

اثر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن و برخی مواد مؤثره در دو توده گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.)

پرویز رضوانی مقدم^{۱*}، عسکر غنی^۲، میترا رحمتی^۲ و سعیده محتشمی^۳

*- نویسنده مسئول، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، پست الکترونیک: rezvani@um.ac.ir

۲- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۰

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی اثر روشهای مختلف خشک کردن توسط آون، ماکروویو، دمای محیط (سایه) و ترکیب ماکروویو و دمای محیط بر زمان خشک شدن، میزان اسانس، فعالیت آنتی اکسیدانی و مواد فنولی دو توده ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) دو آزمایش مستقل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار خشک کردن (آون: دماهای ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد؛ ماکروویو: توانهای ۹۰۰، ۶۰۰، ۴۵۰، ۳۰۰، ۱۸۰ و ۱۰۰ وات؛ خشک کردن در دمای محیط؛ خشک کردن ترکیبی ماکروویو با توانهای ۹۰۰ و ۶۰۰ + خشک کردن در دمای محیط) بر دو توده ترخون (مشهد و نیشابور) انجام شد. همچنین مقایسه‌ای بین نمونه تر و تیمارهای مذکور از نظر صفات فوق انجام شد (برای خشک کردن ۱۳ تیمار و برای دیگر صفات ۱۴ تیمار). نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی از نظر میزان رطوبت و مواد مؤثره اندازه‌گیری شده بین این دو توده تفاوت وجود داشت. همچنین عکس‌العمل این دو توده، از نظر واکنش به روشهای مختلف خشک کردن تا حدی متفاوت بود. از نظر مدت زمان خشک شدن در هر دو آزمایش، طولانی‌ترین زمان (حدود ۳۰ ساعت و ۳۲ ساعت در توده مشهد و نیشابور) مربوط به دمای محیط و زودترین زمان (حدود ۵ دقیقه) مربوط به ماکروویو با توان ۹۰۰ وات بود. در هر دو آزمایش بالاترین میزان اسانس (۲/۲۷ و ۳/۲) به ترتیب توده مشهد و نیشابور) مربوط به نمونه تر و بعد از آن دمای محیط و ماکروویو با توان ۹۰۰ وات بود و افزایش دما باعث کاهش میزان اسانس شد. میزان اسانس در توانهای دیگر ماکروویو و تیمارهای ترکیبی، متوسط بود. بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی (۸۲/۵ و ۸۱/۸) به ترتیب توده مشهد و نیشابور) مربوط به نمونه تر بود، در حالی که کمترین میزان آن در توده مشهد (۶۰/۷) و نیشابور (۵۳) به ترتیب مربوط به تیمارهای دمای محیط و ۴۰ درجه آون بود. بالاترین میزان مواد فنولی (به ترتیب ۱۶۵ میلی گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک) در توده مشهد مربوط به تیمار ماکروویو با توان ۶۰۰ و در توده نیشابور (۵۲۴/۷ میلی گرم) مربوط به تیمار ماکروویو با توان ۹۰۰ بود.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدانت، اسانس، پلی فنول‌ها، ماکروویو.

مقدمه

ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) گیاهیست علفی و چندساله، از خانواده کاسنی (Asteraceae)، که امروزه از پیکر رویشی این گیاه در تهیه انواع سس، سالاد، ترشی و به عنوان طعم‌دهنده مواد غذایی استفاده می‌شود. همچنین اسانس ترخون در صنایع غذایی، کنسروسازی و صنعت عطرسازی کاربرد دارد (امیدبیگی، ۱۳۸۴ب). مهمترین ماده مؤثره این گیاه اسانسی به رنگ زرد کم‌رنگ است که میزان آن بین ۰/۵ تا ۳٪ گزارش شده است. مهمترین اجزای اسانس ترخون عبارتند از: استراگول (۴۰ تا ۷۰٪)، آلفا-پینن، بتا-پینن، سابینن، لیمونن، بتا-اوسیمن و میرسن (امیدبیگی، ۱۳۸۴ب؛ Arrabhosseini et al., 2007).

فرایند خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که با توجه به نوع مواد مؤثره (آلکالوئید، اسانس، فلاونوئید و ...) باید روش مناسبی را برای آن انتخاب نمود. معمولاً اندام‌های مختلف گیاهان پس از جمع‌آوری حاوی مقادیر فراوانی رطوبت (بین ۸۰-۶۰٪) می‌باشند، بنابراین این شرایط برای حمله قارچ‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌ها بسیار مناسب می‌باشد که باید این میزان رطوبت را به ۱۴-۱۰٪ کاهش داد (امیدبیگی، ۱۳۸۴الف؛ Brovelli et al., 2003؛ Arsalan & Ozcan., 2008).

ترکیب‌های فنولی، گروهی از مواد مؤثره گیاهی می‌باشند که عموماً دارای یک یا چند گروه هیدروکسیل می‌باشند. تاکنون حدود ۵۰۰۰ ماده فنولی شناخته شده است که اکثراً دارای نقش آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. این ترکیب‌ها جزء آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی آبدوست محسوب می‌شوند، این ترکیب‌ها دارای خواص ارزشمند

ضدجراثیم، ضد میکروبی، ضد ویروس و ضد سرطان هستند (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Podsedek, 2007). فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزیجات به فاکتورهای ژنتیکی، شرایط رشد، عملیات زراعی، نحوه نگهداری و عملیات پس از برداشت بستگی دارد (امیدبیگی، ۱۳۸۴الف؛ Saeedi & Omidbaigi, 2009؛ قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).

خشک کردن، اثرهای متفاوتی بر میزان ترکیب‌های فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان مختلف دارد (Toor & Ismail et al., 2004؛ Nicoli et al., 1999؛ Savage, 2006؛ Roy et al., 2007). در رابطه با اثر دماهای مختلف ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۱۰ و نمونه خشک شده در شرایط خلأ (Freeze-drying) بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری پلی‌فنول‌ها در برگ‌های گیاه توت سفید (*Morus alba*)، نتایج نشان داد که بالاترین میزان مواد فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمارهای انجماد سخت، دمای ۴۰ و ۶۰ درجه بود؛ درحالی‌که میزان این مواد در دمای بالاتر از ۷۰ درجه به صورت معنی‌داری کاهش یافت (Katsube et al., 2009).

Chan و همکاران (۲۰۰۹) اثر روش‌های مختلف خشک کردن توسط ماکروویو (۸۰۰ وات)، آون (۵۰ درجه سانتی‌گراد) و آفتاب را بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و میزان مواد فنولی برگ چهار گیاه از خانواده زنجبیل (*Etingera Alpinia zerumbet* و *Kaempferia galanga* و *Curcuma longa elatior*) مورد بررسی قرار دادند و شاهد کاهش شدید این ترکیب‌ها در نمونه‌های خشک شده در مقایسه با نمونه برگ تازه شدند.

