اثر روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان محتوای پلی‌فنل کل و خواص آنتی‌اکسیدانی موسیر (*Allium hirtifolium*)

مریم آخوندی درزیکلایی[1*]، شاهپور خانقلی[2]

۱.*دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی گرایش گیاهان دارویی (گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد)

tuteadesign@gmail.com

۲.استادیار و هیئت علمی (گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد)

چکیده

رشد روز افزون مصرف و ارزش بالای اقتصادی گیاهان دارویی و تحقیقات پیرامون آنها را ضروری می‌کند. در همین راستا، به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی موسیر آزمایشی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه باغبانی مرکزی با سه تکرار در دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل روش‌های خشک کردن (خشک کردن به روش سایه، زیر نور مستقیم خورشید، آون ۴۰ درجه، آون ۶۰ درجه) بود. صفات مورد بررسی شامل اندازه‌گیری میزان آنتی اکسیدان به روش متال کیلیشن و DPPH و پلی فنل کل پیاز موسیر بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که صفات محتوای پلی فنل و آنتی‌اکسیدان به روش‌های کلیشین و DPPH تحت تأثیر روش‌های خشک کردن قرار گرفتند. طبق نتایج مقایسه میانگین فعالیت آنتی-اکسیدانی روش‌های مختلف خشک کردن موسیر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. طبق نتایج مقایسه میانگین داده-های حاصل از این آزمایش، بیش‌ترین مقدار آنتی‌اکسیدان به روش متال کلیشین، میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH و محتوای پلی فنل در تیمار خشک کردن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون داشتند. طبق نتایج همبستگی پیرسون صفات میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH، میزان آنتی‌اکسیدان به متال کلیشین، وپلی فنل کل همبستگی مثبت معنی‌داری داشت.

کلیدواژه: آنتی‌اکسیدانت، پلی‌فنل، خشک کردن، موسیر.

مقدمه

گیاهان دارویی منابع گسترده‌ای از فلاونوئیدها و فنولیک اسیدها، تانن با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی می‌باشند. متابولیسم ثانویه گیاهی به عنوان اصطلاحی برای مسیر و محصولات مولکولی کوچک متابولیسم تعریف می‌شود که برای بقای ارگانیسم ضروری نیستند. در طبیعت، انواع مسیرهای متابولیسم ثانویه، مجموعه‌ای از ترکیبات دفاعی گیاهی به نام متابولیت‌های ثانویه را برانگیختند. علاوه بر مواد مغذی اساسی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها یا کربوهیدرات‌ها، گیاهان می‌توانند ترکیبات دیگری از جمله تاکسوئیدها، پلی‌ساکاریدها، فلاون‌ها و غیره تولید کنند. متابولیت‌های ثانویه مولکول-هایی هستند که برای متابولیسم و رشد گیاه ضروری هستند. اجزای کلیدی برای تعامل گیاهان با محیط در سازگاری با شرایط تنش زنده و غیرزیست است (Azadbakht *et al*., 2003; Sharma *et al*., 2009). در واقع متابولیت‌های ثانویه در محافظت در برابر گیاهخواران، باکتری ها، قارچ ها، ویروس‌ها و حتی سایر گیاهان رقیب نقش دارند. علاوه بر این، برخی از گیاهان از متابولیت‌های ثانویه به‌عنوان سیگنال‌هایی برای ارتباط بین گیاهان و میکروارگانیسم‌های همزیست و

