فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، شماره پیاپی ۳، سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲ / صفحات: ۲۱-۱۰

مطالعه اثر دمای خشک کردن بر برخی از خصوصیات فیتوشیمیایی برگ کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.)

عظیم قاسم‌نژاد[۱]، امین‌اله باقری‌فرد*[۲]، علی اصغری[۳]

[۱]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۳] استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر دمای خشک کردن بر برخی خصوصیات کیفی برگ گیاه دارویی کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و پنج تیمار دمایی ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان انجام شد. از نمونه‌های خشک شده در سایه به‌عنوان شاهد استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان فنل در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در مقابل در نمونه‌های خشک شده در دمای ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد غلظت فنل به شدت کاهش یافت. بیشترین میزان فلاونوئید (۵/۱۵ میلی‌گرم بر گرم)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۴۴/۶۷درصد) و همچنین اسیدکافئیک برگ (۴/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در نمونه‌های خشک شده در سایه مشاهده شد. بر خلاف فنل کل سایر ترکیبات فنل‌دار از جمله فلاونوئید، اسیدکافئیک و اسیدکلرژنیک در بین تیمارهای دماهایی، دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان تجمع را داشتند. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های خشک شده در سایه مشاهده شد. در بین تیمارهای دمایی با دستگاه خشک کن، با افزایش دمای خشک کردن، میزان عملکرد آنتی‌اکسیدان افزوده شد که نشان‌دهنده تغییر ترکیبات فنلی ساده به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است. با این وجود، در بین تیمارهای دمایی با دستگاه خشک کن کیفی‌ترین حالت از نقطه نظر غلظت اغلب ترکیبات موثر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. لذا پیشنهاد می‌شود در صورت ایجاد ضرورت برای خشک کردن مصنوعی نمونه‌های برگی، به ویژه در مناطق مرطوب، از دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شود.

واژگان کلیدی: اسید کافئیک، اسید کلروژنیک، دمای خشک کردن، فنل، کنگر فرنگی

*نویسنده مسئول: aminbagherifard@yahoo.com

مقدمه

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری محصولات کشاورزی بعد از برداشت است. این فرایند شامل حذف رطوبت تا حد مجاز است تا از طریق کاهش و متوقف کردن فعالیت‌های آنزیمی، میکروارگانیسم‌ها و مخمرها امکان ذخیره طولانی مدت محصول را فراهم نمود. روش خشک کردن به میزان و نوع رطوبت موجود در اندام گیاه، از نظر پیوند شیمیایی بستگی دارد (Soysal and Oztekin, 2001). خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که با توجه به نوع مواد موثره گیاهی (آلکالوئید، اسانس، فلاونوئید و...) شرایط متفاوتی دارد. معمولاً اندام‌های تازه برداشت شده رطوبت بالایی (بین ۸۰-۶۰ درصد) داشته و برای حمله قارچ‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌ها بسیار مناسب می‌باشند. اغلب با کاهش رطوبت به ۱۴-۱۰ درصد امکان انبارداری طولانی مدت فراهم می‌شود (امید بیگی ۱۳۸٤). خشک کردن طبیعی و خشک کردن با جریان هوای گرم به دلیل در برداشتن هزینه‌های کمتر، از مهمترین روش‌های متداول محسوب می‌شوند. خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) به غیر از ارزان بودن معایب زیادی دارد، برای مثال، عدم امکان جابجایی مقادیر زیاد ماده گیاهی و دستیابی به استانداردهای ثابت کیفیت (Soysal and Oztekin, 2001). در مقابل خشک کردن با خشک کن به دلیل کاهش فرایند خشک کردن و کاهش تلفات مورد توجه است. محتوای رطوبتی نهایی گیاهان دارویی برای انبار داری مناسب اغلب ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. البته باید در نظر داشت کاهش بیش از حد رطوبت منجر به کاهش کیفیت و کمیت محصول نهایی شده بعلاوه هزینه خشک کردن نیز افزایش می‌یابد (Caceres , 2000). گیاه *Cynara scolymus* L. گیاهی است چند ساله، حساس به سرما، با طول عمر متوسط ٤ سال که ارتفاع آن به ۲ متر می‌رسد (Dermarderosian, 2001). کنگر فرنگی به دلیل داشتن ترکیبات پلی فنلی مثل اسید کافئیک و مشتقات آن نظیر اسید کلروجنیک، سینارین و سیناروزین و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، در صنایع غذایی و داروسازی اهمیت دارد. مطالعات نشان می‌دهد که کنگر فرنگی و ترکیبات شیمیایی آن منبع قوی از ترکیبات پلی فنلی است (Melilli et al., 2007). برگ‌های خشک کنگرفرنگی دارای ۹ تا ۱۱ درصد آب و ۱۲ تا ۱۵ درصد مواد معدنی بوده و غنی از نمک‌های پتاسیم و منیزیم می‌باشد. بسیاری از ترکیبات فنلی، فلاوونوئیدی و اسیدی در کنگرفرنگی یافت شده است (Graifenberg et al., 1995). سینارین موجود در این گیاه به عنوان برطرف کننده زردی معرفی شده است (Gebhardt, 1998). (Zubaira et al., 2011) با مطالعه دماهای مختلف خشک آون (۳۰، ٤۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) روی محتوای فنلی برگ بارهنگ دریافتند که دمای خشک کردن بر محتوای فنلی تفاوت معنی‌داری داشته است، و فنل کل با افزایش دما روند کاهشی داشت. همچنین نشان داده شده است که افزایش دمای خشک کردن در گیاه بارهنگ غلظت ترکیبات زیستی را به شدت کاهش داد (Tamura and Nishibe, 2002).بررسی اثر دماهای مختلف خشک (۵۰و٦۰ درجه سانتی‌گراد) روی کیفیت و خواص میکروساختاری فلفل دلمه‌ای نشان داد که افزایش دما از ۵۰ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش معنی‌دار اسید اسکوربیک شده است (Vega-Ga´lvez et al., 2008; Monica et al., 2009) با بررسی اثر دماهای مختلف (۵۵ و ۷۵ درجه سانتی‌گراد) بر مواد پلی فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی در دو رقم زردآلو دریافتند که افزایش دما باعث کاهش اسیدآسکوربیک، اپی کاتچین، کوئرستین، روتین، کلروژنیک و نئوکلروژنیک می‌شود ولی با