از آنجا که ترخون یکی از مهمترین گیاهان دارویی متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae) می باشد و تاکنون مطالعات دقیقی در رابطه با دمای مناسب خشک کردن آن صورت نگرفته است و تحقیقات گذشته نشان دهنده تأثیر معنی دار روش خشک کردن بر خصوصیات کمی و کیفی مواد مؤثره گیاهان دارویی بوده است، این تحقیق با هدف بالا بردن دانش پایه در زمینه تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن و برخی مواد مؤثره (اسانس، ترکیبهای فنولی و آنتی اکسیدانها) گیاه ترخون انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. دو آزمایش مستقل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار خشک کردن بر گیاه دارویی ترخون انجام شد. همچنین مقایسه ای بین نمونه تر و تیمارهای مذکور از نظر صفات فوق (میزان اسانس، فعالیت آنتی اکسیدانی، پلی فنولها) انجام شد (برای خشک کردن ۱۳ تیمار و برای دیگر صفات ۱۴ تیمار). تیمارها شامل انواع روشهای خشک کردن توسط آون، ماکروویو، دمای محیط و ترکیب ماکروویو و دمای محیط به شرح زیر بودند:

- ۱- خشک کردن در دمای محیط (متوسط دما در طی آزمایش 2 ± 30 درجه سانتی گراد بود).
- ۲- خشک کردن در آون دمای ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد
- ۳- خشک کردن توسط ماکروویو در توانهای مختلف ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ۴۵۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات

روش خشک کردن با ماکروویو یا روش ترکیبی ماکروویو- هوای داغ، زمان خشک کردن ماده گیاهی را بدون کاهش کیفیت آن کوتاه می کند (Drouzas *et al.*, 1999). اشعه های ماکروویو خیلی سریع و مؤثر در ماده گیاهی پخش می شوند (Diaz *et al.*, 2003) و منجر به کاهش مصرف انرژی می گردند (Feng, 2002). آزمایش خشک کردن با ماکروویو روی طیف وسیعی از میوه ها و سبزی ها مثل قارچ های خوراکی (Riva *et al.*, 1991)، سیب زمینی (Bouraoui *et al.*, 1994)، هویج (Tulasidas *et al.*, 1995) و انگور (Prohhanjan *et al.*, 1993) انجام شده است. استفاده از ماکروویو به ویژه در خشک کردن گیاهان دارویی اسانس داری که ماده مؤثره آنها در ناحیه سطحی برگ هایشان قرار دارد و در نتیجه به دماهای بالا حساسند، توصیه می شود. سرعت بالای خشک کردن و انرژی ورودی کم از کاهش میزان اسانس جلوگیری می کند (Venskutonis, 1997). خشک کردن با ماکروویو سبب تولید گیاهان خشک شده با رنگ مناسب و درصد بالای مواد مؤثره شده است (Azizi *et al.*, 2009؛ رحمتی و همکاران، ۱۳۸۹). ریشه های سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) خشک شده با امواج میکروویو دارای کیفیت بالاتری نسبت به روشهای دیگر خشک کردن بودند (Heindl & Müller, 2002) ولی از طرف دیگر خشک کردن رزماری (*Rosmarinus officinalis*) با استفاده از ماکروویو، با وجود رنگ مناسب برگ های خشک شده، روش مناسبی ارزیابی نشده است، زیرا اسانس آن در طی مرحله خشک شدن، تا حد زیادی از اندام خارج می شود (امید بیگی، ۱۳۸۴ الف).

استفاده قرار گرفتند. برای این منظور به صورت تصادفی ۱۰۰ گرم گیاه تازه برای هر تکرار استفاده شد. همچنین گیاهان مربوط به توده نیشابور در صبح زود از میدان تره بار شهر مشهد (مزارع مربوط به نیشابور) تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت.

به منظور تعیین مدت زمان مورد نیاز برای خشک کردن، بدین صورت عمل شد که ابتدا برای تعیین محتوای رطوبتی اولیه، ۴ نمونه ۱۰۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و میزان رطوبت نمونه گیاهی بر پایه وزن تر و یا وزن خشک محاسبه شد. میزان رطوبت بر پایه وزن تر که به صورت درصد بیان می شود، از رابطه ۱ محاسبه می شود. میزان رطوبت بر پایه وزن خشک که به صورت یک نسبت بیان می شود، از رابطه ۲ تعیین می شود (Martinov et al., 2007).

(وزن ماده خشک + وزن رطوبت) / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن تر: رابطه (۱)

وزن ماده خشک / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن خشک: رابطه (۲)

توسط حلال متانولی به نسبت ۵ به ۱ (حجمی- وزنی) با استفاده از حلال متانول ۹۸٪ انجام شد. برای تمامی تیمارها میزان ۱ گرم نمونه خشک توزین گردید و به لوله فالکون انتقال یافت، سپس میزان ۵ میلی لیتر حلال به آنها اضافه گردید و مدت ۲۴ ساعت روی شیکر با دور ۲۰۰ دور در دقیقه (rpm) نگهداری شد و بعد به مدت ۱۵ دقیقه داخل سانتریفیوژ با دور ۶۰۰۰ قرار گرفتند و بعد قسمت رو شناور صاف گردید و به عنوان عصاره برای انجام آزمایشهای بعدی در دمای ۲۰- نگهداری شدند.

۴- خشک کردن ترکیبی ماکروویو و دمای محیط (خشک کردن توسط ماکروویو با توانهای ۹۰۰ و ۶۰۰ وات تا رسیدن به ۵۰٪ کاهش رطوبت و بعد ادامه خشک کردن در دمای محیط)

همچنین از نظر میزان اسانس، فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان پلی فنولها مقایسه ای بین نمونه تر و دیگر تیمارها انجام شد که در مجموع شامل ۱۴ تیمار و ۳ تکرار بودند. در آزمایش اول، اثر تیمارهای فوق بر توده مشهد و در آزمایش دوم بر روی توده نیشابور مورد بررسی قرار گرفت.

کاشت نشاء گیاهان توده مشهد در اوایل فروردین ماه سال ۱۳۸۹ در محل پردیس دانشگاه فردوسی مشهد در کرت به ابعاد ۲ × ۲ متر انجام شد. کلیه عملیات زراعی به طور یکسان برای همه گیاهان انجام شد. در اوایل تیرماه، گیاهان هر کرت به تفکیک برداشت شده و بعد از حذف بخش های زائد برای اعمال تیمارهای ذکر شده مورد

محتوای رطوبتی اولیه توده های ترخون (مشهد و نیشابور) بر پایه وزن تر به ترتیب ۷۰/۳ و ۷۸/۶ درصد و به عبارت دیگر ۲/۳ و ۳/۸ بر پایه وزن خشک بود. نمونه های ماکروویو هر ۲۰ ثانیه و نمونه های دمای محیط و آون هر یک ساعت از نظر میزان کاهش وزن تا رسیدن به حد مطلوب رطوبت (محتوای رطوبتی ۱۰/۰ بر پایه وزن خشک یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر) وزن شدند.

