مجلّهٔ طب سنّتی اسلام و ایران، سال شانزدهم، شمارهٔ اول، بهار ۱۴۰۴

مقاله اصیل پژوهشی

بررسی ترکیبات شیمیایی دود عنبرنسای حاصل از حیوان نر و مادهٔ گونهٔ *Equus asinus* با استفاده از GC/MS و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن

محمد نورانی[الف]، قمر پودینه[الف]، مهدی عیاری[الف*]

[الف]گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از دود مواد طبیعی، به‌ویژه در طب سنتی، در بیش از ۵۰ کشور جهان برای اهداف درمانی رایج است، اما ترکیبات شیمیایی و خواص زیستی بسیاری از این دودها هنوز به‌درستی شناسایی نشده‌اند. یکی از این نمونه‌ها دود دارویی عنبرنسا (سرگین گونهٔ اهلی *Equus asinus*) است که به‌طور سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف از آن استفاده می‌شود. هدف این مطالعه، شناسایی ترکیبات شیمیایی دود عنبرنسا حاصل از خرهای نر و ماده و بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن با استفاده از روش GC/MS بود.

مواد و روش‌ها: سرگین الاغ‌های نر و ماده (نابالغ و شیرده) در فصل بهار از منطقهٔ مشگین‌شهر (استان اردبیل) جمع‌آوری و دود حاصل از سوزاندن آن‌ها در متانول جذب و تغلیظ شد. پس از استخراج، نمونه‌ها برای آنالیز کروماتوگرافی تزریق شدند.

یافته‌ها: در مجموع، ۵۳ ترکیب در شش نمونهٔ مختلف با درصدهای شناسایی بالای ۹۰ درصد، شناسایی شد. ترکیبات فنولی نظیر فنل، گایاکول، p-کروزول و o-کروزول ازجمله اجزای اصلی بودند. درصد فنول‌های کل در نمونه‌ها بین ۳۷ درصد تا ۶۰ درصد متغیر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که دود عنبرنسا غلظت بالایی از ترکیبات فنلی و توان آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی دارد که می‌تواند مبنایی برای کاربرد دارویی آن و انجام پژوهش‌های بیشتر را فراهم سازد.

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها: آنتی‌اکسیدان‌ها؛ کروماتوگرافی گاز - طیف‌سنجی جرمی؛ گایاکول؛ دود

مقدمه

کاربردهای درمانی دود حاصل از سوزاندن محصولات طبیعی بیش از هر استفادهٔ دیگری موردتوجه است (۱). دود تولیدشده از مواد طبیعی و گیاهان در فرهنگ‌ها و مناطق مختلف برای اهداف گوناگونی ازجمله بخور، دارو و نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شود (۲). گیاهان، مواد معدنی و بقایای حیوانی برای اهداف درمانی، تفریحی، مراسمات مذهبی و سحر و جادو، کنترل آفات و استفاده به‌عنوان طعم‌دهنده و ایجاد رایحه سوزانده می‌شوند (۳). بنابراین، منابع مختلف شناخته‌شده‌ای برای تولید دودهای دارویی وجود دارد (۱). بشر از دیرباز از دود گیاهان دارویی برای داشتن زندگی سالم استفاده کرده است (۳). بسیاری از داروهای قدیمی در حال حاضر به شکل دود استفاده می‌شوند (۴). حدود ۸۰ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه همچنان به‌دنبال استفاده از راه‌حل‌های درمانی سنتی در مراقبت‌های بهداشتی هستند (۵). استفاده از دود تولیدشده از مواد طبیعی به‌طور گسترده در بسیاری از فرهنگ‌ها و نسخه‌های پزشکان معروف قدیم ازجمله ابن‌سینا، پزشک معروف ایرانی، توصیه شده است (۶). دود عمدتاً حاوی ترکیباتی است که خواص ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارند و برخی از آن‌ها برای درمان نورالژی، روماتیسم، خونریزی مویرگی و اختلالات پوستی استفاده