همچنین برای جذب گرده‌افشان و پراکنده‌کننده‌های بذر استفاده می‌کنند (Rao and Ravishankar, 2002). موسیر یک گیاه دارویی مهم در طب سنتی به‌عنوان کاهنده فشار خون می‌باشد (Khezri, 2003). خواص دارویی که در طب سنتی برای آن آمده شامل: ضد روماتیسم، هضم کنندهٔ غذا، اشتهاآور، مقوی معده، ضد کرم و انگل و مقوی قوای جنسی می‌باشد (Samsam, 2004). قسمت‌های خوراکی موسیر برگ‌ها و پیاز توپر آن می‌باشند.آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد با ارزشی همچون ویتامین‌های A، B، C، D، بتاکاروتن و اسیدهای آمینه ضروری در گیاهان پیازی می‌توان بدست آمد (Brewster and Rabinowitch, 1990). هم‌چنین این دارای ۱۵ میلی‌لیتر حلال متانول-کلروفرم (به‌نسبت ۱ به ۲) آهن، مس، روی و منگنز می‌باشند (Rubatzky and Yamaguchi, 1997; Salunkhe and Kadam, 1998).

خشک کردن می‌تواند باعث کاهش زیادی در مقدار اسانس در بسیاری از انواع گیاهان شود، طبق گزارش‌ها ۳۶-۴۵٪ در ریحان، ۲۳-۳۳٪ در مرزنجوش و ۶-۱۷٪ در پونه کوهی حتی زمانی که گیاهان در هوا در اتاق خشک شده باشند. در طول فرآیند خشک کردن، ترکیبات فرار اسانس به دلیل تشکیل ترکیبات معطر ثانویه مانند الکل‌ها، آلدئیدها، پراکسیدها و کتون‌ها می‌تواند به طور قابل توجهی تغییر کند (Turek and Stintzing, 2013). قاسمی پیربلوطی[1] و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر روش‌های خشک کردن را روی ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس دو نوع ریحان مطالعه کردند. نمونه‌های سبز و خالص ریحان در سایه، آفتاب، آون (در دمای ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد)، مایکروویو در توان ۵۰۰ وات و خشک‌کن انجمادی خشک شدند. نتایج نشان داد که بیشترین بازده اسانس در روش خشک کردن در سایه و سپس در روش خشک کردن انجمادی مشاهده شد. ماهانوم[2] و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی تأثیر درجه حرارت‌های مختلف خشک کردن (۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد) بر کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه برگ‌های نعناع فلفلی پرداخته و گزارش کرده‌اند که در درجه حرارت‌های بالا مقدار آن‌ها کاهش یافته است. رچا[3] و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر دماهای مختلف آون (۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد) را بر خشک شدن برگ گیاه لیمو بررسی کرده و گزارش نموده‌اند که بهترین دمای خشک کردن از نظر کمیت و کیفیت مواد مؤثره مربوط به دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. پریور[4] (۲۰۰۱) گزارش کرده است که خشک‌کردن گیاهان نعناع، اسطوخودوس، اکلیل کوهی، آویشن و بادرنجبویه در آفتاب، باعث کاهش مواد مؤثره به اندازه ۲۴ درصد شده است در صورتی که خشک کردن این گیاهان در سایه فقط باعث کاهش یک تا دو درصدی شده است. روش خشک کردن یک روش سنتی برای نگهداری گیاهان دارویی می‌باشد اما در گیاه موسیر اولین بار است که مورد بررسی قرار گرفته است. معرفی تغییرات متابولیت‌های ثانویه در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه مرکزی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد اجرا شد.این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش این پژوهش شامل خشک کردن به روش سایه، زیر نور مستقیم خورشید، آون ۴۰ درجه سانتی‌گراد و آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. پیاز گیاه موسیر در موقع رویش کامل گیاه از کوه‌های استان لرستان شهرستان الیگودرز جمع‌آوری و جهت انجام آزمایش صفات مورد مطالعه به آزمایشگاه مرکزی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد منتقل شد. برای تهیه عصاره هیدروالکلی موسیر میزان ۱۰۰ گرم پیاز برای هر سطح تیماری توسط ترازو توزین شد. ۱۰۰ گرم از حبه‌های تازه موسیر در تیمارهای مختلف خشک کردن (سایه، آفتاب، آون ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد و ۶۰ درجه سانتی‌گراد) خشک و به وسیله‌ی آسیاب پودر شدند. میانگین ۳۴ گرم از پودر تهیه شده موسیر با الکل ۷۰ درصد (اتانول) به مدت ۱۲ ساعت در محیط آزمایشگاه و بر روی شیکر انکوبه شدند. پس از مدت زمان ۱۲ ساعت محتویات را با کاغذ صافی، صاف نموده و محلول‌های حاصل را در پتری‌دیش‌های استریل شیشه‌ای آزمایشگاهی ریخته و درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار

[1] Ghasemi Pirbalouti
[2] Mahanom
[3] Rocha
[4] Pryor

داده شدند. پس از خشک شدن کامل، با استفاده از کاردک‌های استریل پودرها را که به کف ظروف چسبیده بودند جدا کرده و در غلظت ۸۰۰۰ پی‌پی ام تهیه شدند. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال تا زمان استفاده نگهداری شد. سپس پارامترهای فیتوشیمیایی انجام شد.

اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه

اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH: ابتدا محلول DPPH با غلظت ۰/۲ میلی‌مولار تهیه گردید. بدین منظور میزان ۴ میلی‌گرم DPPH در ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد حل شد. سپس عصاره‌های ۲۰۰ پی‌پی‌ام نمونه‌های پیازهای موسیر تهیه گردید و در میکروتیوب ۲ میلی‌لیتری ریخته شد. در ادامه، سریال دایلوشن عصاره‌ها در میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای ریخته شد بدین صورت که عصاره گیاهی در غلظت‌های ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵، ۶/۲۵، ۳/۱۲ پی‌پی‌ام تهیه و در هر چاهک ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره‌ها ریخته شد. روبروی هر عصاره، بلانک قرار داده شد که شامل عصاره + آب مقطر بود. سپس در همه چاهک‌ها به جز چاهک‌های بلانک، ۱۰۰ میکرولیتر DPPH اضافه شد. در چاهک‌های بلانک، به جای DPPH، ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر ریخته شد. تعداد ۳ چاهک نیز به عنوان کنترل در نظر گرفته و در آن ۱۰۰ میکرولیتر DPPH + ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر ریخته شد. میکروپلیت به مدت ۴۵ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق قرار گرفت و میزان نور جذب شده توسط نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه الایزا ریدر Biotek مدل Power Wave XS2 قرائت گردید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی) با استفاده از فرمول زیر محاسبه و حداقل غلظت بازدارندگی نیز تعیین گردید:

۱۰۰× (قرائت نمونه کنترل / (قرائت عصاره گیاهی- قرائت نمونه کنترل))= درصد بازدارندگی

اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیدان به روش متال کیلیشن: به‌منظور سنجش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش Metal chelation ابتدا محلول $FeCl_2$ با غلظت ۱ میلی‌مولار آماده شد بدین صورت که ۱۲/۶۷ میلی‌گرم از آن در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. جهت آماده نمودن محلول Ferrozin با غلظت ۳ میلی‌مولار نیز ۱۵/۴۳ میلی‌گرم از آن در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. در ادامه، عصاره‌های پیازهای موسیر در ۴ غلظت ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰ و صفر پی‌پی‌ام تهیه گردیدند. سپس میزان ۲۵۰ میکرولیتر از عصاره‌های گیاهی در چاهک‌های میکروپلیت ریخته و ۲۰ میکرولیتر $FeCl_2$ به آن افزوده شد. پس از قرار دادن میکروپلیت در دمای اتاق و محیط تاریک به مدت ۳۰ دقیقه، ۶۰ میکرولیتر محلول Ferrozin به هر چاهک اضافه شد و مجدداً میکروپلیت به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق و محیط تاریک قرار گرفت. طرز آماده‌سازی نمونه بلانک نیز مشابه سایر نمونه‌ها بود با این تفاوت که به جای عصاره گیاهی، ۲۵۰ میکرولیتر آب مقطر استفاده شد. نمونه کنترل نیز شامل ۲۵۰ میکرولیتر آب مقطر همراه با ۲۰ میکرولیتر $FeCl_2$ و ۶۰ میکرولیتر محلول Ferrozin بود. در نهایت، میزان نور جذب شده توسط نمونه‌ها با دستگاه الایزا ریدر در طول موج ۵۷۰ نانومتر قرائت شد و میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی) با استفاده از فرمول زیر محاسبه و حداقل غلظت بازدارندگی نیز مشخص شد:

۱۰۰× (قرائت نمونه کنترل/(قرائت عصاره گیاهی- قرائت نمونه کنترل)) = درصد بازدارندگی

اندازه‌گیری پلی فنل کل: ابتدا محلول استوک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از عصاره‌های پیازهای موسیر تهیه شد. سپس محلول‌های با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام از استوک‌ها تهیه گردید و پس از ریختن به در میکروتیوب، به حجم ۲ میلی‌لیتر رسانده شد. در ادامه، به منظور تهیه محلول فولین، ۲ میلی‌لیتر فولین خالص در ۱۸ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. جهت تهیه محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد، ۱/۱۲۵ گرم کربنات سدیم در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته و جهت حل شدن بهتر، ورتکس شد. محلول استاندارد گالیک اسید ۱۵۰ پی‌پی‌ام در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت و جهت تهیه آن، ۱۵ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۶۰ درصد حل و سپس ورتکس شد. مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصاره‌های گیاهی در چاهک‌های میکروپلیت ریخته شد. به عصاره هر نمونه، ۱۰۰ میکرولیتر فولین به آن افزوده گردید و پس از گذشت ۵ دقیقه، ۸۰ میکرولیتر کربنات سدیم اضافه شد. میکروپلیت به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق و در محیط تاریک قرار

گرفت. بلانک نیز مانند سایر نمونه‌ها تهیه گردید با این تفاوت که به جای عصاره گیاه، ۲۰ میکرولیتر آب مقطر استفاده شد. میزان نور جذب شده در همه نمونه‌ها و بلانک با استفاده از دستگاه الایزا ریدر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت و در فرمول منحنی استاندارد گالیک اسید وارد گردید:

$$C = cV/m$$

C : میزان پلی‌فنول بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره خشک؛ c: غلظت گالیک اسید بدست آمده از منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر؛ V: حجم عصاره بر حسب میلی‌لیتر؛ m: وزن عصاره بر حسب گرم.

به‌منظور تهیه منحنی استاندارد گالیک اسید نیز محلول‌هایی با غلظت‌های ۱۵۰، ۷۵، ۳۷/۵، ۱۸/۷۵، ۹/۳۷ و ۴/۶۸ پی‌پی‌ام آماده و ۲۰ میکرولیتر از آنها در چاهک‌های میکروپلیت ریخته شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر فولین به هر چاهک اضافه گردید و پس قرارگیری میکروپلیت به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی، میزان نور جذب شده توسط نمونه‌ها با استفاده از دستگاه الایزا ریدر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت و فرمول منحنی استاندارد بدست آمد..

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پس از نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات در پایان تجزیه داده‌ها بین صفات به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