عصاره گیری از نمونه ها جهت اندازه گیری پلی فنولها و فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت زیر انجام شد. عصاره

۰/۵ میلی لیتر متانول اضافه شد. محلول‌ها به مدت ۱۰ ثانیه به شدت تکان داده شدند و بعد به مدت ۳۰ دقیقه برای واکنش در دمای اتاق و در محیط تاریک نگهداری شدند و بعد در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند. اعداد جذب پایین‌تر نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر بود. درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی (AOA) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times \text{عدد جذب شاهد} / (\text{عدد جذب نمونه} - \text{عدد جذب شاهد}) = (\text{AOA}\%) \text{ درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی}$$

همچنین برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۵٪ استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای خشک کردن بر همه فاکتورهای اندازه‌گیری شده در هر دو آزمایش بود.

زمان خشک شدن

همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود روشهای خشک کردن به‌صورت معنی‌داری بر زمان خشک شدن هر دو توده ترخون تأثیر داشت و با توجه به این‌که میزان رطوبت اولیه این دو توده متفاوت بود واکنش توده‌ها نیز به زمان خشک کردن تا حدی تفاوت داشت. در توده مشهد (شکل ۱)، بالاترین زمان خشک شدن (۲۹/۵ ساعت) مربوط به دمای محیط بود و با افزایش دماهای آن، زمان خشک کردن نیز کاهش یافت، به‌طوری‌که در دمای ۷۰ درجه آن زمان خشک شدن حدود ۸۵٪ کاهش یافت. کمترین زمان خشک کردن

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از آزمون DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl, Sigma) با همکاران (Aldrich) با استفاده از روش Oke و همکاران (۲۰۰۹) با اندکی تغییر انجام شد. جاروب کردن رادیکال‌های آزاد به‌وسیله روش اسپکتروفتومتری بر پایه کاهش رادیکال‌های آزاد انجام گردید. ۰/۵ میلی لیتر از عصاره‌های مذکور به ۵ میلی لیتر محلول DPPH (با غلظت ۰/۰۰۴٪) اضافه شد. در محلول شاهد (بلانک) به جای عصاره،

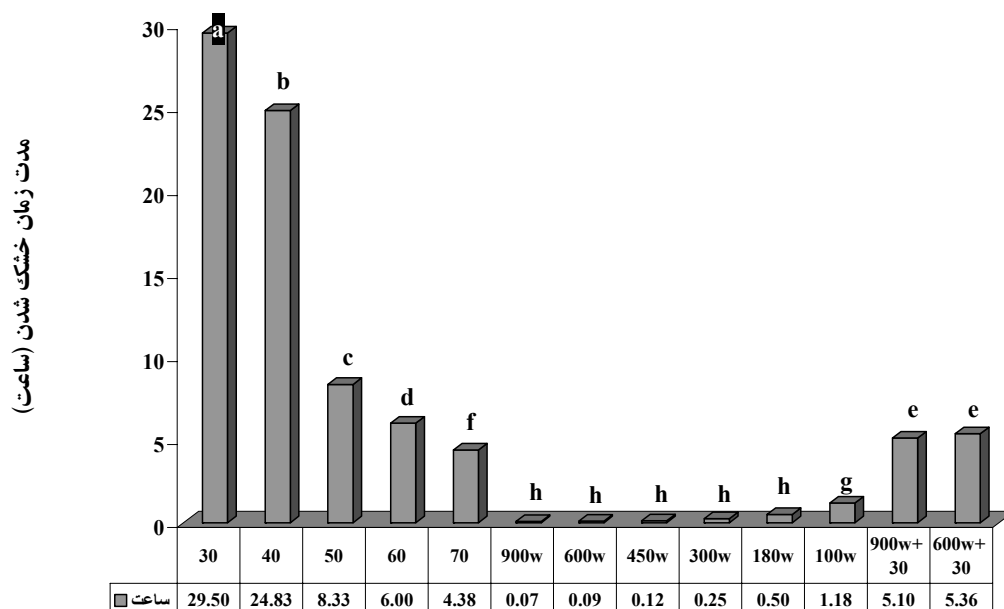
اندازه‌گیری میزان پلی‌فنول‌ها براساس روش فولین (Folin-Ciocalteu) اندازه‌گیری شد (Wojdylo et al., 2007). ابتدا ۰/۱ میلی لیتر از عصاره مورد نظر به لوله آزمایش انتقال یافت و بعد ۰/۲ میلی لیتر محلول فولین ۰/۵٪ و ۲ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و پس از ۳ دقیقه ۱ میلی لیتر کربنات سدیم ۲٪ به محلول قبلی اضافه گردید و اجازه داده شد به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق و شرایط تاریکی بماند، سپس در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. تبدیل داده‌های حاصل از جذب به غلظت‌های مختلف گالیک‌اسید با رسم منحنی استاندارد گالیک‌اسید (غلظت‌های ۰ تا ۲۰۰ پی‌پی‌ام) انجام شد و داده‌ها به‌صورت میلی گرم اکی‌والانت گالیک‌اسید در وزن خشک بیان شد (mg GA/g DW).

اسانس‌گیری توسط دستگاه کلونجر و ۳ ساعت بعد از جوش آمدن برای همه نمونه‌ها به‌صورت یکسان انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار MINITAB و مقایسه میانگین‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

درصد اسانس

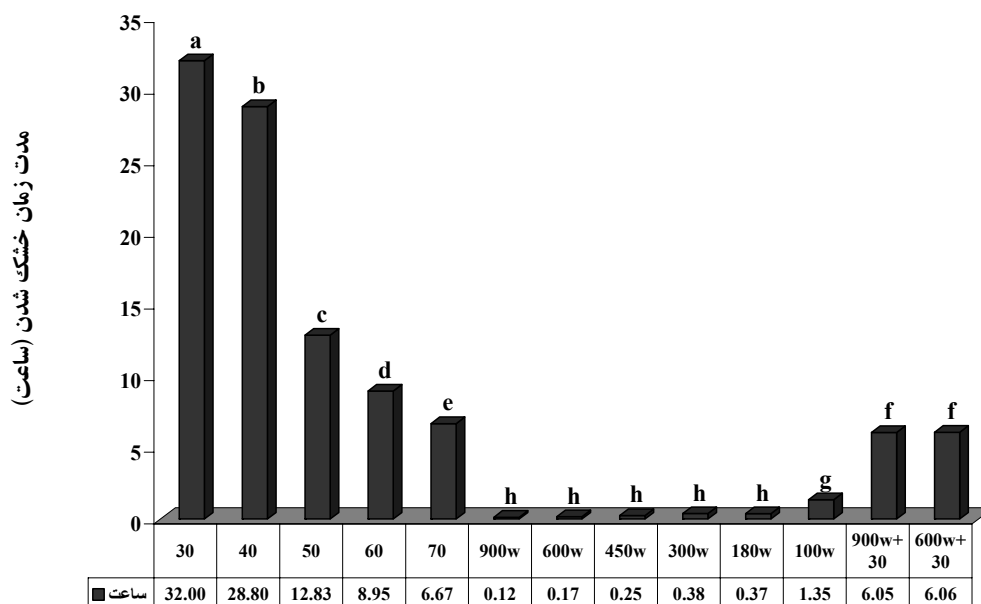
میزان اسانس به‌عنوان یکی از مواد مؤثره مهم گیاه دارویی ترخون، به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر روشهای مختلف خشک کردن قرار گرفت. بالاترین میزان اسانس در هر دو توده (۲/۲۷٪ و ۳/۲٪ بر پایه ۱۰۰ گرم وزن خشک به‌ترتیب توده مشهد و نیشابور) مربوط به نمونه تر بود. تیمار دمای محیط توانست به‌طور مؤثری میزان اسانس را حفظ کند (۱/۸٪ و ۲/۲۳٪) ولی در تیمارهای دمای آون، با افزایش دما از ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد میزان اسانس به‌صورت معنی‌داری در هر دو توده کاهش یافت. تیمار ماکروویو با توان ۹۰۰ وات به نحو مؤثری توانست مانند دمای محیط درصد اسانس را در هر دو توده حفظ کند (۱/۷٪ و ۲/۲۳٪). ولی واکنش این دو توده به توان‌های دیگر ماکروویو متفاوت بود (شکل ۳ و ۴).