Please cite this article as:
Norani M, Poodine G, Ayyari M. Evaluation of the chemical compositions of *Anbarnesa* smoke from both male and female genus of *Equus asinus* via GC/MS, and its antioxidant properties. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. 2025;16(1):27-38. doi:10.22034/16.1.4

Copyright © :Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

* فرد مسئول مکاتبات: m.ayyari@modares.ac.ir

می‌شوند (۷، ۸). محققان به‌دنبال داروهایی طبیعی هستند که عوارض جانبی کمتری داشته باشند و طب سنتی ایران مرجع ارزشمندی در این زمینه است (۹). دود حاصل از مواد طبیعی می‌تواند کاربردهای زیستی مختلفی داشته باشد، ازجمله خواص ضدمیکروبی، ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و حتی آرام‌بخش که این ویژگی‌ها ناشی از وجود ترکیبات فعال فرّار در دود آن است (۱۰).

فعالیت بیولوژیکی دود به‌عنوان یک داروی طبیعی به وجود ترکیباتی مانند فنل‌ها، کربونیل‌ها و اسیدهای آلی نسبت داده می‌شود (۱۱). استفاده از دودهای دارویی در درمان بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری‌های میکروبی و عفونت‌ها در ایران، ترکیه و مالزی از دیرباز رواج داشته است (۴). استفاده از دودهای دارویی در نزدیک به ۵۰ کشور گزارش شده و یکی از انواع آن دود دارویی عنبرنسا می‌باشد (۳). در نسخه‌های خطی طب سنتی ایرانی، از سرگین حیوانات مختلف (مانند اسب، سگ، روباه، الاغ، تمساح و غیره) برای درمان بیماری‌های مختلف نام برده شده است. در میان موارد ذکرشده، سرگین الاغ هنوز در عطاری‌های ایران با نام عنبرنسارا وجود دارد (۱۲). اگرچه عطاران بر ماهیت عنبرنسارا به‌عنوان سرگین الاغ ماده اصرار دارند، اما در مورد جنسیت الاغ در نسخه‌های خطی پزشکی ایرانی بحثی نشده است (۱۳).

در طب سنتی ایران از دود عنبرنسا (دود حاصل از سوزاندن سرگین الاغ) برای درمان زخم‌ها و بیماری‌های التهابی مانند استوماتیت و عفونت گوش استفاده می‌شده است (۸). در یک مطالعه، اثر ضدباکتریایی عنبرنسا در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد و نتایج نشان داد که برای گونه‌های مختلف، اثر بازدارندگی رشد باکتریایی دارد که به‌طور قابل‌توجهی بهتر از نمونه‌های شاهد عمل کرده است (۱۴). فرایند تخمیر و هضم در دستگاه گوارش الاغ ممکن است باعث ایجاد برخی از عوامل آنتی‌بیوتیکی در مدفوع حیوان شود که یکی از مکانیسم‌های اثرات ضدمیکروبی دود حاصل از عنبرنسا است (۴). شفیعی و مروج صالحی دود عنبرنسا را با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جرمی (GC/MS) تجزیه و تحلیل کرده و ترکیبات تشکیل‌دهندهٔ آن مانند اسید استیک، هگزان، بتاکاروتن، آکونیتان، دی متیل آمین را جدا کردند (۸). عطایی مقدم و همکاران (۱۵) گزارش دادند میزان تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های عنبرنسا در محدودهٔ بین ۸/۸۶ تا ۲۸/۳۸ درصد بود که بیشترین این میزان مربوط به غلظت ۹ درصد بود. در مقابل، کمترین میزان مربوط به غلظت ۳ درصد بود. در واقع در عصاره‌های غلیظ‌تر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر بوده است.

