مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی برخی ترکیبات فیتوشیمیایی عصاره گیاه خیار آب‌پران (*Ecballium elaterium* M. Bieb) تحت اثر روش‌های مختلف خشک کردن

نسرین حسین‌زاده[1]، حسنعلی نقدی‌بادی[2,3]، سپیده کلاته‌جاری[4*]، علی مهرآفرین[5]، سکینه سعیدی‌سار[6]

1- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

2- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

3- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران .

4- استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

5- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران.

6- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: 1400 /11/30

تاریخ پذیرش: 1401/04/12

کلمات کلیدی:

آون خلا،

کوکوربیتاسین،

عصاره،

تانن محلول،

مادون قرمز.

DOI: 10.22034/FSCT.19.126.307

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.126.24.5

* مسئول مکاتبات:

kalatejari@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی اثر روش‌های خشک کردن بر میزان برخی ترکیبات موثره موجود در عصاره میوه گیاه خیار آب‌پران در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با 15 تیمار و 3 تکرار اجرا شد. تیمارها شامل روش‌های خشک کردن (1. خشک کردن در سایه اتاق با دمای حدود 3±25 درجه سانتی‌گراد و تهویه مناسب، 2. خشک کردن در آفتاب، 3. خشک کردن با آون در دمای 35 درجه سانتی‌گراد، 4. خشک کردن با آون در دمای 45 درجه سانتی‌گراد، 5. خشک کردن با آون در دمای 55 درجه سانتی‌گراد، 6. خشک کردن با آون خلأ در دمای 35 درجه سانتی‌گراد، 7. خشک کردن با آون خلأ در دمای 45 درجه سانتی‌گراد، 8. خشک کردن با آون خلأ در دمای 55 درجه سانتی‌گراد، 9. مادون قرمز 0/2 وات، 10. مادون قرمز 0/3 وات، 11. مادون قرمز 0/4 وات، 12. خشک کردن با مایکروویو با توان 200 وات، 13. خشک کردن با مایکروویو با توان 500 وات، 14. خشک کردن با مایکروویو با توان 800 وات) بود که با میوه تازه گیاه (بعنوان شاهد) مورد مقایسه قرار گرفت. صفات مورد مطالعه میزان فنل و فلاونوئید کل، درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان تانن محلول، میزان آمینو اسید و پروتئین کل، آلکالوئید کل و کوکوربیتاسین بودند. نتایج نشان داد روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان تانن محلول و کوکوربیتاسین در سطح احتمال پنج درصد و بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌دار داشته‌است. بیشترین میزان فنول و فلاونوئید کل پس از گیاه تازه در روش خشک‌کردن آون خلا در دمای 45 درجه سانتی‌گراد و بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تانن محلول نیز پس از گیاه تازه در دمای 55 درجه سانتی‌گراد آون خلا مشاهده گردید. بیشترین میزان آمینو اسیدها مربوط به گیاه تازه و سپس تیمار مایکروویو 200 وات و بیشترین میزان پروتئین کل، آلکالوئید و کوکوربیتاسین مربوط به گیاه تازه و پس از آن تیمار سایه بود.

1- مقدمه

گیاه دارویی خیار آب‌پران با نام علمی *Ecballium elaterium* از تیره Cucurbitaceae، بومی مناطق معتدل آسیا، شمال آفریقا و اروپا می‌باشد [1]. خیار آب‌پران گیاهی علفی و چندساله، دگرگشن و خودسازگار است. این گیاه دارای ساقه خزنده و خوابیده و ضخیم، میوه آن به عنوان داروی گیاهی مورد توجه قرار دارد و مایع درون آن به مصارف دارویی می‌رسد [2]. گیاهی غنی از پروتئین، لیپید، کربوهیدرات، صمغ، تانن، پپتید، تری‌ترپنوئید (انواع کوکوربیتاسین‌ها) و مشتقات کوکوربیتاسین مانند لیکوئوسیل کوکوربیتاسین است [3]. خیار آب‌پران در منطقه مدیترانه به عنوان گیاه دارویی برای درمان تب، سرطان، اختلالات کبدی، زردی، یبوست، فشار خون بالا، خونریزی بینی، بیماری‌های روماتیسمی و قارچ‌کش استفاده می‌شود [4 و 5].

یکی از مهم‌ترین مسائل در بحث فرآوری گیاهان دارویی حفظ مواد موثره آن‌ها می‌باشد. از آنجایی که فرآوری گیاهان دارویی بلافاصله بعد از برداشت امکان‌پذیر نمی‌باشد، بایستی از راهکارهایی مناسب جهت نگهداری گیاهان همراه با حفظ مواد موثره استفاده نمود. خشک کردن، از معمول‌ترین روش‌های نگهداری مواد غذایی محسوب می‌شود. از مزایای خشک کردن می‌توان به افزایش زمان ماندگاری در مقایسه با سایر روش‌ها، تولید محصول با وزن و حجم کمتر، عدم نیاز به سردخانه و کاهش هزینه حمل و نقل و بسته‌بندی اشاره نمود. حذف رطوبت از رشد و تولید فساد ایجاد شده بوسیله میکروارگانیزم‌ها جلوگیری نموده و تعداد زیادی از واکنش‌های زیان‌بخش ناشی از رطوبت را به حداقل می‌رساند و بدین ترتیب کیفیت تولیدات بیولوژیکی حاصله را افزایش می‌دهد [6]. در انتخاب نوع روش خشک‌کردن گیاهان دارویی، باید به نوع اندام مورد استفاده و نوع مواد موثره توجه نمود و بر این اساس روش مناسبی را مورد استفاده قرار داد [7].

خشک کردن طبیعی (بدون استفاده از انرژی در سایه یا آفتاب) برای مقادیر کم قابل استفاده است، در حالیکه برای مقادیر وسیع باید از روش‌های مصنوعی استفاده شود. در روش‌های مصنوعی از منابع مختلف انرژی جهت افزایش دما و تسریع خشک شدن استفاده می‌شود. معمولا جهت حفظ مواد موثره دماهای پایین توصیه می‌شود، اما این دماها منجر به افزایش زمان خشک شدن می‌شود. با توجه به گران بودن انرژی، 30 تا 50 درصد هزینه‌های تولید گیاهان دارویی را خشک کردن به خود اختصاص می‌دهد [8].

تأثیر فرآیند خشک کردن بر عملکرد کل و محتوی اجزای ماده موثره، بسته به درجه حرارت مورد استفاده، طول دوره خشک کردن و نوع گونه گیاهی متفاوت می‌باشد [9]. با کاهش محتوی رطوبتی، فرآیند استخراج رطوبت مشکل‌تر و هزینه آن افزایش می‌یابد و کاهش محتوای رطوبتی بیش از حد مجاز، اُفت کیفیت و کمیت گیاه دارویی را به دنبال دارد [10].

روش خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) معایب زیادی مثل، عدم امکان جابجایی مقادیر زیاد ماده گیاهی و حصول به استانداردهای ثابت کیفیت دارد. معایب روش خشک کردن با هوای داغ عبارتند از: بازده کم انرژی و زمان بر بودن فرایند [11]. خشک کردن با امواج میکروویو از جمله روش‌های جدید مورد استفاده برای خشک کردن گیاهان محسوب می‌شود. کوتاه بودن زمان مورد استفاه از جمله مزایای مهم این روش می‌باشد [12]. خشک کردن با میکروویو، علاوه بر کاهش مدت زمان لازم برای خشک شدن [13] باعث حفظ رنگ گیاهان خشک شده و بهبود محتوای ماده مؤثره می‌گردد [14]. نتایج برخی دیگر از مطالعات انجام شده در زمینه بررسی اثر خشک کردن روی طیف وسیعی از گیاهان دارویی نظیر پونه‌سا [15]، به‌لیمو [16]، مریم‌گلی [17] و بادرشبی [18] نیز تأیید کننده این مطلب می‌باشد.

