Email address of the corresponding author: daneshmandi@torbath.ac.ir**