روشه و همکاران گزارش کردند که دود می‌تواند از بذرها و نهال‌ها در برابر خوردگی میکروبی محافظت کند (۱۶). پاسونن و همکاران (۱۷) نشان دادند که دود حاوی هیدروکربن‌های معطر، ترکیبات کلر و آلدئید است که می‌تواند آسیب قارچ‌های اندوفیت را کاهش دهد؛ زیرا این ترکیبات دود، ساختار شیمیایی مشابهی با ترکیبات قارچ‌کش شناخته‌شده نشان می‌دهند. درنتیجه مطالعهٔ دیگری نشان داد که دود ناشی از سوزاندن مواد گیاهی دارویی برخی از باکتری‌های مضر برای گیاهان باغی را از بین می‌برد (۱۸). مطالعات کمی در مورد محصولات حاصل از دود، استنشاقی، بخور و مشتقات آن‌ها وجود دارد (۱۹). هدف ما در این مطالعه، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای ترکیبات آلی فرّار موجود در دود عنبرنسای خردشده و پودرشدهٔ حاصل از الاغ نر و مادهٔ نابالغ و شیرده است.

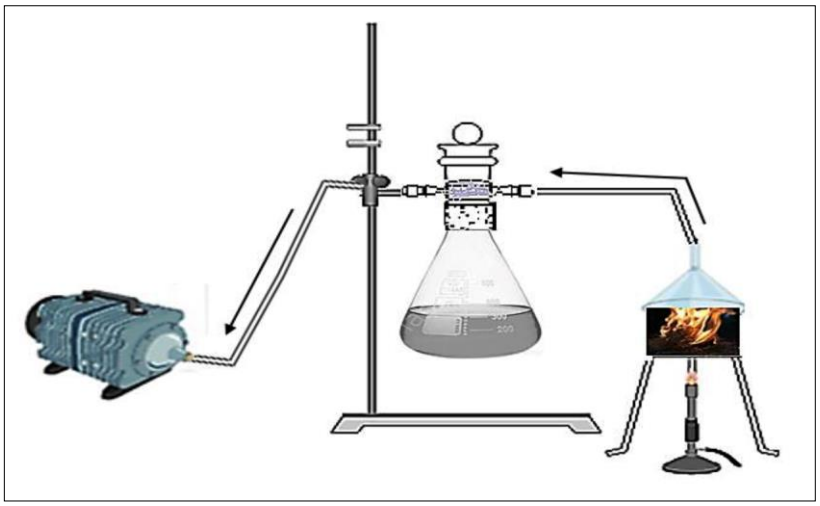
مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه‌ها و عصاره‌گیری

در این مطالعه، سرگین الاغ نر و ماده (نابالغ و شیرده) در بهار سال ۱۴۰۰ از یکی از مزارع شمال شهر مشگین‌شهر در استان اردبیل ایران جمع‌آوری شد. این نمونه‌ها خشک شدند تا آمادهٔ سوزاندن شوند. نمونه‌های سرگین حاصل از الاغ نر و مادهٔ نابالغ و شیرده به دو صورت پودرشده و خردشده سوزانده شدند که جزئیات نمونه‌ها در جدول ۱ آمده است. به‌طور کلی، پنج گرم از هر نمونه سوزانده شد و دود حاصل در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول حل و توسط محفظهٔ شیشه‌ای جمع‌آوری گردید (شکل ۱). تمام عصاره‌ها با کاغذ صافی Whatman شمارهٔ ۱ فیلتر شده و سپس با استفاده از دستگاه روتاری در دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد تغلیظ شدند. عصاره‌ها خشک شده و تا زمان تزریق به دستگاه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری گردیدند.

جدول ۱. **نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به همراه اختصارات و توضیحات مربوط به هر اختصار**

اختصارات	توضیحات
A	دود سرگین خردشده از الاغ نر
B	دود سرگین پودرشده از الاغ نر
C	دود سرگین خردشده از الاغ مادهٔ نابالغ
D	دود سرگین پودرشده از الاغ مادهٔ نابالغ
E	دود سرگین خردشده از الاغ مادهٔ شیرده
F	دود سرگین پودرشده از الاغ مادهٔ شیرده