(حدود ۵ دقیقه) مربوط به ماکروویو با توان ۹۰۰ وات بود و با کاهش توان ماکروویو این زمان طولانی‌تر شد. البته بین توان‌های ماکروویو تا سطح ۱۸۰ وات تفاوت معنی‌داری از نظر زمان وجود نداشت. در تیمارهای ترکیبی با توجه به این‌که ۵۰٪ رطوبت اولیه توسط ماکروویو حذف شده بود و بعد به دمای محیط انتقال یافته بود، بنابراین از نظر زمان خشک شدن حد واسط بین دماهای ۶۰ و ۷۰ درجه آون بودند. روند خشک شدن و تأثیر تیمارها بر زمان خشک شدن ترخون توده نیشابور نیز از الگوی بالا پیروی می‌کرد با این تفاوت که به‌دلیل میزان رطوبت بالاتر در این توده، زمان بیشتری برای خشک شدن در هر روش صرف گردید (شکل ۲).



دماهای مختلف و توان‌های مختلف ماکروویو

شکل ۱- اثر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن گیاه ترخون توده مشهد



دماهای مختلف و توان های مختلف ماکروویو

شکل ۲- اثر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن گیاه ترخون توده نیشابور

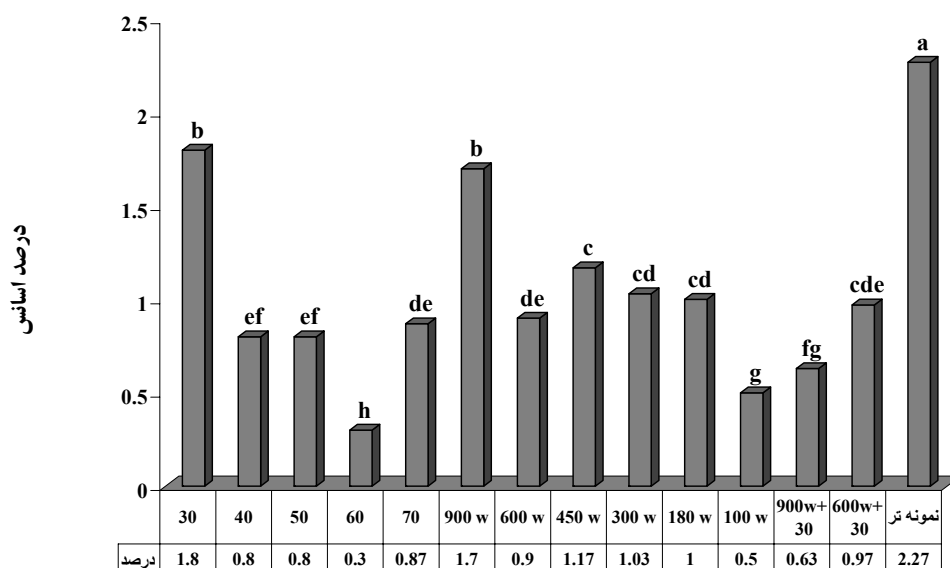
میزان ترکیب های فنلی (پلی فنول ها)

ترکیب های فنلی که خود بخشی از ترکیب های آنتی اکسیدان گیاهی می باشند در این آزمایشها تحت تأثیر روش خشک کردن قرار گرفتند. همان طور که در جدول شماره ۱ مشاهده می شود در توده مشهد بالاترین میزان ترکیب های فنلی (۱۶۵ میلی گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) مربوط به ماکروویو با توان ۶۰۰ وات و بعد از آن نمونه تر و ماکروویو با توان ۹۰۰ وات بود (به ترتیب ۱۳۴/۲ و ۱۳۳/۸ میلی گرم). در تیمارهای دمایی، بالاترین میزان این ترکیبها (۱۰۶/۹ میلی گرم) مربوط به آن دمای ۷۰ درجه بود و کمترین میزان (۶۰/۸ میلی گرم) مربوط به آن دمای ۵۰ بود. همچنین در این توده با کاهش توان ماکروویو از ۶۰۰ وات به صورت معنی داری میزان این ترکیبها کاهش یافت؛

مثلاً در توده مشهد بیشترین میزان اسانس در تیمارهای ماکروویو بعد از توان ۹۰۰ وات، مربوط به توان ۴۵۰ وات بود (۱/۱۷٪)، در حالی که در توده نیشابور مربوط به تیمار توان ۱۸۰ وات ماکروویو بود (۱/۶۳٪). ولی به طور کلی در هر دو توده کمترین میزان اسانس در تیمارهای ماکروویو، مربوط به توان ۱۰۰ وات (۰/۵٪ و ۰/۷٪)، و در تیمارهای آن، در توده مشهد کمترین میزان (۰/۳٪) مربوط به دمای ۶۰ درجه آن و در توده نیشابور کمترین میزان (۰/۷٪) مربوط به تیمار آن دمای ۷۰ درجه سانتی گراد بود (شکل ۳ و ۴). همچنین بین این دو توده نیز از نظر میزان اسانس تفاوت وجود داشت و میزان اسانس توده نیشابور بیشتر از توده مشهد بود.