افزایش دما افزایش در ظرفیت آنتی اکسیدانی مشاهده گردید. در تحقیقات مشابه دیگر روی گیاهان مختلف اثر دما در تغییر ترکیبات ثانویه بـه خـوبی نشـان داده شده است (Bushbeck et al., 1967; Shalaby et al., 1995; Parker, 1999; Rushing et al., 2003). رحمتـی و همکـاران (۱۳۸۹) دریافتنـد کـه بـین روش‌های مختلف خشک کـردن و مـدت زمـان لازم برای خشک کردن میزان اسـانس و درصـد کامـازولن گیاه بابونه رابطه معنی‌داری وجود دارد به‌طوری که در روش میکروویو و آون در مقایسـه بـا روش طبیعـی، مدت زمان لازم برای خشک کـردن گـل‌هـای بابونـه به‌صورت معنی‌داری کاهش و سرعت خشک کردن را افزایش می‌دهـد از نظـر درصـد اسـانس و کامـازولن تولیدی خشک کردن در سـایه بیشـترین میـزان را در برداشت. در اغلب مطالعات صـورت گرفتـه افـزایش فعالیت آنتی اکسیدانی بـا فـزایش دمـا گـزارش شـده است (Jose et al., 1998؛María Elena et al., 2012). بنابراین بر اساس بررسی منابع مختلف و همچنین نیاز به اطلاع رسانی صحیح در زمینه فرایند صحیح پس از برداشت گیاهان دارویی بطور اعم و کنگر فرنگـی بـه شکل اخص تحقیق حاضر طراحی و اجرا گردید تا اثر متغییر دما بر شاخص‌های کیفی بـرگ کنگـر فرنگـی مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دمای خشک کردن بر خصوصیات بیوشیمیایی برگ کنگر فرنگی آزمایشی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان در تابستان ۱۳۹۱ اجرا شد. نمونه برگ بالغ (طول برگ ۱ متر) کنگرفرنگی در مردادماه از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان برداشت شد. نمونه‌های برگ جمع‌آوری شده با دستگاه خشک کن (مدل لایه نازک) طراحی شده در گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی در دماهای مختلف خشک شد.. در این دستگاه سرعت جریان هوا از صفر تا یک متر بر ثانیه قابل تنظیم و خشک شد. دمای هوا از دمای محیط تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد و دقت وزن کردن نمونه‌ها تا یک دهم گرم قابل تنظیم است. نمونه‌ها در پنج تیمار دمایی مختلف (دماهای ٤٠، ٥٠، ٦٠، ٧٠، ٨٠ درجه سانتی‌گراد) و شرایط آزمایشگاه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (به‌عنوان شاهد) خشک شدند. در تحقیق حاضر تنها از پهنک برگ به‌عنوان نمونه گیاهی استفاده شد. عمل خشک کردن نمونه‌ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ثابت برسد ادامه یافته نمونه برگی شاهد در محیط آزمایشگاه و در دمای طبیعی در سایه خشک شد. به‌منظور تهیه عصاره متانولی ابتدا نمونه‌های برگی با آسیاب برقی به خوبی پودر شدند. نمونه‌های پودر شده از الک شماره ۱۸ گذرانده شدند. نمونه‌های الک شده توزین شده و مقدار ۱ گرم از هر نمونه به ارلن ۵۰ میلی‌لیتری انتقال و با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد مخلوط شد (نسبت ۱به ۱۰). پس از ٢٤ ساعت عصاره متانولی حاوی نمونه با کاغذ صافی صاف شده و متانول در دستگاه روتاری اواپوراتور از نمونه جدا شد.برای اندازه‌گیری فنل ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی (١٦٠ میلی‌گرم عصاره حل شده در ۵۰ میلی‌لیتر متانول) با ۵ میلی‌لیتر فولین سیوکالتیو (۱ به ۱۰ رقیق شده با آب مقطر) مخلوط شده، سپس ٤ میلی‌لیتر کربنات سدیم یک مولار (١٠/٦ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به نمونه اضافه شد. کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر با ترکیب متانول، فولین سی کالتیو و کربنات سدیم انجام شد. محلول فوق ۱۵ دقیقه در تاریکی نگه داشته شده و سپس در طول موج ٧٦٠ نانومتر قرائت شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های متفاوت گالیک اسید استفاده گردید (McDonald et al., 2001). به‌منظور اندازه‌گیری محتوی فلاونوئید کل

۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومنیوم کلرید ۱۰ درصد در اتانول (۱۰ گرم آلومنیوم کلرید در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول و آب مقطر)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار (۲/۴۱ گرم در ۱۰ سی‌سی آب مقطر) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد (Chang et al., 2002). برای تهیه شاهد به جای عصاره متانولی، تنها از متانول خالص استفاده شد. مخلوط نمونه نیم ساعت در تاریکی نگه داشته شده و سپس بلافاصله در طول موج ٤١٥ نانومتر قرائت شد. غلظت‌های مختلف از استاندارد کوئرستین ساخته شده و بعد از خوانده شدن عدد جذب، منحنی استاندارد رسم شد. از معادله خط بدست آمده از منحنی استاندارد جهت تعیین غلظت فلاونوئید کل استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش DPPH استفاده شد. به ۱ میلی‌لیتر از عصاره مورد مطالعه ۱ میلی‌لیتر از معرف DPPH(٤ میلی‌گرم رادیکال در ۱۰۰ سی‌سی متانول) اضافه و مخلوط شد. نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شده سپس در طول موج ٥١٧ نانومتر قرائت شد. اعداد به‌دست آمده از جذب نمونه با استفاده از رابطه زیر به درصد مهار تبدیل شد.

(۱) $R\%=Ac-AS/Ac\times100$ درصد مهار رادیکال آزاد Ac: عدد شاهد، As: عدد نمونه (Shimada et al., 1992). به‌منظور تعیین نوع ترکیبات فنلی موجود در عصاره با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، نیم گرم پودر نمونه خشک با دقت هزارم وزن شده و در ٥ میلی‌لیتر متانول خالص (۱:۱۰) در هاون سرد همگن شد. پس از ۱۰ دقیقه در شرایط التراسوند و تاریکی نمونه به‌مدت ۱۲ ساعت روی شیکر قرار داده شده و۱۰ دقیقه در ۳۵۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. بخش فوقانی محلول بعد از گذشتن از فیلتر سرنگی (٠/٤٥ میکرومتر)، جهت تزریق به دستگاه HPLC در ظروف مخصوص HPLC جمع‌آوری شد. برای انجام تحقیق از دستگاه مرک-هیتاچی ال-۷۱۰۰ مجهز به دتکتور دیود اری هیتاچی ال-٢٤٥٠، آون هیتاچی ال-۲۳۰۰ و ستون آر پی-۱۸ با ابعاد ٤/٦×٢٥٠ میلی‌متر استفاده شد. فاز متحرک شامل یک میلی‌لیتر اسیداستیک، ۸۹ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰ میلی‌لیتر استونیتریل با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه و دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد بود. با مقایسه زمان تأخیر و سطح زیر منحنی نمونه با نمونه‌های استاندارد، میزان اسیدکافئیک و اسیدکلروجنیک تعیین و در نهایت بر اساس میلی‌گرم بر گرم وزن خشک نمونه بیان گردید. (Trajtemberg et al., 2006; Santos-games et al., 2003). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزاری SAS تجزیه و تحلیل آماری شدند. برای بررسی نتایج و مقایسه میانگین از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه ANOVA استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از این آزمایش به‌صورت طرح فاکتوریل بر پایه کاملا تصادفی صورت گرفت.

نتایج

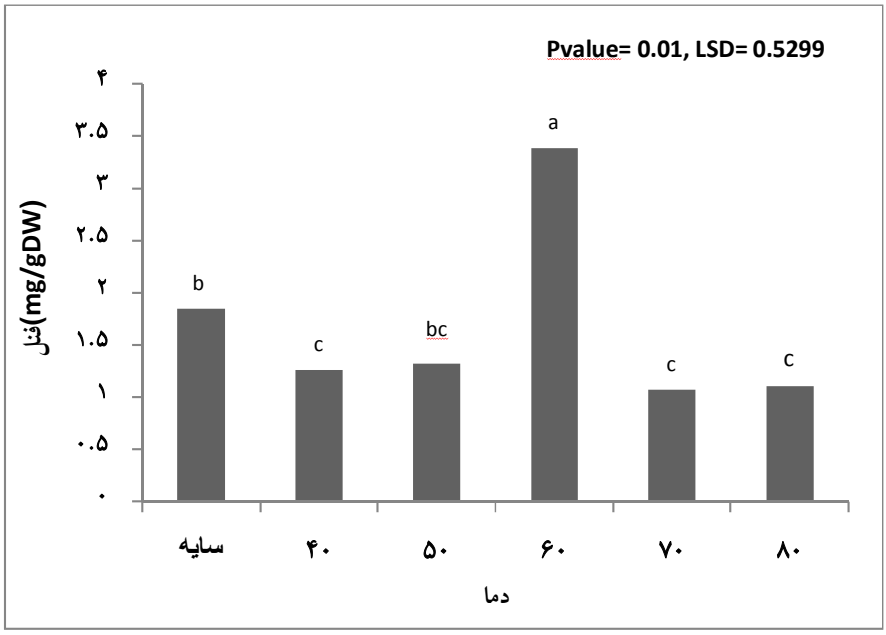
همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تمامی صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر روش خشک کردن قرار گرفتند ($P<0/01$). تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده برای میزان فنل برگ کنگر فرنگی خشک شده تحت شرایط دماهای مختلف خشک نشان داد که درجه حرارت خشک کردن اثر معنی‌داری ($P<0/01$). بر میزان فنل داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها که توسط آزمون LSD در سطح ٥ درصد انجام شده، در جدول ۱ مشاهده می‌شود. با توجه به شکل ۱ میزان فنل برگ‌های خشک شده با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان (۳/۳۸۸ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین میزان (۱/۰٦۹ میلی‌گرم