با توجه به ارزش دارویی گیاه خیار آب‌پران و همچنین استفاده گسترده از این گیاه در طب سنتی، انجام مطالعات علمی و کاربردی در جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی و بویژه حفظ مواد مؤثره پس از برداشت با بکارگیری روش مناسب خشک کردن ضروری می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

میوه گیاه خیار آب‌پران در تابستان 1399 از عرصه‌های منابع طبیعی شهرستان مشگین‌شهر اردبیل جمع‌آوری شد و تحت تیمارهای مختلف خشک کردن قرار گرفت. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با 15 تیمار و 3 تکرار اجرا شد. تیمارها شامل روش‌های مختلف خشک کردن (1. خشک کردن در سایه اتاق با دمای حدود 3±25 درجه سانتی‌گراد و تهویه مناسب، 2. خشک کردن در آفتاب، 3. خشک کردن با آون در دمای 35 درجه سانتی‌گراد، 4. خشک کردن با آون در

دمای 45 درجه سانتی‌گراد، 5. خشک کردن با آون در دمای 55 درجه سانتی‌گراد، 6. خشک کردن با آون خلأ در دمای 35 درجه سانتی‌گراد، 7. خشک کردن با آون خلأ در دمای 45 درجه سانتی‌گراد، 8. خشک کردن با آون خلأ در دمای 55 درجه سانتی‌گراد، 9. مادون قرمز 0/2 وات، 10. مادون قرمز 0/3 وات، 11. مادون قرمز 0/4 وات، 12. خشک کردن با مایکروویو با توان 200 وات، 13. خشک کردن با مایکروویو با توان 500 وات، و 14. خشک کردن با مایکروویو با توان 800 وات) بود که با میوه تازه گیاه (شاهد) مورد مقایسه قرار گرفت. صفات مورد مطالعه میزان فنل و فلاونوئید کل، درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان تانن محلول، میزان آمینو اسید و پروتئین کل، آلکالوئید کل و کوکوربیتاسین بودند.

2-1- میزان فنول کل

مطابق روش McDonald *et al.*, 2001 [19]، 0/5 میلی‌لیتر از عصاره استخراجی با 5 میلی‌لیتر معرف فولین ـ سیوکالتو که با آب مقطر 10 برابر رقیق شده و 4 میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم یک مولار به خوبی مخلوط گردید. مخلوط به مدت 15 دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda در طول موج 765 نانومتر خوانده شد [20]. بدین منظور روش رنگ‌سنجی (فولین ـ سیوکالتو) نیز روی محلول‌های استاندارد اسید تانیک با غلظت‌های مختلف انجام شد. منحنی استاندارد در برابر جذب اسید تانیک رسم گردید (Y=0/00114X+0/01062، Y عدد جذب و X غلظت بر حسب ppm). برای تعیین غلظت فنل نمونه‌ها اعداد جذب به حسب ppm (X) محاسبه شد.

2-2- میزان فلاونوئید کل

از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم برای تعیین مقدار فلاونوئیدها استفاده گردید. هر کدام از عصاره‌های متانولی گیاهی (نیم میلی‌لیتر از 1:10 گرم بر میلی‌لیتر) به صورت جداگانه با 1/5 میلی‌لیتر متانول، 0/1 میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم (10 درصد متانولی)، 0/1 میلی‌لیتر استات پتاسیم (1M) و 2/8 میلی‌لیتر آب مقطر ترکیب شدند. سپس محلول‌ها در دمای اتاق به مدت 30 دقیقه قرار داده شده و جذب هر ترکیب واکنشی در 415 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد با محلول‌های کوئرستین (Quercetin, Sigma Chemical Co.) متانولی در غلظت‌های 1000-250 میکروگرم بر میلی‌لیتر تهیه و منحنی با نرم‌افزار Excel رسم گردید، سپس معادله خط y=bx+a بدست آمد. جذب‌های خوانده شده از نمونه‌ها به جای y قرار داده شده و x یا همان غلظت بدست آمد [21].

2-3- میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای این منظور از رادیکال آزاد DPPH (2,2-Diphenyl- Picryl- Hydrazyl) استفاده شد. ابتدا عصاره‌های گیاهی در غلظت‌های متفاوت 5×10^{2}mg/100 الی 5×10^{6} در متانول خالص و مخلوطی به نسبت 1:1 از محلول (8mg/100) DPPH و عصاره‌های گیاهی با غلظت‌های متفاوت تهیه و جذب نمونه‌ها بعد از 30 دقیقه در دمای آزمایشگاه در 517 نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda اندازه‌گیری گردید. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نمونه‌ها با استفاده از رابطه زیر به دست آمد [22].

$$R\%=AD–AS/AD\times100$$

R% = درصد مهار

AD: جذب DPPH در 517 نانومتر

AS: جذب نمونه‌ها در 517 نانومتر

برای مقایسه فعالیت عصاره‌ها از پارامتر IC_{50} استفاده شد (IC_{50} غلظتی از عصاره است که 50 درصد رادیکال‌های آزاد را مهار می‌کند).

2-4- اندازه گیری تانن محلول

برای ساخت معرف فولین دنیز 100 میلی‌گرم تنگستات سدیم و 20 میلی‌گرم اسید فسفو مولیبدیک در 750 میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه حل شده و 50 میلی‌لیتر اسید اورتو فسفریک نیز اضافه شد. محلول حاصل به مدت 2 ساعت، هم‌زمان حرارت داده شده و هم‌زده شد. پس از سرد شدن این محلول طلایی رنگ حجم آن با آب دی‌یونیزه به یک لیتر رسانیده شد.

5 میلی‌لیتر از عصاره تانی با 20 میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه رقیق شد. 5 میلی‌لیتر معرف فولین دنیز و در پی آن (پس از گذشت 5 دقیقه) 2/5 میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم اشباع به آن اضافه شد. 2-1 ساعت بعد و با نمود کامل رنگ آبی میزان جذب نوری محلول فوق در طول موج 760 نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda خوانده شد. غلظت تانن محلول بر اساس منحنی استاندارد غلظت‌های مختلف اسید تانیک خالص که هم‌زمان با تهیه نمونه‌ها و مشابه آن‌ها آماده شده بود، محاسبه گردید [23].

2-5- میزان آمینو اسید میوه

برای اندازه‌گیری محتوای آمینو اسیدهای آزاد از روش Xiong و همکاران (2006) [24] استفاده شد. 0/5 گرم از بافت تر میوه با 5 میلی‌لیتر اتانول 10 درصد ساییده شد و حجم آن با آب مقطر به 100 میلی‌لیتر رسانده شد. پس از صاف نمودن هموژنات با کاغذ صافی، برای تعیین اسیدهای آمینه آزاد 0/1 میلی‌لیتر از عصاره صاف شده، برداشته و به آن 1 میلی‌لیتر بافر استیک اسید استات سدیم، 3 میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و 0/1 میلی‌لیتر آسکوربیک اسید 3 درصد اضافه شد. محلول فوق به مدت 15 دقیقه در بن‌ماری 100 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از سرد شدن، حجم محلول فوق با اتانول 60 درصد به 20 میلی‌لیتر رسانده شد و سپس جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda در طول موج 570 نانومتر اندازه‌گیری گردید.