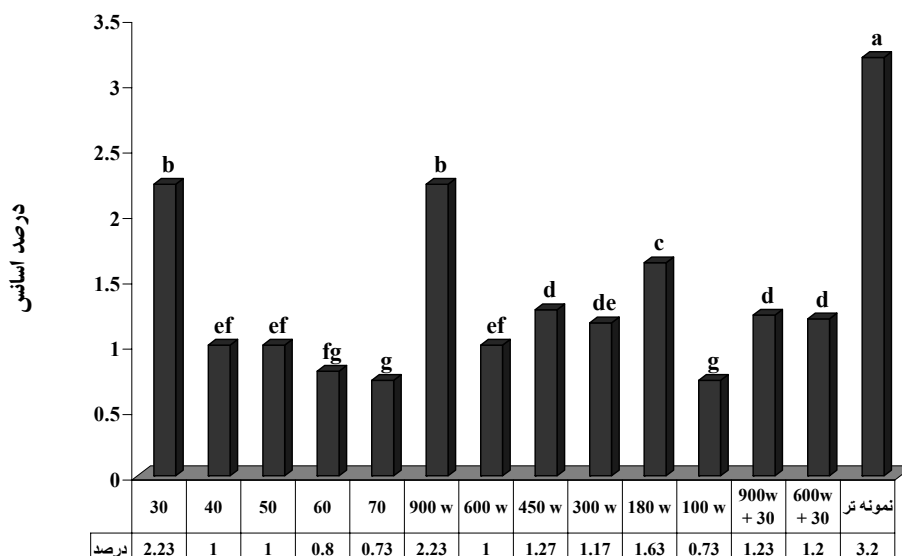
۷۰ درجه بود. در تیمارهای ماکروویو کمترین میزان (۱۰۵/۹ میلی گرم) مربوط به توان ۱۸۰ وات ماکروویو بود. همچنین در هر دو توده در تیمارهای ترکیبی میزان این ترکیب‌ها به خوبی حفظ گردید. به طور کلی میزان ترکیب‌های فنلی توده نیشابور بسیار بالاتر از توده مشهد بود (۲/۴ برابر).

به طوری که در تیمار ماکروویو ۱۰۰ وات به کمترین میزان خود رسید. در توده نیشابور بالاترین میزان این ترکیب‌ها (۵۲۴/۷ میلی گرم) مربوط به ماکروویو توان ۹۰۰ وات بود. البته میزان ترکیب‌های فنلی در تیمارهای نمونه تر و دمای محیط نیز به میزان بالایی وجود داشت (به ترتیب ۴۰۷/۱ و ۳۶۶/۸ میلی گرم). در تیمارهای آون بالاترین میزان (۱۷۵/۹ میلی گرم) مربوط به تیمار آون



دماهای آون، توان‌های مختلف ماکروویو، ترکیب ماکروویو و دمای محیط و نمونه تر

شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف بر میزان اسانس گیاه دارویی ترخون توده مشهد



دماهای آون، توان های مختلف ماکروویو، ترکیب ماکروویو و دمای محیط و نمونه تر

شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف بر میزان اسانس گیاه دارویی ترخون توده نیشابور

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر روشهای مختلف خشک کردن بر میزان پلی فنولها

(میلی گرم گالیک اسید بر گرم نمونه خشک) در دو توده ترخون

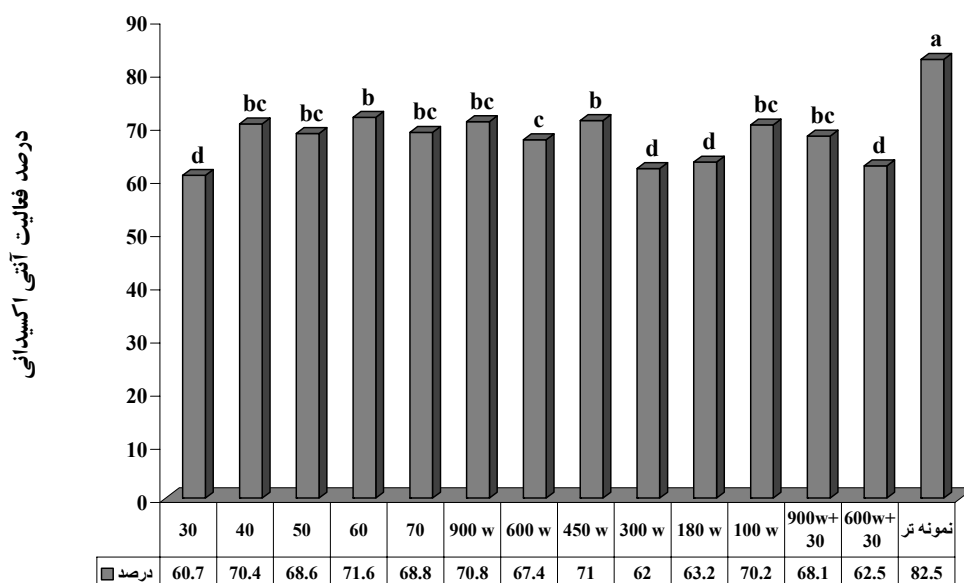
آزمایش دوم	آزمایش اول	تیمارها	
توده نیشابور	توده مشهد		
۳۶۶/۸ b	۸۷/۸ de	دمای محیط (۳۰ °C)	دمای محیط و دماهای آون
۱۶۳/۳ fgh	۷۰/۷ ef	۴۰	
۱۵۳/۳ h	۶۰/۸ f	۵۰	
۱۵۷/۳ gh	۶۶/۸ ef	۶۰	
۱۷۵/۹ efgh	۱۰۶/۹ cd	۷۰	
۵۲۴/۷ a	۱۳۳/۸ b	۹۰۰ W	توان های مختلف ماکروویو
۲۰۷/۸ def	۱۶۵ a	۶۰۰ W	
۱۷۹/۶ efgh	۹۴/۶ d	۴۵۰ W	
۲۰۲/۵ defg	۹۹/۶ d	۳۰۰ W	
۱۰۵/۹ i	۹۵/۲ d	۱۸۰ W	
۲۱۹/۸ de	۶۵/۸ f	۱۰۰ W	
۲۳۸ d	۸۷/۲ de	۹۰۰ وات+ دمای محیط	نمونه تر و تیمارهای ترکیبی ماکروویو و دمای محیط
۲۸۰/۹ c	۱۲۱/۴ bc	۶۰۰ وات+ دمای محیط	
۴۰۷/۱ b	۱۳۴/۲ b	نمونه تر	

*: داده های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۵ می باشند.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