میزان آنتی‌اکسیدان به روش متال کیلیشن

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس میزان آنتی‌اکسیدان به روش متال کیلیشین تحت تأثیر تیمار روش‌های خشک کردن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هر گیاه شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و ترکیبات مختلف فنلی، گوگردی، ویتامین‌ها و غیره می‌باشد. طبق نتایج مقایسه میانگین فعالیت آنتی‌اکسیدانی روش‌های مختلف خشک کردن موسیر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و بین ۰/۶۴ تا ۵/۳۴ درصد متغیر بود. دمای خشک کردن در آون نسبت به خشک کردن در سایه و آفتاب موجب افزایش درصد آنتی‌اکسیدان به روش متال کلیشین شد. تیمار خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد آون دارای بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان با روش متال کلیشین با میانگین ۵/۳۴ درصد بود (شکل ۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا نشان دهنده وجود مقادیر زیاد ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. تنوع فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بین گونه‌های مختلف پیاز موسیر (Ghahremani-majd *et al*., 2012) و سیر (Bhandari *et al*., 2014) گزارش شده است. عوامل مختلفی از جمل ژنوتیپ، دما و بارندگی مقدار سنتز و تجمع ترکیبات فعال گیاهی را تحت اثر قرار می‌دهند که موجب تفاوت در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان مناطق مختلف متعلق به یک گونه می‌گردد (Bhandari *et al*., 2014).

جدول۱. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گیاه دارویی موسیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		متال کیلیشن	DPPH	پلی فنل کل
روش خشک کردن	۳	۱۴/۵۵**	۱۳/۰۷**	۵/۷۴**
خطا	۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۷۱	۴/۷۱	۱۵/۸۴

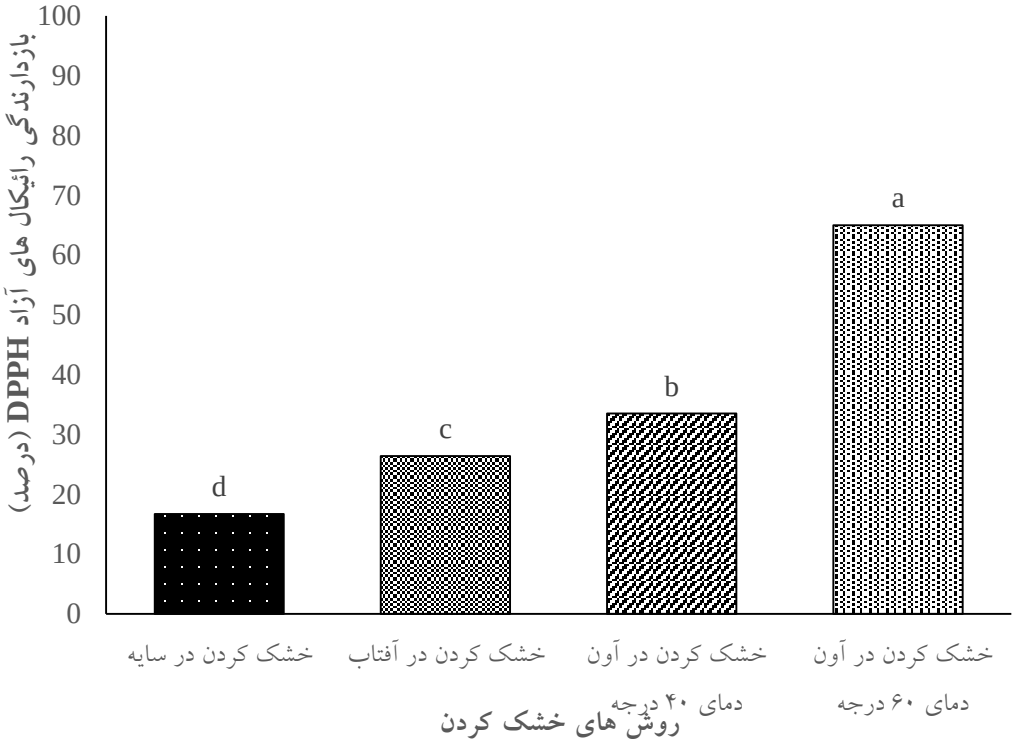
ns غیر معنی‌دار و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

شکل ۲. مقایسه میانگین اثر روش‌های خشک کردن بر میزان آنتی‌اکسیدان روش متال کیلیشین (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد هستند)

میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH

قدرت مهار رادیکال‌های آزاد توسط آزمایش DPPH مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار روش‌های خشک کردن اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH داشت (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر خشک کردن بر میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH، خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با میانگین (۶/۵ درصد) و خشک کردن در سایه با میانگین (۰/۶۸ درصد) به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میزان این صفت بودند (شکل ۳). عوامل بی‌شماری در توجیه این مسأله می‌توان عنوان نمود. شرایط اقلیمی از جمله آب، هوا، خاک و ارتفاع از عوامل تأثیرگذار بر روی رشد گیاه و تغییر در میزان ترکیبات شیمیایی آنها می‌باشند. هم‌چنین، اختلاف در گونه‌های مختلف گیاه بیانگر تفاوت‌های اشاره شده می‌باشد. از عوامل بسیار مهم دیگر می‌توان به روش‌های خشک کردن، استخراج و تهیه عصاره (آبی، اتانولی و متانولی) اشاره نمود. روش‌های متنوع اندازه-گیری ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یکی دیگر از عوامل توجیه کننده اختلاف در نتایج مطالعات می‌باشد (Cao and Prior, 1998). طی پژوهش کاتسوب[1] و همکاران (۲۰۰۹) در رابطه با اثر دماهای مختلف ۴۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۱۰ و نمونه خشک شده بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری پلی‌فنول‌ها در برگ‌های گیاه توت سفید (*Morus alba*)، نتایج نشان داد که بالاترین میزان مواد فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمارهای دمای آون ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود؛ در حالی که میزان این مواد در دمای بالاتر از ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت که در نتایج این پژوهش نیز مشاهده شد.

[1] Katsube

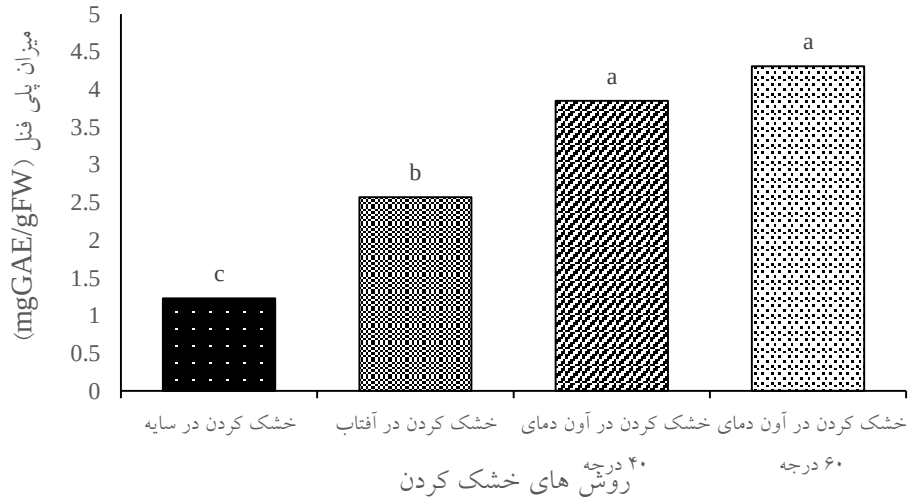


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر روش‌های خشک کردن بر میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد هستند)