2-6- تعیین میزان پروتئین کل

برای تعیین پروتئین کل از روش لوری استفاده شد [25]. این آزمایش بر اساس هیدرولیز پروتئین‌ها و آزاد شدن اسیدهای آمینه موجود در ساختمان پروتئین‌هاست که با معرف فولن، کمپلکس رنگی ایجاد می‌کند. در نهایت، شدت رنگ به وسیله اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda و در طول موج 660 نانومتر اندازه‌گیری شد.

2-7- میزان آلکالوئید کل

سنجش آلکالوئید کل به روش اسپکتروفتومتری انجام شد [26]. در این روش 5/5 میلی‌لیتر از عصاره متانولی بدست آمده در 1 میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ حل و پس از 30 دقیقه صاف گردید. سپس عصاره صاف شده سه بار با 10 میلی‌لیتر کلروفرم شستشو داده شده و فاز آبی جدا شد. فاز آبی حاصل با سود 0/1 نرمال خنثی شد (pH: 7). سپس عصاره با 5 میلی‌لیتر معرف بروموکرزولگرین و 5 میلی‌لیتر بافر فسفات 4/7 pH: مخلوط و فاز کلروفرمی زرد رنگ حاوی آلکالوئیدها در لوله آزمایش جمع‌آوری و حجم آن با کلروفرم به 10 میلی‌لیتر رسانده شد. مقدار جذب عصاره در طول موج 470 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Visible/UV-45 Lambda خوانده شده و با استفاده از منحنی استاندارد میزان آلکالوئید کل عصاره‌ها تعیین گردید.

2-8- میزان کوکوربیتاسین کل

به‌منظور اندازه‌گیری میزان کوکوربیتاسین (یا الاتریسین بی که نام شیمیایی این ماده است) از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) استفاده گردید. میوه خیار آب‌پران مورد بررسی فیتوشیمیایی قرار گرفت. میوه خشک و آسیاب شده و 0/1 گرم از نمونه پودر در 10 میلی‌لیتر اتانول مطلق به مدت 5 دقیقه به شدت ورتکس و سپس در طول شب در دمای اتاق نگهداری شد. پس از این مدت، نمونه‌ها با سرعت 10000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و روشناور در یک لوله 15 میلی‌لیتری جمع‌آوری و در مرحله بعد، محلول به‌دست آمده با استفاده از دستگاه تغلیظ کننده کاملاً خشک شد. سپس به فالکون مربوطه 1 میلی‌لیتر متانول اضافه و ورتکس شد. نهایتاً محلول به‌دست آمده را از فیلتر 0/22 نانومتر عبور داده و نمونه به‌دست آمده در تیوب 2 میلی‌لیتری تا زمان اندازه‌گیری با دستگاه HPLC در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. برای تفکیک کوکوربیتاسین از سایر ترکیبات، از ستون C18 (250×4 میلی‌متر) در دمای اتاق استفاده شد. فاز متحرک "استونیتریل: آب" با شیب 8:2 برای شروع و در خاتمه به نسبت 55:45 به مدت 45 دقیقه بود. میزان شدت جریان حلال 1 میلی‌لیتر در دقیقه و میزان غلظت کوکوربیتاسین با آشکارساز UV در طول موج 235 نانومتر بود. استانداردها با غلظت‌های 5، 10، 20 و 50 قسمت در میلیون تهیه و تزریق شد. میزان تزریق نمونه به تزریق کننده، 20 میکرولیتر بوده برای افزایش دقت، هر نمونه سه بار اندازه‌گیری شد.

به منظور تعیین کمی مقدار آنالیت، سطح زیر پیک و یا ارتفاع پیک ترکیب مجهول با نمونه استاندارد مقایسه شد. در بررسی کیفی به روش HPLC، با تزریق استانداردهای کوکوربیتاسین با غلظت‌های متفاوت پیک‌هایی بدست آمد که زمان بازداری آن‌ها در محدوده 23/5-22/5 دقیقه بود، به‌طوریکه با افزایش میزان غلظت استاندارد، پیک‌های بزرگتری ایجاد گردید. مساحت زیر هر منحنی در محدوده تعیین شده، محاسبه گردیده و با توجه به غلظت و ارتفاع پیک، منحنی کالیبراسیون رسم و بدین صورت غلظت هر کدام بر حسب قسمت در میلیون محاسبه شد (شکل 1). با انطباق منحنی به‌دست آمده از استاندارد با غلظت 50ppm بر منحنی‌های به‌دست آمده در محدوده زمان مشخص شده، اندازه مساحت زیر نمودار هر نمونه محاسبه شد. پس از تهیه استاندارد و به دست آوردن

رابطه بین غلظت و اندازه پیک، مقدار کوکوربیتاسین بی (الاتریسین بی) در میوه گیاه خیار آب‌پران اندازه‌گیری و مشخص گردید. داده‌های بدست آمده با نرم‌افزار Excel آنالیز و نمودارهای مربوطه ترسیم شد [27].

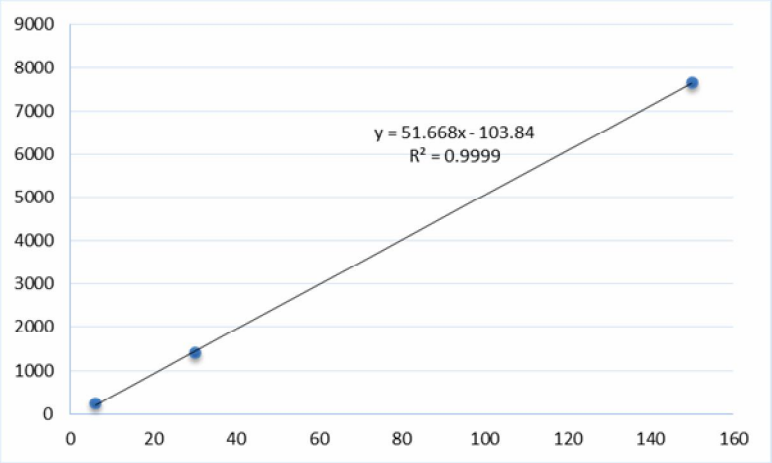

Fig 1 Calibration curve and line equation obtained from cucurbitacin B in *Ecballium elaterium* extract

3- نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان فنل و فلاونوئید کل و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال یک درصد و میزان تانن محلول در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار تاثیر معنی‌داری داشته است (جدول 1).

Table 1 Analysis of variance for Some phytochemical traits *Ecballium elaterium* under different drying methods

Source of variation	Degree of Freedom	Total Phenol	Total Flavonoid	DPPH	Soluble tannins
Treatment	14	69.48**	4.50**	41.61**	0.44**
Error	28	0.76	0.11	0.28	0.29
Coeff of Variation	-	1.25	2.34	1.08	3.95

** Significant at 1% probability level.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین حاصله، بیشترین مقدار فنول در گیاه تازه و سپس در روش خشک کردن با مایکروویو 200 وات و پس از آن در روش خشک کردن با آن خلا با دمای 45 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول 2).

ترکیبات شیمیایی گیاهان از جمله آنتی‌اکسیدان‌ها و فنل‌ها با داشتن ویژگی به دام انداختن رادیکال‌های آزاد، نقش مهمی در بهبود سطح سلامت دارند [28]. بررسی مسیر شیکیمات به عنوان مسیر اصلی بیوسنتز ترکیبات فنولی، مبین این مطلب است که مسیرهای متابولیکی اولیه و ثانویه در گیاه با هم ارتباط دارند [29 و 30]. سعی بر این است تا با انتخاب روش خشک کردن مناسب که حداقل کاهش در میزان این ترکیبات را منجر گردد، به حفظ بهتر این صفات طی فرآیند پس از برداشت دست یافت. خشک کردن سریع گیاهان دارویی در راستای حفظ رنگ و جلوگیری از کاهش مواد موثره آن‌ها از موارد مهمی است که در فرآیند پس از برداشت به آن توجه می‌شود [31].