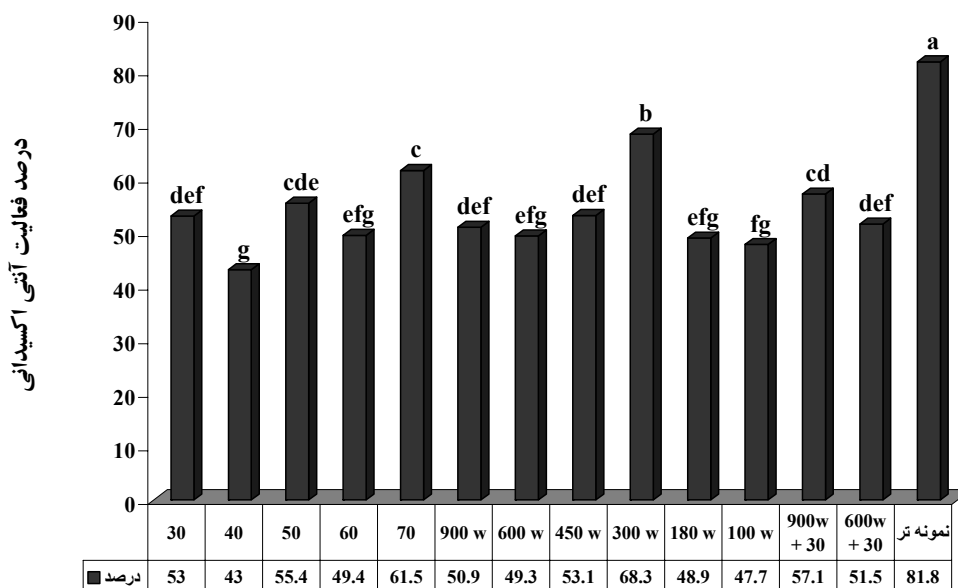
نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، حکایت از تأثیر معنی‌دار روش خشک کردن بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه ترخون در هر دو آزمایش داشت. در هر دو توده مشهد و نیشابور بالاترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی (به ترتیب ۸۲/۵٪ و ۸۱/۸٪) مربوط به نمونه تر بود. در توده مشهد، تیمارهای دمایی آون دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی بودند. البته بین دماهای ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی با تیمار دمای محیط تفاوت معنی‌داری داشتند. ولی در تیمارهای ماکروویو، بالاترین میزان (۷۱٪) مربوط به توان ۴۵۰ وات

و کمترین میزان (۶۲/۵٪) مربوط به تیمار ترکیبی ماکروویو ۶۰۰ وات و دمای محیط بود (شکل ۵). در توده نیشابور، بین تیمارهای دمایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بالاترین میزان (۶۱/۵٪) مربوط به دمای ۷۰ و کمترین میزان (۴۳٪) مربوط به دمای ۴۰ درجه بود. در تیمارهای ماکروویو نیز بالاترین میزان (۶۸/۳٪) مربوط به توان ۳۰۰ وات ماکروویو و بین توان‌های دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۶). نتایج نشان‌دهنده بالاتر بودن میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی توده مشهد نسبت به توده نیشابور می‌باشد (۱/۲ برابر).



دماهای آون، توان‌های مختلف ماکروویو، ترکیب ماکروویو و دمای محیط و نمونه تر

شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه دارویی ترخون توده مشهد



دماهای آون، توان های مختلف ماکروویو، ترکیب ماکروویو و دمای محیط و نمونه تر

شکل ۶- اثر تیمارهای مختلف بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه دارویی ترخون توده نیشابور

بحث

دماهای ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۵ درجه آون، زمان خشک کردن را به ترتیب تا ۱۱۱، ۹۲، ۳۷ و ۳۱ برابر کاهش داد. اسانس ها و ترکیب های فنلی به عنوان بخش های مهم مواد مؤثره گیاهان دارویی می باشند که تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، شرایط رشد و عملیات پس از برداشت قرار می گیرند (امیدبیگی، ۱۳۸۴ الف؛ Saeedi & Omidbaigi, 2009؛ قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر تغییرات این مواد مؤثره توسط محققان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Nicoli et al., 1999؛ Toor & Ismail et al., 2004؛ Savage, 2006؛ Roy et al., 2007).

درصد اسانس در بیشتر گزارشهای خشک کردن تحت تأثیر روش و زمان خشک کردن قرار گرفته است. Sefidkon و همکاران (۲۰۰۶)، تأثیر روشهای مختلف خشک کردن (آفتاب، سایه، و آون دمای ۴۵ درجه

تلاش در کوتاه کردن فاصله زمانی خشک کردن و حذف رطوبت اضافی در گیاهان دارویی در حفظ مواد مؤثره و کیفیت گیاهان دارویی تأثیر بسزایی دارد (Azizi et al., 2009). استفاده از روشهای نوین مانند ماکروویو، امروزه برای طیف وسیعی از محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. در گیاهان دارویی نیز، تحقیقاتی در رابطه با استفاده از این روش انجام شده است که در همه این روشها، استفاده از ماکروویو به طور مؤثری زمان خشک کردن را کاهش داده است (امیدبیگی، ۱۳۸۴ ب؛ Azizi et al., 2009؛ غنی و عزیزی، ۱۳۸۸؛ رحمتی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج تحقیقات Parker (۱۹۹۹) نشان داد که خشک کردن برگ های جعفری (Petroselinum crispum) تا رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱ بر پایه وزن خشک توسط ماکروویو (توان ۹۰۰ وات) در مقایسه با

بهترین روشهای خشک کردن این گیاه برای رسیدن به حداکثر میزان اسانس بیان می‌شود. همچنین در این تحقیق بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای ماکروویو، احتمالاً به دلیل کوتاه‌تر شدن زمان خشک شدن نمونه‌های گیاهی باشد.

Que و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که افزایش در دمای خشک کردن تأثیر مهمی بر میزان ترکیب‌های فنلی دارد. بنابر نظر آنها تشکیل ترکیب‌های فنلی در دمای بالا (۹۰ درجه سانتی‌گراد) ممکن است به دلیل در دسترس بودن پیش‌سازهای ترکیب‌های فنلی همراه با تبادلات غیرآنزیمی بین این مولکول‌ها باشد. افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی به دنبال تیمار دمایی، به آزاد شدن پیوند ترکیب‌های فنلی به وسیله از هم پاشیدگی اجزای سلولی و تشکیل ترکیب‌های جدید با خواص آنتی‌اکسیدانی بالا نسبت داده می‌شود (Dewanto *et al.*, 2002a؛ Dewanto *et al.*, 2002b؛ Tomaino *et al.*, 2005). همچنین از طرف دیگر، کاهش در خواص آنتی‌اکسیدانی و میزان ترکیب‌های فنلی نمونه‌های گیاهی تحت تیمارهای گرمایی در مورد برخی گیاهان به‌ویژه سبزیجات گزارش شده است که اغلب به کاهش آنزیم‌ها نسبت داده شده است (Ismail *et al.*, 2004؛ Toor & Savage, 2006؛ Roy *et al.*, 2007؛ Larrauli *et al.*, 1997؛ Lim & Murtijaya, 2007).