بر گرم) در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید البته در دماهای ٤٠، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تأثیر درجه حرارت خشک کردن بر میزان فلاونوئید برگ کنگر فرنگی معنی دار بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱). همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان فلاونوئید (۵/۱۵۵ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار خشک کردن در سایه حاصل شد. کمترین میزان (۳/۲٦۳ میلی گرم بر گرم) در تیمار ٦۰ درجه سانتی‌گراد بود. البته در بین تیمارهای دمایی با دستگاه خشک کن دماهای ٤٠ و ۵۰ درجه بیشترین میزان فلاونوئید را به خود اختصاص دادند. تجزیه و تحلیل داده‌ها اثر معنی‌داری (P<۰/۰۱). را بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ کنگر فرنگی داشت (جدول ۱).

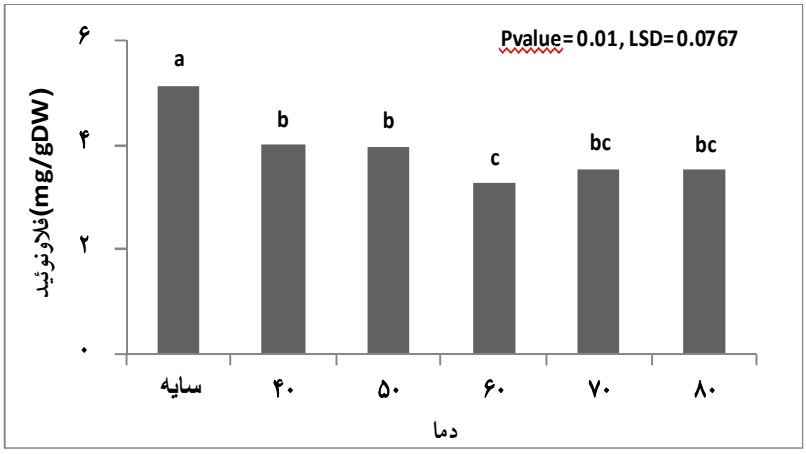
جدول ۱: تجزیه واریانس مقادیر فنول، فلاونوئید و آنتی اکسیدانت برگ کنگر فرنگی در روش های مختلف خشک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		فنول mg/g DW	فلاونوئید mg/g DW	فعالیت آنتی اکسیدانی(درصد)	اسید کلرجنیک mg/g DW	اسید کافئیک mg/kg DW
دما	۵	۲/۳٦٦**	۱/۳۵۵**	۳۲۵۰/٤٦۲**	۰/۱۳۰۳**	۰/۲۵۸۸**
خطا	۱۰	۰/۰۸٤	/۱۷۸	۱۸۷/٦۹۲	۰/۰۱۳٦	۰/۰۰۸
CV%		۱۷/٤۷۸	۱۰/۷۸۷	۱٦/۸۲۷	۳/٦۹۱	۰/۰۰۸

** : اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

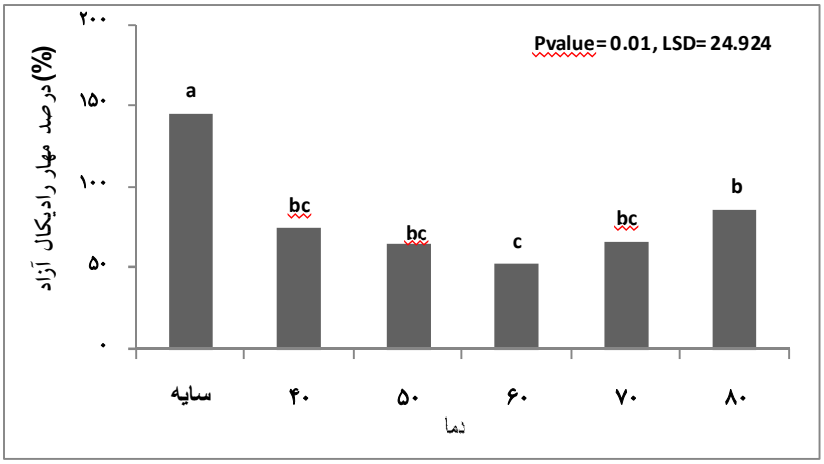


شکل ۱: اثر دما بر میزان فنل برگ کنگر فرنگی

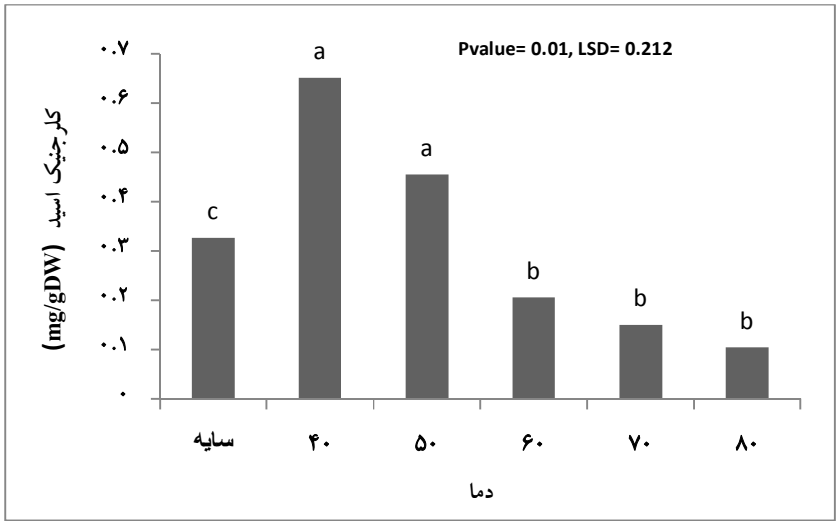


شکل ۲: اثر دما بر میزان فلاونوئید برگ کنگر فرنگی

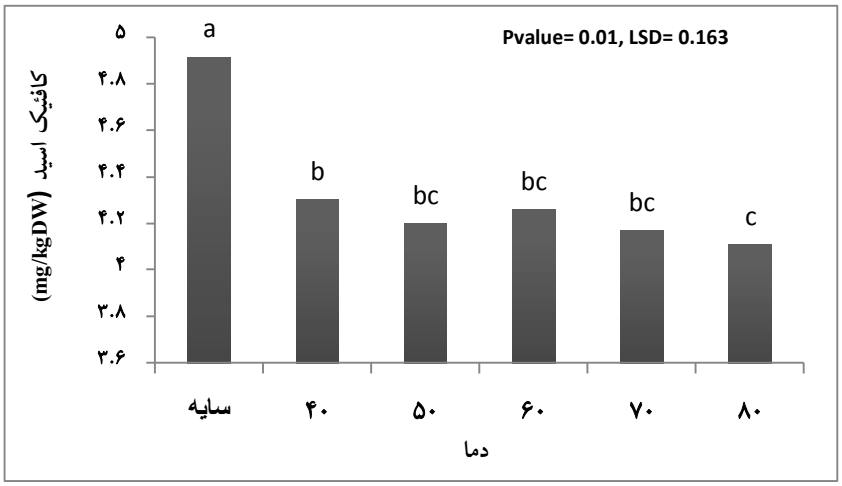
همانگونه که مشاهده می‌شود (شکل ۳) بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ کنگر فرنگی در تیمار خشک کردن در سایه حاصل شد و کمترین میزان آن در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. در بین تیمارهای دمایی با استفاده از دمای خشک کن بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دمای ٨٠ درجه مشاهده گردید. در شرایط دمایی ٤٠، ٥٠ و ٧٠ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری از نظر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نشد. البته در بین دماهای خشک با افزایش دما از ٦٠ درجه سانتی‌گراد افزایش معنی داری در فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد. همانگونه که از جدول تجزیه واریانس (١) مشاهده می‌شود، دمای خشک کردن میزان اسید کلرجنیک و کافئیک را به شکل معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (P<٠/٠١). با توجه به شکل ٤، بالاترین میزان اسیدکلرجنیک (٠/٦٢٥ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد و کمترین میزان (٠/١٠٤ میلی‌گرم بر گرم) در دمای ٨٠ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. بیشترین میزان اسیدکافئیک (٤/٩١٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در برگ‌های خشک شده در سایه حاصل شد و کمترین میزان (٤/١١ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در دمای ٨٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید و در بین تیمارهای دمایی با دستگاه خشک‌کن دمای ٤٠ درجه بیشترین میزان (٤/٣٠٢ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را به خود اختصاص داد. البته در بین دماهای ٥٠، ٦٠ و ٧٠ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٥).



شکل ۳: اثر دما بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ کنگر فرنگی



شکل ٤: اثر دما بر میزان اسید کلرجنیک برگ کنگر فرنگی



شکل ۵: اثر دما بر میزان اسید کافئیک برگ کنگر فرنگی

بحث

بر اساس نتایج در میان دماهای مورد استفاده بیشترین میزان فنل در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. افزایش فنل کل در نمونه های خشک شده در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد در بررسی‌ها دیگر نیز گزارش شده است (Takuya et al., 2009). با بررسی دماهای مختلف خشک کردن از٤٠ تا ١١٠ درجه سانتی‌گراد در توت سفید نشان دادند که بیشترین میزان فنل در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. در تحقیق دیگر در بررسی اثر دما بر ترکیبات پلی‌فنلی عصاره گوشت سیب نشان داده شد که از میان دماهای خشک مورد استفاده (از۵۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد) دمای ۵۰ بهترین نتیجه را داشت. اختلاف مقدار پلی‌فنل در دماهای مختلف خشک بیشتر به دلیل مدت زمان قرارگیری نمونه‌ها در معرض دما است (María Elena et al., 2012). افزایش ترکیبات فنلی در دمای محدوده ۵۰ و ٦٠ درجه سانتی‌گراد را می توان بیشتر به غیر فعال شدن آنزیم تجزیه کننده ترکیبات فنلی دانست. درگزارشی نشان داده شد در مقایسه با نمونه‌های آنزیم بری شده با نمونه‌های آنزیم بری نشده پوست گردو، میزان ترکیبات فنلی در نمونه‌های آنزیم بری شده بیشتر بوده