در تحقیق حاضر بیشترین میزان فنل در گیاه تازه و سپس شرایط خشک کردن با مایکروویو 200 وات (74/81 میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم ماده خشک) حاصل شد که نسبت به گیاه تازه 2/30 درصد کاهش نشان داده و با تیمار آون خلا با دمای 45 درجه سانتی‌گراد با مقدار عددی 74/74 میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم ماده خشک تفاوت معنی‌دار نداشت. این دو تیمار؛ نسبت به سایر تیمارهای روش‌های خشک کردن ترکیبات فنولی را به مقدار بیشتری، بهبود داده است. تیمار مایکروویو 600 وات در گیاه همیشه بهار استخراج ترکیبات فنولی را بهبود بخشیده و با کاهش زمان خشک کردن سبب حفظ این ترکیبات گردید [32].

Table 2 Effect of drying methods on Some phytochemical traits *Ecballium elaterium* under different drying methods.

Treatment	Total phenol (mg gallic acid per gram of dry matter)		Total flavonoids (mg quercetin per gram of dry matter)		Antioxidant activity (%)		Soluble tannins (mg/g DW)	
Fresh plant	76.57±0.262	a	16.18±0.133	a	53.68±0.028	a	14.52±0.050	a
Shadow	70.85±0.246	d	14.20±0.003	cd	44.82±0.009	e	14.11±0.112	abc
Sun	69.34±0.159	ef	13.65±0.474	e	47.92±0.007	d	13.83±0.007	abc
Oven 35 °C	69.75±0.215	def	14.25±0.167	cd	51.76±0.052	b	13.59±0.036	bc
Oven 45 °C	73.50±0.287	bc	15.30±0.021	b	52.22±0.049	b	13.44±0.003	bc
Oven 55 °C	63.45±1.215	h	13.27±0.066	e	51.92±0.573	b	13.79±0.017	abc
Vacuum oven 35 °C	72.40±0.342	c	14.32±0.121	c	53.16±0.033	a	13.89±0.017	abc
Vacuum oven 45 °C	74.74±0.196	b	15.66±0.025	ab	53.63±0.024	a	13.61±0.005	bc
Vacuum oven 55 °C	68.35±0.178	f	13.61±0.080	e	51.98±0.0582	b	14.26±0.099	ab
Microwave 200 watts	74.81±0.261	b	15.14±0.15	b	48.88±0.533	c	13.22±0.005	c
Microwave 500 watts	70.09±0.108	de	14.53±0.117	c	49.14±0.037	c	13.31±0.017	c
Microwave 800 watts	65.04±0.335	g	13.72±0.102	de	48.67±0.038	cd	13.68±0.975	abc
Infrared 0.2 watts	68.62±0.152	f	13.35±0.003	e	44.27±0.012	e	13.25±0.005	c
Infrared 0.3 watts	64.83±0.250	gh	12.61±0.121	f	43.98±0.026	ef	13.35±0.012	bc
Infrared 0.4 watts	58.94±0.440	i	11.38±0.169	g	43.26±0.037	f	13.43±0.009	bc

a Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

بیشترین میزان فلاونوئید کل (16/18 میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک) در تیمار گیاه تازه و سپس در روش آون خلا با دمای 45 درجه سانتی‌گراد حاصل شد. کمترین میزان فلاونوئید حاصله مربوط به تیمار خشک کردن به روش مادون قرمز با توان 0/4 وات بوده است (شکل 2).

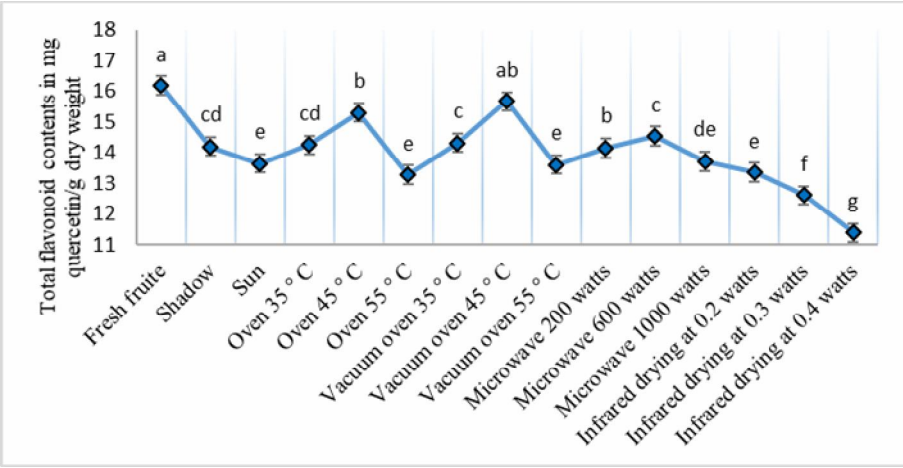

Fig 2 Effect of drying methods on total flavonoid content of *Ecballium elaterium* fruit

بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار گیاه تازه، آون خلا با دماهای 35 و 45 درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در روش مادون قرمز با توان 0/4 وات حاصل گردید (جدول 2). خشک کردن نعنا وحشی با روش سنتی بطور چشمگیری سبب کاهش ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن شد. این کاهش می‌تواند به واکنش‌های آنزیمی طی فرایند خشک کردن

مرتبط باشد [33]. زیرا که روش‌های سنتی نمی‌توانند مانع فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز شوند [34]. گزارش شده است که زمان خشک شدن باعث کاهش ترکیبات فنلی در نعنا فلفلی، نعنا و آویشن نمی‌گردد بلکه استفاده از دما در آون و نیز اشعه، مایکروویو باعث تخریب ترکیبات فنلی در این گیاهان گشته و منجر به کم شدن مقدار آن‌ها گردیده است. در این گیاهان بهترین روش خشک کردن روش سنتی استفاده از جریان هوا و در سایه می‌باشد [35]. خشک کردن گیاه شوید، کاهش در میزان ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان آن را در پی داشت [36].

افزایش در دمای خشک کردن تأثیر مهمی بر میزان ترکیب‌های فنولی دارد [37]. در گیاه چای کوهی بیشترین مقدار ترکیبات فنولیکی و آنتی‌اکسیدان در روش سایه خشک حاصل شد و روش‌های آون و آفتاب مقادیر حداقل را نشان داد [38].

در خصوص بهینه‌سازی روش‌های خشک کردن در گیاه چای سبز *Camellia sinensis* مؤید این مطلب بود که تیمار مایکروویو با توان متوسط و بالا (500 تا 800 وات) منجر به حفظ ترکیبات فنولی و فلاونوئیدهای این گیاه به بهترین شکل ممکن شد که ممکن است ناشی از غیرفعال شدن آنزیم‌ها در تیمار با مایکروویو باشد [39]. که با نتایج تحقیق حاضر مغایر بوده و در شرایط خشک کردن تحت مایکروویو و مادون قرمز میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر روش‌ها کاهش محسوسی نشان داده است.