Chan و همکاران (۲۰۰۹) اثر روشهای مختلف خشک کردن توسط ماکروویو (۸۰۰ وات)، آون (۵۰ درجه سانتی‌گراد) و آفتاب را بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و میزان مواد فنولی برگ ۴ گیاه از خانواده زنجبیل (*Etingera Alpinia zerumbet*) و *Curcuma longa* (*Kaempferia galanga*)

سانتی‌گراد) را بر کمیت و کیفیت اسانس مرزه تابستانه (*Satureja hortensis*) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان اسانس (۱/۰۶، ۰/۹۴ و ۰/۸۷ درصد) به ترتیب مربوط به روشهای آون، سایه و آفتاب بود. Ahmadi و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود در رابطه با اثر روشهای مختلف خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) نشان دادند که اسانس حاصل از گلبرگ‌های خشک شده در سایه نسبت به اسانس حاصل از دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد آون و روش آفتاب از لحاظ میزان اسانس دارای تفاوت معنی‌داری نبود، ولی این روش (روش خشک کردن در سایه) میزان سیترونلول و ژرانیول بالاتری داشت و دارای درصد ترکیب‌های مومی و سنگین کاهنده‌ی کیفیت اسانس کمتری بود. اثر خشک کردن طبیعی و خشک کردن در درجه حرارت‌های ۳۰، ۵۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد در ۵ دوره زمانی (صفر، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸ ساعت) بر مقدار آرتیمیزین در برگ‌های گیاه عطر مازندران (*Artemisia annua* L.) بررسی شد و نتایج نشان داد که مقادیر آرتیمیزین هنگامی که گیاهان در شرایط محیطی طبیعی خشک شدند، در مقایسه با خشک شدن با درجه حرارت‌های متفاوت به‌استثنای هنگامی که در ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای کوتاه‌ترین دوره خشک شدند، به بهترین شکل حفظ شد (Charles *et al.*, 1993). در تحقیق حاضر نیز بالاترین میزان اسانس مربوط به نمونه تر بود ولی از آنجا که به علت میزان بالای رطوبت بافت‌ها و حجم بالای نمونه گیاهی از نظر زمانی و اقتصادی اسانس‌گیری مقرون به صرفه نمی‌باشد، تیمارهای دمایی محیط (در صورت عدم وجود محدودیت زمانی) و ماکروویو (در صورت وجود محدودیت زمانی) به‌عنوان

۹۰۰ بهترین نتیجه را داشتند، توصیه می‌شود در صورتی که شرایط برای خشک کردن در مدت زمان طولانی‌تری فراهم باشد و محدودیت زمانی و مکانی وجود نداشته نباشد از روش خشک کردن دمای محیط و در صورت محدودیت زمانی و مکانی از روش خشک کردن با ماکروویو توان ۹۰۰ استفاده گردد. البته با توجه به اینکه حجم نمونه‌های استفاده شده در این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی بوده است، بنابراین برای خشک کردن وسیعتر لحاظ میزان نمونه گیاهی، درصد رطوبت و مدت زمان خشک کردن الزامی می‌باشد. نکته قابل اشاره دیگر، استفاده از تیمارهای ترکیبی می‌باشد که در اینجا به صورت محدود مورد استفاده قرار گرفتند و نتایج آن متوسط ارزیابی شد؛ در تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌گردد روشهای ترکیبی ماکروویو و دمای محیط، ماکروویو و آون و ماکروویو و دمای محیط بیشتر مورد بررسی قرار گیرند، زیرا با استفاده از این روشها می‌توان به راحتی میزان رطوبت اولیه گیاهی را در مدت زمان کوتاهی کاهش داد و بعد برای خشک کردن کامل در دمای محیط یا دمای آون قرار داد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی مصوب ۳۶۶ پ مورخ ۸۸/۹/۱۶ معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی است. بدین وسیله از مدیران محترم، معاونت پژوهشی دانشکده و معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی، بدلیل تأمین اعتبار این طرح تشکر می‌شود.

مورد بررسی قرار دادند و شاهد کاهش شدید این ترکیبها در نمونه‌های خشک شده در مقایسه با نمونه برگ تازه شدند ولی به‌طور کلی بیشترین میزان کاهش این ترکیبها مربوط به تیمار آفتاب و کمترین کاهش مربوط به تیمار ماکروویو بود. آنها کوتاه بودن زمان خشک شدن را علت حفظ ترکیبهای آنتی‌اکسیدانی در این گیاهان ذکر کردند. از طرف دیگر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اثر خشک کردن در گیاهان گوجه‌فرنگی، ذرت شیرین (Dewanto et al., 2002a)؛ قارچ دارویی شی‌تاکه (Dewanto et al., 2002b)، ریشه گیاه جین‌سینگ (*Panax ginseng*) (Kang et al., 2006) گزارش شده است. همچنین در برخی موارد، فرایند خشک کردن باعث افزایش میزان اسانس بعضی از گیاهان دارویی شده است. چنین فرایندی در برگ درخت چای (*Melaleuca alternifolia*) وجود دارد. در این گیاه افزایش اسانس پس از برداشت در نتیجه تغییر مقدار رطوبت نیست، بلکه به دلیل تجمع اسانس بعد از برداشت و در جریان خشک کردن آن است. چنین فرایندی در اسانس گونه‌ای اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) و گل بابونه رومی (*Anthemis nobilis* var. *flora plena*) (امیدبگی، ۱۳۸۴ الف؛ Omidbaigi et al., 2004) و گیاه پونه نیز (*Mentha longifolia*) (Asekun et al., 2007) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه از نظر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در بیشتر موارد دمای محیط و ماکروویو با توان