است. افزایش بیش از حد دما نه تنها باعث غیرفعال شدن پلی‌فنل‌اکسیدازها می‌شود، بلکه سبب تخریب ساختار ترکیبات پلی فنلی نیز می‌شود (رحیمی‌پناه و همکاران ۱۳۹۰). Lim و Murtijaya (۲۰۰۷) گزارش نمودند که دمای بالا به دلیل تخریب زنجیره‌های فنلی و همچنین دیواره‌های سلولی موجب رها شدن و از بین رفتن ترکیبات فنل دار می‌شود. در تحقیق حاضر بیشترین میزان فلاونوئید کل (۵/۱۵۵ میلی‌گرم در گرم) در نمونه‌هایی مشاهده شد که در شرایط سایه (آزمایشگاه) خشک شدند. نمونه‌های خشک شده در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر نمونه‌ها فلاونوئید کمتری داشتند. علی رغم غیر معنی‌دار بودن تغییرات فلاونوئید در سایر دماها، تغییرات این ترکیبات در دمای بالای ٦٠ نسبت به دماهای پایینتر روند کاهشی داشته است. در بررسی‌های انجام شده نشان داده شد که تغییرات فلاونوئید در دمای بالا نسبت به شاهد روند کاهشی داشت. با این وجود کاهش ملموس و معنی‌دار این ترکیب در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین دماهای کمتر از ٦٠ و بیشتر از ٦٠ را می‌توان به رابطه دما و زمان نسبت داد. در مقایسه با نمونه‌های خشک شده در سایه اثر تخریبی دما بر ترکیبات فلاونوئیدی با افزایش دما شروع شده، به‌طوری که بیشترین میزان کاهش فلاونوئید در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد انجام شد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان فلاونوئید نمونه‌های خشک شده در دماهای ٧٠ و ٨٠ با دمای ٤٠ و ٥٠ درجه سانتی‌گراد علی‌رغم اثر تخریبی بالای این دما با سرعت بیشتر زمان خشک شدن قابل توضیح است. در مورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اینکه این شاخص با افزایش دما، افزایش تدریجی یافت و با ایجاد وقفه در دمای متوسط مجدد در دمای بالاتر (٨٠ درجه سانتی‌گراد) نسبت به دماهای خشک شده با دستگاه روند افزایشی نشان داد. فرضیه مشخصی جهت تفسیر قابل بیان نیست. اگرچه افزایش درصد مهار رادیکال آزاد در نمونه‌های خشک شده در دمای بالا در تحقیقات دیگر محققین نیز گزارش شده است. به‌عنوان مثال نشان داده شد که افزایش دما از ٥٥ تا ٧٥ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زردآلو می‌شود (Monica et al., 2009). در تحقیق دیگری که روی سیب در دماهای مختلف (٥٠ تا ٨٠ درجه سانتی‌گراد) انجام گرفت، نشان داده شد که افزایش دما به بیش از ٦٠ درجه‌سانتی‌گراد سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها. به‌طوری که در دمای ٨٠ درجه بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده گردید (María Elena et al., 2012). اثر دما برظرفیت آنتی اکسیدانی پوست انگورهای سفید و سیاه نشان داد که با افزایش دما از ٨٠ تا ١٢٠ درجه سانتی‌گراد افزایش ملموسی در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره مشاهده شد (Jose et al., 1998). دماهای بالای خشک کردن باعث گسیختگی ساختار میتوکندری‌ها و سایر اندامک‌های درون سلولی، کاهش توانایی تولید RNA و پروتئین، کاهش تنفس، غیرفعال شدن آنزیم‌ها و تخریب ساختمان ریبوزمی می‌شود (Cherry & Skadsen, 1986). تخریب ساختار و تمامیت غشاء سلولی و غشاهای درون سلولی در اثر فعالیت اکسیداسیونی رادیکال‌های آزاد حاصل از اسیدهای چرب غیراشباع به‌عنوان عمده‌ترین عامل مخرب بر اثر دمای بالا شناخته شده است (Bewley & Black, 1994). علی‌رغم اثر منفی دمای بالا به دلیل مدت کوتاهتر حرارت دهی در فرایند خشک کردن، کاهش مدت زمان تخریب از عوامل اصلی افزایش نسبی فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه در دمای بالاتر است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر بیانگر کاهش میزان اسید کافئیک با افزایش دما همراه است البته در بین تیمارهای دمایی (٥٠، ٦٠، ٧٠ و ٨٠ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. میزان اسید کافئیک در سایه بیشترین میزان (٤/٩١٤ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. اسید کافئیک، اسید کوماریک