گزارش برخی از پژوهشگران بیانگر تأثیر مثبت حرارت و تیمار آون بر محتوای فنولی ماده گیاهی است، به طوری که تشکیل ترکیبات فنولی را در دمای بالا (90 درجه سلسیوس) به دلیل فراهم شدن پیش‌سازهای ترکیبات فنولی به همراه تبادلات غیرآنزیمی بین ملکول‌ها، گزارش کردند [40]. عنوان شده است دماهای بالا سبب کاهش آنزیم‌ها به ویژه کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود که در تحقیق اخیر چنین نتیجه‌ای حاصل شده و با افزایش دما میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات عصاره میوه خیار آب‌پران کاهش یافته است. اگرچه در برخی موارد رفتار گیاهان مختلف، متفاوت می‌باشد. از این رو احتمالاً کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دماهای بالاتر آون و توان مایکروویو به دلیل تأثیر دما بر عملکرد آنزیم‌ها و کاهش آنزیم‌ها بوده است [32]. دمای 25 درجه منجر به کاهش ترکیبات فعال زیستی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در چویل *Phyllanthus amarus* شد [41]. در گیاه جلبک دریایی *Kappaphycus alvarezii*، کمترین میزان ترکیبات فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدان در روش خشک کردن آفتاب خشک و سونا حاصل شد [42]. در مطالعه تاثیر روش‌های خشک کردن بر میزان ترکیبات فنولی و آنتی-اکسیدانی نعنا فلفلی، آویشن، نعنا و شوید مشخص شد که فرآیند خشک کردن مقدار آنتی‌اکسیدان و فنول موجود در شوید را کاهش داد، اما در نعناییان، خشک کردن در آفتاب و یا سایه، منجر به افزایش مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شد [36]. خشک کردن توسط مایکروویو در گشنیز منجر به حفظ بهتر مقدار ترکیبات فنولیکی در مقایسه با خشک کردن با آون گشت [43]. چنین نتیجه‌ای در مورد میزان آلکالوئید کل و کوکوربیتاسین میوه گیاه دارویی خیار آب‌پران نیز مشاهده شده است.

فرایند خشک کردن سبب تخلیه ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از مواد گیاهی شده و تیمار آون با دمای 55 درجه و پس از آن آون خلا با همین میزان درجه حرارت با تغییر یا تخریب در ساختار داخلی غشاها منجر به آزاد شدن این ترکیبات شده است. چنانکه افزایش معنادار فعالیت آنتی‌اکسیدانی آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.)، ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و مرزنجوش بستانی (*Origanum majorana* L.) پس از خشک شدن نسبت به شاهد (نمونه‌های تازه) گزارش شده است [40].

در تحقیق حاضر اگرچه بیشترین ترکیبات فنلی؛ فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه تازه مورد محاسبه قرار گرفت؛ اما بهترین روش خشک کردن جهت حفظ ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی دمای 45 درجه سانتی‌گراد آون خلا و بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی روش خشک کردن با آون خلا با دمای 55 درجه بوده است، که می‌تواند به علت تفاوت ساختاری گیاه خیار آب‌پران باشد. استفاده از روش طبیعی از گذشته مرسوم بوده و از ساده‌ترین روش‌های خشک کردن می‌باشد [31]. خشک کردن طبیعی و خشک کردن با هوای داغ به دلیل هزینه کمتر ـ علی‌رغم اثر منفی بر کیفیت نمونه‌ها ـ کماکان از مهمترین روش‌های مورد استفاده در تولید ماده خشک گیاهی محسوب می‌شوند [11].

بیشترین میزان تانن محلول در تیمار گیاه تازه مشاهده شد که با

تیمارهای خشک کردن در سایه و آفتاب، آون خلا با دماهای 35 و 55 درجه سانتی‌گراد، آون با دمای 55 درجه سانتی‌گراد و ماکروویو با توان 800 وات اختلاف معنی‌داری نداشته است (جدول 2).

در بررسی صورت گرفته بر روی سنبل‌الطیب تمامی روش‌های خشک کردن به جز روش استفاده از مایکروویو، موجب حفظ ماده موثره و حتی افزایش میزان اسانس استحصالی به ازای وزن خشک، نسبت به نمونه تازه شدند و خشک کردن در آون 35 درجه سانتی‌گراد بهترین روش به منظور حفظ مواد مؤثره گیاهی بود [44].

ایجاد حرارت درون ماده گیاهی در تیمار مایکروویو به دلیل وجود میدان الکتریکی، سبب ایجاد شرایط مساعد برای آزادسازی ترکیبات درون سلولی شده و از سویی دیگر زمان طولانی در روش طبیعی نه تنها فرصتی برای رها شدن ترکیبات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی فراهم کرده، بلکه با ایجاد یک روند کند برای خشک شدن سبب حفظ این ترکیبات شده است [17 و 45]. توان‌های بالاتر مایکروویو و زمان طولانی‌تر خشک شدن در آفتاب اثرات نامطلوب بیشتری بر از دست رفتن مواد موثره عصاره نمونه‌ها داشتند [46].

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، میزان آمینو اسیدها و پروتئین کل و نیز میزان آلکالوئید کل در سطح احتمال یک درصد و میزان کوکوربیتاسین کل در سطح احتمال پنج درصد تحت اثر تیمارهای مختلف خشک کردن تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول 3).

Table 3 Analysis of variance for Some phytochemical traits *Ecballium elaterium* under different drying methods

Source of variation	Degree of Freedom	Amino acids	Total protein	Total alkaloids	Cocurbitacin
Treatment	14	13.90**	5.08**	1330.77**	0.004**
Error	28	0.11	0.27	0107.47	0.003
Coeff of Variation	-	2.44	1.56	1.45	6.51

** Significant at 1% probability level.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان آمینواسیدها در میوه‌های تازه و بعد از آن در میوه‌های خشک شده تحت شرایط مایکروویو 200 وات، و کمترین آن تحت شرایط خشک شدن به روش مادون قرمز با توان 0/4 وات مشاهده شد (جدول 4). به هرحال با افزایش شدت توان مادون قرمز، میزان آمینو اسیدها کاهش نشان داد (شکل 3).

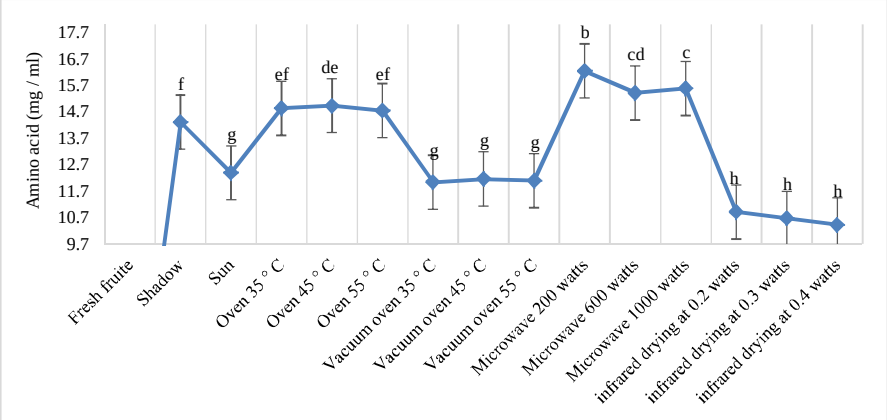

Fig 3 Changes in the amount of amino acids in *Ecballium elaterium* fruit under the effect of different drying methods

با توجه به جدول مقایسه میانگین؛ در گیاه تازه (35/92 درصد) و تیمار خشک شدن در سایه (35/41 درصد) بیشترین مقدار پروتئین کل و در تیمار مادون قرمز 0/4 وات نیز کمترین میزان پروتئین مشاهده شد. بیشترین میزان آلکالوئید کل در گیاه تازه و خشک شده در سایه (به ترتیب 761/85 و 758/93 میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) حاصل شد. به هرحال در تیمار روش

مادون قرمز با توان 0/4 وات؛ کمترین مقدار آمینواسیدها (10/42)، پروتئین کل (31/53 درصد) و آلکالوئید کل (697/32 میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شده است (جدول 4).