پلی فنل کل

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر روش‌های خشک کردن بر صفت پلی فنل کل اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین حاصل از اثر خشک کردن، بیش‌ترین میزان محتوای پلی فنل کل در تیمار خشک کردن در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد (۴/۳۱ میلی‌گرم در هر گرم بافت تازه) بود و کم‌ترین مقدار این صفت در تیمار خشک کردن در شرایط سایه (۱/۲۳ میلی‌گرم در هر گرم بافت تازه) بود (شکل ۴). ترکیبات فنلی از مهم‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در سبزی‌ها و میوه‌ها می‌باشد (Manuel Beato *et al*., 2011). طی پژوهشی متوسط مقدار فنل کل در پیازهای موسیر کردستان و یاسوج گزارش شد. علاوه بر اکوتیپ‌های کردستان، پیازهای موسیر مناطق لرستان و اصفهان نیز مقادیر بالایی فنل داشتند. مقدار فنل در ارتباط با دما و میزان بارندگی محل رشد گیاهان است که این همبستگی بر اساس نوع ترکیب فنلی ممکن است مثبت یا منفی باشد. در مطالعه حاضر مقدار فنل پیازهای موسیر همبستگی مثبت با دما نشان داد به گونه‌ای که افزایش دما با آون باعث افزایش محتوای پلی فنل کل پیازهای موسیر نسبت به شرایط سایه شد. شرایط محیطی فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) را تحت اثر قرار می‌دهد که آنزیم کلیدی در مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی است (Tomás-Barberán and Espin, 2001). کیو[1] و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که افزایش 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 غیر آنزیمی 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 آنتی-اکسیدانی بالا نسبت داده می‌شود (Dewanto *et al*., 2002a; Dewanto *et al*., 2002b).

[1] Que



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر روش‌های خشک کردن بر میزان پلی فنل کل (میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد هستند)

همبستگی پیرسون صفات

نتایج جدول همبستگی پیرسون صفت اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان با روش DPPH بین صفات نشان داد که با صفت پلی فنل کل (r=۰/۸۰۴**) و اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان با روش متال کلیشین (r=۰/۹۲۴**) بیش‌ترین ضریب همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. صفت اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان با روش DPPH بیش‌ترین ضریب همبستگی را با اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان با روش متال کلیشین داشت (جدول ۲). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود فاکتورهای مؤثر بر افزایش تولید ماده خشک، سنتز متابولیت‌های اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار داده و با فعال نمودن مسیر اسید شیکمیک موجب افزایش بیوسنتز متابولیت‌ها ثانویه مانند پلی فنل‌ها می‌گردند.

جدول ۲. همبستگی پیرسون صفات مورد مطالعه موسیر تحت تیمار خشک کردن

	۱	۲	۳
۱- DPPH	۱		
۲- پلی فنل کل	۰/۸۰۴**	۱	
۳- متال کلیشین	۰/۹۲۴**	۰/۹۰۹**	۱

ns غیر معنی‌دار، * معنی‌دار سطح احتمال ۵٪ و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

نتیجه‌گیری

خشک کردن فرآیندی است که به دلیل تأثیر بر میزان ماده مؤثره و محتوای اجزای آن، کیفیت گیاهان دارویی و به تبع آن ارزش اقتصادی آنها را تعیین می‌کند. هم‌چنین برای دستیابی به بیش‌ترین میزان آنتی‌اکسیدان به روش کلیشین، میزان آنتی‌اکسیدان به روش DPPH و محتوای پلی فنل کل در تیمار خشک کردن با دمای ۶۰ درجه‌سانتی گراد در آون انجام گیرد. به‌نظر می‌رسد روش خشک کردن در سایه باعث کاهش میزان صفات مورد مطالعه در مقایسه با خشک کردن در دمای آون و خورشید می‌شود. برای افزایش میزان متابولیت¬های ثانویه موسیر نیاز به خشک کردن با تیمارهای دما و نور خورشید می‌باشد.

منابع

1. Azadbakht, M., Morteza-Semnani, K. and Khansari, N. 2003. The essential oils composition of *Achillea wilhelmsii* C.Koch. leaves and flowers. *Journal of Medicinal Plants*. 2(1): 55-59.