از ترکیبات هیدروکسی سینامیک، حساس بـه واکـنش کربوکسیلاسیون هستند (Rizzi and Boekley, 1992; Steinke and Paulson, 1964). در اثـر واکـنش کربوکسیلاسـیون یـک گـروه هیدروکسـیل بـه اسـید کافئیـک متصـل مـی‌شـود و اثـرات کاهشـی را روی اسیدکافئیک می‌گـذارد (Maillard and Berset, 1995; Rizzi and Boekley, 1992). کـاهش کـاتچین و اپی‌کاتچین می‌تواند بر اثر واکنش اپـی مریزاسـیون در اثر دماهای بالا برای خشک کردن صورت گیرد. نتایج روی کاتچین چای در دماهای مختلـف نشـان داد کـه دمـای ۸۲ درجـه سـانتی‌گراد شـروع اولیـه واکـنش پلـی‌مریزاسـیون بـرای کـاتچین محسـوب مـی‌شـود (Seto et al., 1997; Wang and Zhou, 2004). (Monica et al., 2009) با بررسـی دماهـای مختلـف روی کوئرستین و روتین زردآلو مشاده کردنـد کـه بـا افزایش دما، کاهش در این مواد ایجاد می‌گردد. نتـایج ایـن آزمـایش مربـوط بـه تـاثیر دمـا بـر روی میـزان کلرجنیک اسید در برگ‌های خشک شده که بـا سـایر گزارشات ارائه شده در مورد افـزایش دمـا بـر میـزان کلرجنیک اسید برگ موافقت دارد. آنها دریافتند که بـا بررسی دماهای مختلف (۵۰ تا ۸۰ درجه سـانتی‌گراد) روی سیب، دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان کلرجنیک اسید را بـه همـراه داشـت، همچنـین آنهـا دریافتند که با افزایش دما میزان کلرجنیک اسید کاهش می‌یابد (María Elena et al., 2012). بیشترین میـزان (۰/۶۲۵ میلی‌گرم بر گرم) کلرجنیـک اسـید در تیمـار دمایی ٤۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شـد. دمـای بـالا باعث تخریب سلول‌های دیواره در پوست پرتقال می-شود. این تخریب اثر روی مواد پلی‌فنلی گذاشته و بـا افزایش دما از محدوده خاصی باعث کاهش این مـواد می‌شود. در صورتی که گزارشی در رابطه با اثر هـوای گرم از پوست پرتقال دریافتند که در محـدوده دمـایی ٦۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد تخریب کمتری از سلول‌های دیواره پلی‌مری نسبت به دماهای بالاتر باشد (Garau et al., 2007).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که خشک کـردن بـرگ های گیاه کنگر فرنگی با استفاده از دستگاه خشک کن گرچه میزان مواد موثره گیـاه را نسـبت بـه تیمارهـای دمایی خشک شده در سایه افزایش نداد ولـی از ایـن جهت که زمان خشک کـردن را کـاهش داد و میـزان مواد موثره را به صورت قابل ملاحظه‌ای حفـظ کـرد، برای خشک کردن گیاه کنگر فرنگی مطلوب می‌باشد.

با توجه به نتـایج بدسـت آمـده و عکـس العمـل تیمارهایی دمایی مختلف می‌توان اظهار نمود بهتـرین تیمار برای خشک کردن هم از لحاظ سرعت خشـک کردن و هم از لحاظ کیفیت مواد موثره کنگر فرنگـی، دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۸٤. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات آستان قدس رضوی، به نشر. ۳٤۷.

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 (*Matricaria recutita*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲٤، شماره ۱، ص ۳۷-۲۹.

رحیمی‌پناه، م.، حامدی، م و میرزاپور، م. ۱۳۹۰. ارزیابی برخی عوامل مؤثر بر میزان عصاره و ترکیب های فنولی پوست سبز گردو (*Juglans regia* L.). فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۷، صفحه ٤۳۰- ٤۱۹.

Bewley, J.D. and Black, M.1994. Seeds physiology of development and germination. 2nd ed., Plenum Press, New York. Pp: 230-238.

Bushbeck, E., Keiner, E and Klinner, J. 1967. Trocknungsphysikalische und Warme

technische Untersuchung Zur Trocknung von Pfefferminze (Physical and thermal properties affecting drying characteristics of peppermint). Archiv fur Land technik2, FL pp.163-200.

Caceres, A. 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productions fitofarma ceuticas. rimer Congreso International FITO 2000 "Por la investigacion, conservacion y diffusion del onocimiento de las plantas medicinals". 27-30.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Analysis, 10: 178-182.

Cherry, J.H. and Skadsen, R.W. 1986. Nucleic acid and protein metabolism during seed deterioration. In: M.B. McDonald and C.J. Nelson, eds. Physiology of seed deterioration crop Science Society of America, Special Publishing: No.11, 63.

Dermarderosian, M. 2001. The review of natural products. Facts and comparison. 45: 42-43.

Garau, M.C., Simal, S., Rosell, C. and Femenia, A. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products. Food Chemistry, 104, 1014–1024.

Gebhardt, R. 1998. Inhibition of cholesterol biosynthesis in primary cultured rat hepaticytes by (*cynara scolymus* L.) extract. J. Pharmacology. Exp. Ther. 286(3): 1122-1128.

Graifenberg, A., Giustiniani, L., Temperini, O. and Lipucci, D.P. 1995. Allocation of Na, Cl, K and Ca within plant tissue in Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) under salin-sodic condition. Scientia Horticulture. 63: 1-10.

Jose´, A.L., Moreno, C.S.M. and Calixto, F.S. 1998. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. J. Agric. Food Chem. 46, 2694-2697.

Lim, Y.Y. and Murtijaya, J. 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. LWT-Food Sci. Technol., 40: 1664-1669.

Maillard, M.N. and Berset, C. 1995. Evolution of antioxidant activity during kilning: Role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 43, 1789–1793.