Table 4 Effect of drying methods on Some phytochemical traits *Ecballium elaterium* under different drying methods.

Treatment	Amino acid (mg / ml)		Total protein (percentage)		Total alkaloids (mg / g dry weight)		Total cocorbitacin (percentage)	
Fresh plant	17.01±0.005	a	35.92±0.119	a	761.85±0.281	a	0.88±0.005	a
Shadow	14.30±0.003	f	35.41±0.073	a	758.93±0.659	a	0.88±0.005	a
Sun	12.39±0.009	g	32.25±0.003	def	698.61±0.830	d	0.80±0.002	abc
Oven 35 °C	14.82±0.005	ef	33.98±0.012	b	705.20±0.309	d	0.82±0.003	abc
Oven 45 °C	14.92±0.012	de	34.10±0.003	b	712.01±0.231	cd	0.86±0.003	ab
Oven 55 °C	14.73±0.007	ef	33.74±0.010	b	708.05±0.113	d	0.77±0.097	bc
Vacuum oven 35 °C	12.03±0.007	g	33.93±0.038	b	704.24±0.493	d	0.81±0.005	abc
Vacuum oven 45 °C	12.16±0.005	g	34.15±0.003	b	709.22±0.199	d	0.83±0.005	abc
Vacuum oven 55 °C	12.09±0.003	g	33.66±0.010	bc	701.83±0.125	d	0.77±0.003	c
Microwave 200 watts	16.23±0.246	b	32.85±0.0.003	cd	732.90±0.188	b	0.85±0.002	abc
Microwave 500 watts	15.40±0.469	cd	32.63±0.010	de	730.75±0.252	b	0.79±0.005	bc
Microwave 800 watts	15.57±0.274	c	32.40±0.938	de	728.37±0.356	bc	0.82±0.003	abc
Infrared 0.2 watts	10.91±0.008	h	31.93±0.012	ef	703.08±0.250	d	0.86±0.002	abc
Infrared 0.3 watts	10.67±0.012	h	31.78±0.007	ef	701.13±0.395	d	0.82±0.005	abc
Infrared 0.4 watts	10.42±0.005	h	31.53±0.010	f	697.32±0.173	d	0.77±0.003	bc

a Means in each column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

در همین راستا پس از گیاه تازه؛ در روش خشک کردن با مایکروویو با توان 200 وات میزان آمینو اسید و آلکالوئید کل بیشتری در میوه خیار آب‌پران تجمع یافت. دماهای بالا سبب کاهش آنزیم‌ها به ویژه کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود [47]. در همین زمینه نتایج مشابهی نیز از بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی گیاهان ادویه‌ای شامل آویشن و ریحان، دارچین (*Cinnamomum verum*) تحت تأثیر تیمارهای حرارتی وجود دارد [48].

طبق مطالعات انجام شده اختلاف در نتایج تحقیقات مختلف ممکن است ناشی از تفاوت در گونه گیاهی، ساختارهای ترشحی و موقعیت آن‌ها در گیاه و ترکیب شیمیایی اسانس‌ها باشد [49]. در گیاه خیار آب‌پران که ترکیبات عصاره آن مورد بررسی قرار گرفت؛ هر کدام از تیمارهای روش‌های مختلف خشک کردن موجب بروز رفتار متفاوتی از جانب هر کدام از ترکیبات شده است. بدیهی است که کاهش ترکیب فرار در طول فرآیند خشک کردن بستگی به میزان فرار بودن و ساختار شیمیایی ترکیب گیاهی دارد [50].

بیشترین مقدار کوکوربیتاسین کل (0/88 میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در تیمار گیاه تازه و شرایط خشک کردن طبیعی (سایه) و پس از آن در تیمار آون با دمای 45 درجه سانتی‌گراد و مادون قرمز 0/3 وات (0/86 میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) حاصل شد (شکل 4). در تیمار روش مادون قرمز با توان 0/4 وات، آون 55 درجه سانتی‌گراد و آون خلا 55 درجه سانتی‌گراد؛ کمترین مقدار علاوه بر تاثیر بسزای فرآیند خشک کردن بر مدت، دوام و ماندگاری محصولات، نتایج برخی مطالعات نیز نشان داده است که روش مورد استفاده برای خشک کردن تأثیر بسزایی بر عملکرد ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی دارد [15]. البته تأثیر فرآیند خشک کردن بر عملکرد کل و محتوای ترکیبات ثانویه گیاهان دارویی، بسته به درجه حرارت مورد استفاده، طول دوره خشک کردن و نوع گونه گیاهی متفاوت می‌باشد [9].

کوکوربیتاسین کل (0/77 میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) حاصل شده است.

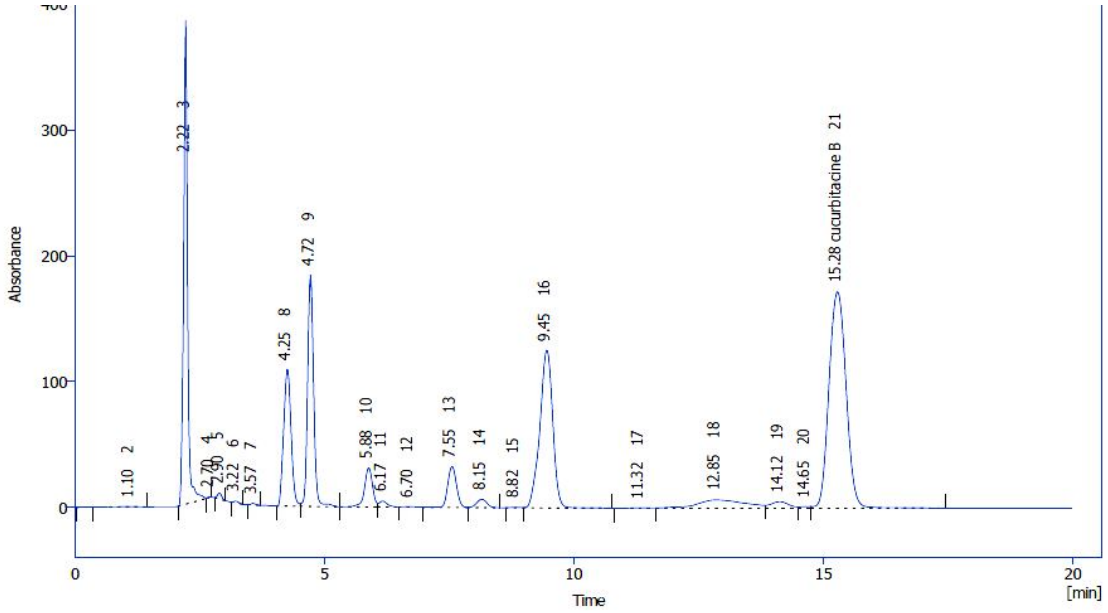

Fig 4 Chromatogram of Cucurbitacin B spectrum of *Ecballium elaterium* fresh fruit in HPLC

4- نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده خشک کردن گیاه خیار آب‌پران در روش آون خلا 45 درجه سانتی‌گراد و مایکروو 200 وات و نیز سایه باعث افزایش و بهبود برخی از پارامترهای کیفی محصول نهایی شده است. استفاده از انرژی مایکروویو در شدت کم علاوه بر جداسازی سریع آب از پیکره رویشی گیاه، موجب بهبود ویژگی‌های فیتوشیمیایی گیاه نسبت به سایه و آفتاب گردید، اما در شدت‌های بالا باعث برخی از تغییرات نامطلوب در نمونه‌ها شد. در شرایط خشک کردن با آون نیز اتفاق مشابهی رخ داد و با افزایش درجه حرارت، میزان تخریب ترکیبات ثانویه نیز افزایش یافته و در نتیجه تجمع آن‌ها در بافت گیاه، کاهش محسوس نشان داده است. با افزایش دمای آون و توان مایکروویو و مادون قرمز، زمان خشک شدن کاهش و سرعت خشک کردن افزایش یافت و در مقابل میزان آلکالوئید (جزء اصلی ترکیبات عصاره گیاهان خانواده کدوئیان) کاهش یافته است. بهترین تیمار خشک کردن، روش آون خلا در دمای 45 درجه سانتی‌گراد و در مایکروویو با توان 200 وات بوده است. همچنین، روش‌های خشک کردن در دمای 55 درجه سانتی‌گراد آون، توان 800 وات مایکروویو و مادون قرمز 0/4 وات و همچنیت روش‌های طبیعی آفتاب و سایه سبب کاهش میزان پروتئین، فنل و فلاونوئید کل شد. بیشترین میزان کوکوربیتاسین مربوط به نمونه گیاه تازه و تیمار روش خشک کردن طبیعی (سایه) بود.