2. Bhandari, S.R., Yoon, M.K. and Kwak, J.H. 2014. Contents of phytochemical constituents and antioxidant activity of 19 garlic (*Allium sativum* L.) parental lines and cultivars. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 55: 138-147.
3. Brewster, J.L. and Rabinowitch, H.D. 1990. *Onions and Allied Crops 3 Vols*. CRC Press.
4. Cao, G. and Prior, R.L. 1998. Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clin Chem.* 44: 1309-15.
5. 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.
6. 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.
7. Ghahremani-majd, H., Dashti, F., Dastan, D., Mumivand, H., Hadian, J. and Esna-Ashari, M. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of Iranian mooseer (*Allium hirtifolium* Boiss) populations. *Horticulture, Environment, and Biotechnology.* 53: 116-122.
8. Ghasemi Pirbalouti, A., Mahdad, E. and Craker, L. 2013. Effects of drying methods on qualitative and quantitative properties of essential oil of two basil landraces. *Journal Food Chem.* 141: 2440 - 9.
9. Khezri, S. Sh. 2003. Encyclopedia of Medicinal Plants. Rostamkhani Publication. 568 pp.
10. Mahanom, A., Walter, R.S. and Dughty, R.M. 1999. A Guide to Medicinal Plants of Appalachia, USDA Forest Service Research Paper, Washington, 291 p.
11. Manuel Beato, V., Orgaz, F., Mansilla, F. and Montaño, A. 2011. Changes in phenolic compounds in garlic (*Allium sativum* L.) owing to the cultivar and location of growth. *Plant Foods for Human Nutrition.* 66: 218-223.
12. Pryor, T. 2001. Solar drying, Murdoch University Energy Research Institute Australia, Wa, 6150.
13. Que, F., Mao, L.C., Fang, X.H. and Wu, T. 2008. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *Int J Food Sci Technology.* 43: 1195–1201.
14. Rocha, S.F.R., Ming, L.C. and Marques, M.O.M. 2000. Influence of five drying temperatures on the yield and composition of essential oil of citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Revista brasileira de Plantas Medicinais*. 3: 73-78.
15. Rubatzky, V.E. and Yamaguchi, M. 1997. World Vegetables, Principles, Production and Nutritive Values, Second ed. Chapman and Hall/International Thompson Publishing.
16. Salunkhe, D.K. and Kadam, S.S. 1998. Handbook of Vegetable Science and Technology. Marcel Dekker. Inc. 721 pp.
17. Samsam, S.H. 2004. Collection of medicinal herbs. Esfahan: Mani.
18. Shaibani, H. 1982. Horticulture, Vol. 3. Vegetable Crops. Part 2. 332 pp.
19. Sharma, A., Vija yacumar, M., Rao, C.V., Unnhkshnan, M.K. and Reddy, G.D. 2009. Action of portulaca oleracea against streptozotocin-induce oxidative stress in experimental diabetic rats. *Journal Complementary Integrative Med*. 6(1): 1553-3840
20. Tomás-Barberán, F.A. and Espin, J.C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 853-879.
21. Turek, C. and Stintzing, F.C. 2013. Stability of essential oils: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12 (1): 40–53.

The effect of different drying methods on the content of polyphenols, antioxidants by cliché method and DPPH of shallot (*Allium hirtifolium*)

Abstract

Increasing consumption and high economic value of medicinal plants necessitate research on them. In this regard, in order to investigate the effect of different drying methods on the secondary metabolites of shallot, an experimental experiment was conducted based on a completely randomized design in the Central Horticultural Laboratory with three replications in the Faculty of Agricultural Sciences in 2021. Experimental factors included drying methods (shade drying, direct sunlight, 40 °C oven, 60 °C oven). The studied traits included measuring the amount of antioxidants by metal clearance method and DPPH and onion bulb polyphenols. The results of analysis of variance showed that polyphenol and antioxidant content traits were affected by drying methods and DPPH methods. According to the results of comparing the average antioxidant activity of different methods of drying shallots were significantly different from each other. According to the results of comparing the average of the data obtained from this experiment, the highest amount of antioxidants by metal cliche method, the amount of antioxidants by DPPH method and polyphenol content in the drying treatment at 60 °C in the oven. According to the results of Pearson correlation, the amount of antioxidants by DPPH method, the amount of antioxidants to metal cliche, and total polyphenols had a significant positive correlation.

Keywords: Antioxidants, Polyphenols, Drying, Shallots.