منابع مورد استفاده

- Journal of Food Process Engineering, 17(3): 353-363.
- Brovelli, E.A., Li, Y. and Chui, K., 2003. Image analysis reflects drying conditions of *Echinacea purpurea* Herb. Journal of Herb Spices and Medicinal Plants, 10(2):19-24.
 - Chan, E.W.C., Lim, Y.Y., Wong, S.K., Lim, K.K., Tan, S.P., Lianto, F.S. and Yong, M.Y., 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. Food Chemistry, 113: 166-172.
 - Charles, D.J., Simon, J.E. Shock, C.C., Feibert, E.B.G. and Smith, R.M., 1993. Effect of water stress and post-harvest handling of artemisinin content in the leaves of *Artemisia annua* L.: 628-631. In: Janick, J. and Simon, J.E., (Eds.). New Crops. Wiley New York, 710p.
 - Choi, Y., Lee, S.M., Chun, J., Lee, H.B. and Lee, J., 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chemistry, 99(2): 381-387.
 - Dewanto, V., Wu, X.Z., Adom, K.K. and Liu, R.H., 2002a. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(10): 3010-3014.
 - Dewanto, V., Wu, X.Z. and Liu, R.H. 2002b. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(17): 4959-4964.
 - Diaz, G.R., Martinez-Monzo, J., Fito, P. and Chiralt, A., 2003. Modeling of dehydrating and rehydrating of orange slices in combined microwave/air drying. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 4(2): 203-209.
 - Drouzas, E., Tsami, E. and Saravacos, G.D., 1999. Microwave/vacuum drying of model fruit gels. Journal of Food Engineering, 39(2): 117-122.
 - Feng, H., 2002. Analysis of microwave assisted fluidized-bed drying of particulate product with a simplified heat and mass transfer model. International Communications in Heat and Mass Transfer, 29(8): 1021-1028.
 - Heindl, A. and Müller, J., 2002. Mikrowellenunterstützte Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 7(4): 208-225.
 - Ismail, A., Marjan, Z.M. and Foong, C.W., 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. Food Chemistry, 87(4): 581-586.
 - Kang, K.S., Kim, H.Y., Pyo, J.S. and Yokozawa, T., 2006. Increase in the free radical scavenging activity of ginseng by heat-processing. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 29(4): 750-754.
 - امیدبگی، ر.، ۱۳۸۴ الف. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات به نشر، مشهد، ۳۴۷ صفحه.
 - امیدبگی، ر.، ۱۳۸۴ ب. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد دوم). انتشارات به نشر، مشهد، ۴۳۸ صفحه.
 - رحمتی، م.، عزیزی، م.، عبادی، م.ت. و حسن‌زاده خیاط، م.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر سرعت کاهش وزن، میزان اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه رقم دیپلوئید جرمانیا. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹-۳۷: (۱)۲۴.
 - غنی، ع. و عزیزی، م.، ۱۳۸۸. بررسی اثر روشهای مختلف خشک کردن بر خصوصیات ظاهری و میزان اسانس پنج گونه بومادران (*Achillea*). تولیدات گیاهی علمی کشاورزی، ۳۲: ۱-۱۲.
 - قربانی، ا.، بخشی، د.، حاج‌تجاری، ح.، قاسم‌نژاد، م. و تقی‌دوست، پ.، ۱۳۸۹. ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی ارقام ایرانی و وارداتی سیب در منطقه کرج. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹-۳۷: (۱)۲۴: ۸۳-۹۰.
 - Ahmadi, K., Sefidkon, F. and Assareh, M.H., 2008. The effects of different drying methods on essential oil content and composition of three genotypes of *Rosa damascena* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(2): 162-176.
 - Arabhosseini, A., Huisman, W., van Boxtel, A. and Muller, J., 2007. Long term effects of drying conditions on the essential oil and color of tarragon leaves during storage. Journal of Food Engineering, 79(2): 561-566.
 - Arsalan, D. and Ozcan, M.M., 2008. Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. Energy Conversion and Management Journal, 49(5): 1258-1264.
 - Asekun, O.T., Grierson, D.S. and Afolayan, A.J., 2007. Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. Capensis. Food Chemistry, 101(3): 995-998.
 - Azizi, M., Rahmati, M., Ebadi, 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.
 - Bouraoui, M., Richard, P. and Durance, T., 1994. Microwave and convective drying of potato slices.

- the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(7): 1195-1201.
- Riva, M., Schirarldi, A. and Di Cesare, L., 1991. Drying of *Agaricus bisporus* mushrooms by microwave/hot air combination. *Lebensmittel-wissenschaft und technologie*, 24(6): 479-483.
 - Roy, M.K., Takenaka, M., Isobe, S. and Tsushida, T., 2007. Antioxidant potential, antiproliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effects of thermal treatment. *Food Chemistry*, 103: 106-114.
 - Saeedi, K.A. and 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(2): 203-215.
 - Sefidkon, F., Abbasi, Kh. and Bakhshi Khaniki, G.B., 2006. Influence of drying and extraction method on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. *Food Chemistry*, 99: 19-23.
 - Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A., 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89(4): 549-554.
 - Toor, R.K. and Savage, G.P. 2006. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*, 94: 90-97.
 - Tulasidas, T.N., Raghavan, G.S.V. and Norris, E.R., 1993. Microwave and convective drying of grapes. *Transactions of the ASAE*, 36(6): 1861-1865.
 - Venskutonis, P.R., 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*, 52(2): 219-277.
 - Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R., 2007. Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105(3): 940-949.
 - Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno, T. and Yamasaki, Y., 2009. Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chemistry*, 113(4): 964-969.
 - Larrauri, J.A., Ruperez, P. and Saura-Calixto, F., 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4): 1390-1393.
 - Lim, Y.Y. and Murtijaya, J., 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. *LWT-Food Science and Technology*, 40(9): 1664-1669.
 - Martinov, M., Oztekin, S. and Muller, J., 2007. *Medicinal and Aromatic Crops, Harvesting, Drying, and Processing*. CRC Press, 320p.
 - Nicoli, M. C., Anese, M. and Parpinel, M., 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 94-100.
 - Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S. and Altundag, S., 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*, 112(4): 874-879.
 - Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Kazemi, F., 2004. Influence of drying methods on the essential oil content and composition of Roman chamomile. *Flavour and Fragrance Journal*, 19(3): 196-198.
 - Parker, J.C., 1999. *Developing an Herb and Spice Industry in Callide Valley, Queensland*. The Rural Industries Research and Development Corporation, 66p.
 - Podsedek, A., 2007. Natural antioxidant and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 1-11.
 - Prohbanjan, D.G., Ramaswamy, H.S. and Raghavan, G.S.V., 1995. Microwave assisted convective air drying of thin layer carrots. *Journal of Food Engineering*, 25(2): 283-293.
 - Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T., 2008. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on

Effects of different drying methods on drying time and some active substances of two populations of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.)

P. Rezvani Moghaddam^{1*}, A. Ghani², M. Rahmat² and S. Mohtashami³

1*- Corresponding author, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
E-mail: rezvani@um.ac.ir

2- Ph.D. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- MSc. Student, University College of Agriculture and Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran

Received: April 2011

Revised: October 2011

Accepted: December 2011

Abstract

In order to study the effects of different drying methods including oven, microwave and ambient (shade condition) on drying time, essential oil content, antioxidant activity and phenol compound of two populations of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.), two separate experiments were carried out on two populations (Mashhad and Nishabur). The experiment was performed in a completely randomized design with three replications and 13 drying treatments (oven temperatures: 40, 50, 60 and 70 °C, six microwave powers: 100, 180, 300, 450, 600 and 900 w, shade drying and combination of drying with microwave (600 and 900 w) and shade drying). In addition, a comparison was performed between fresh sample and the mentioned treatments. Results showed that moisture content and measured active substances were different between studied populations. In both experiments, the longest drying time (about 30 hours and 32 h for Mashhad and Nishabur population, respectively) and the shortest drying time (about 5 minutes) was obtained at ambient temperature and 900 w microwave power treatments, respectively. In both experiments, the highest essential oil content (2.27 and 3.2% for Mashhad and Nishabur population, respectively) was obtained from fresh samples and then ambient temperature and microwave 900 w treatments. Essential oil content was decreased by increasing drying temperature. Essential oil content was in an average in all combination treatments. The highest antioxidant activity (82.5 and 81.8% in Mashhad and Nishabur population, respectively) was obtained by fresh samples while the lowest amount was obtained for Mashhad (60.7%) and Nishabur (53%) populations in ambient temperature and in 40°C oven dry, respectively. Maximum phenol compound was recorded for Mashhad population (165 mg GA/g DW) in 600 w microwave power and Nishabur population (524/7 mg GA/g DW) in 900 w microwave power, respectively.

Key words: Anti oxidant, essential oil, polyphenols, microwave.