درصد جذب رادیکال آزاد DPPH در روش خشک کردن با آون و مایکروویو تحت تأثیر درجه حرارت، سطح توان و زمان قرار گرفت و بیشترین سطح آن مربوط به تیمارهای گیاه تازه، آون خلا با دمای 35 و 45 درجه سانتی‌گراد بود. بهرحال تمامی ترکیبات مورد اشاره در گیاه تازه در بیشترین مقدار خود قرار داشته و در حالت کلی هر کدام از روش‌های مختلف خشک کردن نسبت به گیاه تازه اثر کاهشی در میزان ترکیبات و در نتیجه اثربخشی دارویی میوه خیار آب‌پران داشته است.

5- منابع

[1] Büyükokuroğlu, M.E., Gülçin, İ., Oktay, M. & Küfrevioğlu, Ö.İ. 2001. *In vitro* antioxidant properties of dantrolene sodium. Pharmacology Research. 2001, 44491495.

[2] Razavi, S.M. & Nejad-Ebrahimi, S. 2010. Phytochemical analysis and allelopathic activity of essential oils of *Ecballium elaterium* A. Richard growing in Iran. Natural Product Research. 24(18): 1704-1709.

[3] Greige-Gerges, H., Khalil, R.A., Mansour, E.A., Magdalou, J., Chahine, R. & Ouaini, N. 2007. Cucurbitacins from *Ecballium elaterium* Juice Increase the Binding of Bilirubin and Ibuprofen to Albumin in Human Plasma. Chemico-Biological Interactions. 169(1): 53-62.

[4] Touihri, I., Kallech-Ziri, O., Boulila, A., Fatnassi, S., Marrakchi, N. & Luis

and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 29(2): 425–437. (In Farsi)

[14] Dehghani Mashkani, M.R., Larijani, K., Mehrafarin, A. & Naghdi Badi, H. 2018. Changes in the essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under different drying methods. Industrial Crops and Products. 112: 389-395.

[15] Mohammadizad, H.A., Mehrafarin, A. & Naghdi Badi, H. 2017. Qualitative and quantitative evaluation of essential oil of Catnip (*Nepeta cataria* L.) under different drying conditions. Journal of Medicinal Plants and By-products. 16: 8-20.

[16] Rezvani Aghdam, A. Naghdi Badi, H.A., Abdossi, V., Hajiaghaee, R. & Hosseini, S. E. 2019. Changes in the Essential Oil Content and Composition of *Lippia citriodora* under Vacuum Oven-drying and Pre-drying Operation. Journal of Medicinal of Plants. 18(72): 110-120.

[17] Doymaz, I. & Karasu, S. 2018. Effect of air temperature on drying kinetics, colour changes and total phenolic content of sage leaves (*Salvia officinalis*). Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. 10: 269–276.

[18] Samadi, L., Larijani, K., Naghdi Badi, H.A. & Mehrafarin, A. 2018. Quality and quantity variation of the essential oils of *Deracocephalum kotschyi* Boiss, as affected by different drying methods. Journal of Food Processing and Preservation. 42(11): 1-12.

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

[20] Oroojalian, F., Kasra-Kermanshahi, R., Azizi, M. & Bassami, M.R. 2010. Phytochemical composition of the essential oils from three Apiaceae species and their antibacterial effects on food-borne pathogens. Food Chemistry. 120(3): 765-70.

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

[22] Sun, T., Powers, J.R. & Tang, J. 2007. Evaluation of the antioxidant activity of Asparagus, broccoli and their juices. Food Chemistry. 105: 101-106.

[23] Mostoufi, Y., Zamani, Z., Fatahi, M.M. & Khademi, O. 2009. Measurment of soluble tannins and evaluation of consumer J. 2015. *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. seed oil: Chemical composition and antiproliferative effect on human colonic adenocarcinoma and fibrosarcoma cancer cell lines. Arab J Chem. http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc. 02.023

[5] Chan, K.T., Meng, F.Y., Li, Q., Ho, T.C., Lam, T.S. & To, Y. 2010. Cucurbitacin B induces apoptosis and S phase cell cycle arrest in BEL-7402 human hepatocellular carcinoma cells and is effective *via* oral administration. Cancer Letters. 294: 118–124.

[6] Raghavan, G.S.V. & Orsat, V. 2007. Recent advances in drying of biomaterials for superior quality bioproducts. Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering. 2(1): 20-29.

[7] Rita, P. & Animesh, D.K. 2011. An Updated Overview on Peppermint (*Mentha piperita* L.). International Research Journal of Pharmacy (IRJP). 2: 1-10.

[8] Müller, J. & Heindl, A. 2006. Drying of medicinal plants, Frontis 17: 237-252.

[9] Yazdani, D., Shahnazi, S., Jamshidi, A.H., Rezazadeh, S.A. & Mojab, F. 2006. Study on variation of essential oil quality and quantity in dry and fresh herb of thyme and tarragon. Journal of Medicinal Plants. 5(17): 7-15.

[10] Caceres, A. 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarmaceuticas. Primer Congreso International FITO. Por la investigacion, conservacion y diffusion del conocimiento de lasplantasmedicinals". Lima, Peru.

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

[12] Sarabiar, S., Tahmasbi, H.A. & Zare Aliabadi, H. 2014. The effect of microwave radiation on the amount of vitamin C IN Kiwi sheets dried in the microwave and residual moisture in it. Third National Conference of Food Science and Technology, Ghoochan, Islamic Azad University, Quchan Branch, pp 4. (In Farsi).

[13] Ebadi, M. T., Rahmati, M., Azizi, M., Hassanzadeh Khayyat, M. & Dadkhah, A. 2013. The effects of different drying methods on drying time, essential oil content

amarus extracts as affected by different drying methods. Food Science and Technology. 40: 1664–1669.

[35] HajiMehdipoor, H. 2010. The effect of drying method on the phenolic compounds of *Mentha piperita*, *Mentha spicata* and *Thymus vulgaris*. National Conference on Medicinal Plants.

[36] Hajimehdipoor, H., Adib, N., Khanavi, M., Mobli, M., Amin, G.R. & Hamzeloo Moghadam, M. 2012. Comparative study on the effect of different methods of drying on phenolics content and antioxidant activity of some edible plants. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 3(10): 3712-3716.

[37] Que, F., Mao, L., Fang, X. & Wu, T. 2008. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. International Journal of Food Science and Technology. 43(7): 1195-1201.