María Elena, H.R., Armando Quintero, R., Alejandro, A.D., John, B., Ricardo Talamás, A., José Vinicio Torres, M., and Erica Salas, M. 2012. Effect of blanching and drying temperature on polyphenolic compound sability and antioxidant capacity of apple pomace. Food Bioprocess Technol. 5:2201–2210.

McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M. and Robards, K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry, 73:73-84.

Melilli, M.G., Tringali, S., Riggi, E., Raccuia, S.A. 2007. Screening of genetic variability for some phenolic constituents of globe artichoke. Acta Hort. 730: 85-91.

Monica, A.M., Amalia, P., Anna, M.S., Alessandra, D.C., Marco, P., Flora, V.R. and Antonio, P. 2009. Effect of drying temperature on polyphenol content and antioxidant activity of apricots. Europe. Food Res. Technol. 228:441–448.

Parker, J.C. 1999. Developing a herb and spice industry in callide valley, queensland. A report for the rural industries research and development corporation. RIRDC publication No: 99/45, RIRDC Project; No: DAQ-194A. Available online at http://www.rirdc.gov.au.

Rizzi, G.P. and Boekley, L.J. 1992. Observation of ether-linked phenolic products during thermal degradation of ferulic acid in the presence of alcohols. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40, 1666–1670.

Rushing, J.W., Dufault, R.J. and Hassell, R.L. 2003. Drying temperature and developmental stage harvest influence the parthenolid content of fever few leaves and stems. Acta Horticulture, 629:167-173.

Santos-games, P.C., Seabra, R.M., Andrade, P.B. and Fernandes-Ferreira, M. 2003. Determination of phenolic antioxidant compounds produced by calli and cell suspensions of sage (*Salvia officinalis* L.). Journal Plant Physiology. 160: 1025- 1032.

Seto, R., Nakamura, H., Nanjo, F and Hara, Y. 1997. Preparation of epimers of tea catechins by heat treatment. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 61, 1434–1439.

Shalaby, A.S., El-Gengaihi, S. and Khattab, M. 1995. Oil of *Mellisa officinalis* L., as affected by storage and herb drying. Journal of Essential Oil Research, 7: 667-669.

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties

of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 945-948.

Soysal, Y. and Oztekin, S. 2001. Technical and economic performance of a tray dryer for medicinal and aromatic plants. Journal of Agricultural Engineering Research, 79: 73-79.

Steinke, R.D. and Paulson, M.C. 1964. Phenols from grain, production of steam-volatile phenols during cooking and alcoholic fermentation of grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 12, 381–387.

Takuya, K., Yoko, T., Mari, S., Toshimichi, F. and Yukikazu, Y. 2009. Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. Food Chemistry 113:964–969.

Tamura, Y., and Nishibe, S. 2002. Changes in the concentration of bioactive compounds in plantain leaves. J. Agric. Food Chem. 50, 2514–2518.

Trajtemberg, S.P., Apostolo, N.M. and Fernandez, G. 2006. Calluses of *Cunara cardunculus* Var. cardunculus cardoon (Asteraceae): Determination of cynarine and cholorogenic acid by auyomated high-performance capillary electrophoresis. In Vitro Cellular Developmental Biology Plant. 42: 537-537.

Vega-Ga´lvez, A., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sa´inz, C. and Fito, A. 2008. Andre P. Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). Journal of Food Engineering; 85: 42–50.

Wang, R. and Zhou, W. 2004. Stability of tea catechins in the bread making process. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52, 8224–8229.

Zubaira, M., Nyboma, H., Lindholmb, C.H. and Rumpunena, K. 2011. Major Polyphenols in aerial organs of greater plantain (*Plantago major* L.), and effects of drying temperature on polyphenol contents in the leaves. Scientia Horticulturae.128: 523–529.

Study on the effect of drying temperature on some phytochemical characteristics of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves

Ghasemnezhad, A[1]., Bagherifard, A[*2]., Asghari, A[3].

[1] Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[2] M.Sc Student, Department of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Mechanics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

To evaluate the effect of drying temperature on some qualitative characteristics of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves, an experiment was conducted in 2012 at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources as a completely randomized design with five different temperatures (40, 50, 60, 70 and 80°C) and three replications. The shade dried samples were used as control group. Results showed that, the highest phenol content was observed in the leaf samples dried at 60 °C. In contrast, the samples dried at 70 and 80 ° C showed decreased phenol content. The highest flavonoids (5.15 mg/g), antioxidant activity (144.67%) and caffeic acid (4.91 mg/kg) were observed in the samples dried under shade conditions. Unlike total phenol, other phenolic compounds including flavonoids, caffeic acid and chlorogenic acid were at their highest amount when dried at 40 °C. The highest antioxidant activity of dried samples was obtained under shad conditions. Rising drying temperatures led to a higher antioxidant activity showing the conversion of simple phenolic compounds to more efficient antioxidant agents. However, among the used temperatures, the most qualitative condition in the case of effective compounds' concentration was 40°C. Therefore, it suggested that if artificial drying is necessary, especially in moisty areas, temperature of 40°C should be used.

Keywords: Artichoke, Caffeic acid, Chlorogenic acid, Drying temperature, Phenol.

[*]Corresponding author; aminbagherifard@yahoo.com