[38] Mudau, F.N. & Ngezimana, W. 2014. Effect of Different Drying Methods on Chemical Composition and Microbial Activities of Bush Tea (*Athrixia phylicoides*). International Journal of Agriculture and Biology. 16(5): 1011-1014. http://uir.unisa.ac.za/handle/10500/13795

[39] Gulati, A., Rawat, R., Singh, B. & Ravindranath, S.D. 2003. Application of microwave energy in the manufacture of enhanced quality green tea. Journal of Agricultural and Food & Chemistry. 51(16): 4769-4774.

[40] Hossain, M., Barry Ryan, C., Martin Diana, A. & Brunton, N. 2010. Effect of drying method on the antioxidant capacity of six Lamiaceae herbs. Food Chemistry. 123(1): 85-91.

[41] Nguyen, V.T., Van Vuong, Q., Bowyer, M.C., Van Altena., I.A. & Scarlett, Ch.J. 2018. Effects of different drying methods on bioactive compound yield and antioxidant capacity of *Phyllanthus amarus*. Acta Horticulturae. 1213: 317-324.

[42] Lee, A., Ling, M., Yasir, S., Matanjun, P. & Abu Bakar, M.F. 2015. Effect of different drying techniques on the phytochemical content and antioxidant activity of *Kappaphycus alvarezii*. Journal of Applied Phycology. 27(4): 1717–1723.

[43] Hihat, S., Remini, H. & Madani, K. 2017. Effect of oven and microwave drying on acceptance of persimmon fruit cv. Karaj after deastringency treatments. Iranian journal of Sciences and food technology. 5(4): 79-89.

[24] Xiong, Z.T., Chao, L. & Bing, G. 2006. Phytotoxic effects of copper on nitrogen metabolismand plant growth in *Brassica pekinensis* Rupr. Ecotoxicology and Environmental Safety. 64: 273-280.

[25] Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. & Randall, R.G. 1951. Protein measurement with the phenol reagent. Journal of Biochemistry.193: 265-273.

[26] Shamsa, F., Monsef, H., Ghamooshi, R. & Verdianrizi, M. 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. Thailand Journal of Pharmacy and Science. 32: 17-20.

[27] Masoumiasl, A., Ghanavati, S. & Moradi, F. 2017. Comparison of morphological and phytochemical traits in some endogenous genotypes of bitter melon (*Citrullus colocynthis* L.). Iranian Journal of Plant Researches. 30(2): 407-418. (in Farsi)

[28] Pisoschi, A. & Negulescu, Gh. 2012. Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. Biochemistry & Analytical Biochemistry. 01. 10.4172/2161-1009.1000106.

[29] Ayyobi, H., Peyvast, G.A. & Olfati, J.A. 2014. Effect of drying methods on essential oil yield, total phenol content and antioxidant capacity of peppermint and dill. Journal Ratarstvo i povrtarstvo. 51(1): 18-22.

[30] Podsędek, A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. Food Science & Technology. 40(1): 1-11.

[31] Martinov, M., Oztekin, S. & Muller, J. 2007. Medicinal and Aromatic Crops. Harvesting, drying, and Processing, Haworth Food and Agricultural Press. P 390.

[32] Tabrizi, L., Dezhabon, F., Mostofi, Y. & Farimani, M. M. 2015. Change of physical and chemical factors *Calendula officinalis* flowers of different Tasyrrvsh drying and Power Plant-professor, former student of master and professor of natural resources. 243-258.

[33] Orphanides, A., Goulas, V. & Gekas, V. 2013. Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. Czech Journal of Food Sciences. 31: 509–513.

[34] Lim, Y.Y. & Murtijaya, J. 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus*

phenolic compounds and antioxidant capacity of coriander leaves. International Food Research Journal. 24(2): 503-509.

[44] MirMostafaee, S., Azizi, M., Bahreini, M., Arouiee, H. & Oroojalian, F. 2014. The effects of different drying methods on speed of drying, essential oil and microbial load in Peppermint (*Mentha* × *piperita* L.). Journal of Plant Production, 20(4): 133-147.

[45] Ponmari, G., Sathishkumar, R., Lakshmi, P.T.V., & Annamalai, A. 2011. Effect of drying treatment on the contents of antioxidants in *Cardiospermum halicacabum* Linn. International Journal of Pharmacy & Biological Sciences. 2(1): 304-313.

[46] Noori, M., Kashaninejad, M., Daraei Garme Khani, A. & Bolandi, M. 2012. Optimization of drying process of parsley using the combination of hot air and microwave methods. Journal of Food Processing and Preservation. 4(2): 103-122. (In Farsi).

[47] Iwansyah, A.C., Manh, T.D., Andriana, Y., Aiman bin Hessan, M., Kormin, F., Cuong, D.X., Xuan Hoan, N., Thai Ha, H., Thi Yen, D., Thinh, P.V., The Hai, L. & Ngoc Minh, T. 2020. Effects of Various Drying Methods on Selected Physical and Antioxidant Properties of Extracts from *Moringa oliefera* Leaf Waste. Sustainability. 12(20): 8586.

[48] Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., Pasquale, A. & Saija, A. 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. Food Chemistry. 89(4): 549-554.

[49] Khangholi, S., & Rezaeinodehi, A. 2008. Effect of drying temperature on essential oil content and composition of Sweet Wormwood (*Artemisia annua*) growing wild in Iran. Pakistan Journal of Biological Science. 11: 934-937.

[50] Catania, P., Gaglio, R., Orlando, S., Settanni, L. & Vallone, M. 2020. Design and implementation of a smart system to control aromatic herb dehydration process. Agriculture. 10, 332.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of some phytochemical compounds of *Ecballium elaterium* M. Bieb extract under different drying methods

Hossein zadeh, N. [1], Naghdi Badi, H. [2,3], Kalateh Jari, S. [4], Mehrafarin, A. [5], Saeidi-Sar, S.[6]

1. Ph.D. candidate, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
3. Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5. Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran.
6. Assistant Professor, Departmentt of Agricultural Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 02/ 19
Accepted 2022/ 07/ 03

Keywords:

Cucurbitacin,
Extract,
Infrared,
Soluble tannin,
Vacuum oven.

DOI: 10.22034/FSCT.19.126.307
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.126.24.5

*Corresponding Author E-Mail:
kalatejari@yahoo.com

ABSTRACT

The present study was conducted to investigate the influence of drying methods on the amount of some effective compounds in fruit *Ecballium elaterium* M. Bieb extract based on a completely randomized statistical design with 15 treatments and 3 replications. The treatments included different drying methods (1- Shade drying at room temperature (25±3°C) with suitable ventilation, 2- Sun drying, 3- Oven drying at 35°C, 4- Oven drying at 45°C, 5- Oven drying at 55°C, 6- Vacuum oven drying at 35°C, 7- Vacuum oven drying at 45°C, 8- Vacuum oven drying at 55°C, 9- Infrared drying at 0.2w, 10- Infrared drying at 0.3w, 11- Infrared drying at 0.4w, 12- Microwave drying at 200w, 13- Microwave drying at 500w, 14- Microwave drying at 800w) which were compared with the fresh fruit of the plant (as a control). The studied traits were total phenols content, total flavonoids content, radical scavenging activity assay, soluble tannin, total amino acids, total soluble protein, total alkaloids, and total cucurbitacin. The results showed that different drying methods had a significant effect on soluble tannin and cucurbitacin content ($P\leq0.05$) and also on other traits ($P\leq0.01$). The highest amount of total phenol and flavonoids was related to fresh plants and then vacuum oven drying at 45°C, and the highest amount of antioxidant activity and soluble tannin was found in fresh plants and then the vacuum oven drying at 55°C. The highest amount of amino acids was related to fresh plant and then 200 watt microwave treatment and the highest amount of total protein, alkaloids and cucurbitacin was related to fresh plant and then shade treatment.