شکل ۱. **طرح کلی مراحل سوزاندن و جمع‌آوری دود عنبرنسا**

تجزیه و تحلیل GC-MS و شناسایی ترکیبات شیمیایی دود

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل TRACE MS ساخت شرکت Termoquest- Finnigan متصل‌شده به دستگاه طیف‌سنج جرمی Quadrupole و برنامهٔ دمایی و دمای محفظهٔ تزریق مشابه با کروماتوگراف گازی استفاده شد. انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون‌ولت و طول ستون مورداستفاده ۳۰ متر و قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایهٔ فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بود. نوع گاز حامل نیز هلیوم با جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبهٔ شاخص بازداری و مطابقت هر ترکیب با منابع از طریق تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C8-C24) تحت شرایط یکسان با تزریق نمونه‌ها به‌دست آمد. همچنین مقایسهٔ طیف‌های جرمی هر پیک با استاندارد موجود در کتابخانهٔ دستگاه، که شامل Adams و Wiley بود، نیز صورت پذیرفت (۲۰).

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای این منظور از DPPH (2,2-Diphenyl- Picryl-Hydrazy)، که یک نوع رادیکال آزاد است، استفاده شد (۲۱). ابتدا عصارهٔ متانولی دودها با غلظت‌های ۱۰۰۰۰، ۳۰۰۰، ۱۰۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر متانول تهیه شد. در این مرحله DPPH با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر متانول آماده گردید. سپس مخلوطی با حجم ۲۰۰ میکرولیتر حاوی DPPH و متانول به نسبت ۱ به ۲ و ۳۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره‌ها

تهیه و هرکدام با سه تکرار در پلیت‌های ۹۶تایی ریخته شد. نمونه‌ها تا یک ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور در تاریکی قرار داده شدند. جذب نمونه‌ها بلافاصله با دستگاه الایزاریدر در ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری گردید. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH نمونه‌ها با استفاده از رابطهٔ زیر به دست آمد. از ترکیب BHT به‌عنوان کنترل مثبت استفاده گردید.

$$RSC(\%) = 100 \times (\frac{A_{blank} - A_{sample}}{A_{blank}})$$

(درصد مهار رادیکال‌های آزاد)

A_{blank} = جذب بلانک

A_{sample} = جذب نمونه

همچنین برای مقایسهٔ فعالیت عصاره‌ها از پارامتر IC_{50} استفاده شد (IC_{50} غلظتی از عصاره است که ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را مهار می‌کند).

سنجش ترکیبات فنلی و فلاونوئید کل

محتوی ترکیب فنلی کل با استفاده از روش Folin-Ciocalteu (۲۲) تعیین شد. برای این کار، عصاره‌های دود با غلظت ۰/۰۱ گرم در میلی‌لیتر متانول تهیه گردید. همچنین سدیم‌کربنات هفت درصد حل‌شده در آب مقطر در بالن ژوژه تهیه شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از هر عصاره در لولهٔ آزمایش ریخته شد و به‌دنبال آن دو میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر فولین اضافه گردید. با رعایت فاصلهٔ زمانی سه دقیقه بعد از اضافه‌شدن فولین، ۳۰۰ میکرولیتر سدیم‌کربنات هفت درصد نیز اضافه شد و نمونه‌ها در سه تکرار آماده شدند. سپس محلول حاصل به مدت دو ساعت در دستگاه شیکر انکوباتور قرار داده شد و درنهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. همچنین از طریق منحنی استاندارد گالیک اسید، که با غلظت‌های ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد، مقدار فنل کل، محاسبه و بر حسب اکی‌والان گالیک اسید در یک گرم عصارهٔ خشک گزارش گردید. برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل از روش Ordonez و همکاران (۲۳) استفاده شد. ابتدا عصاره‌های دود با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متانول تهیه گردید. همچنین مقدار معینی آلومینیوم‌کلرید دو درصد حل‌شده در متانول آماده گردید. سپس ۶۰۰ میکرولیتر از عصاره در لولهٔ آزمایش ریخته شد، ۶۰۰ میکرولیتر آلومینیوم‌کلرید دو درصد اضافه گردید و نمونه‌ها در سه تکرار آماده شدند. محلول حاصل بعد از ۱۰ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر خوانده شد. همچنین با استفاده از منحنی استاندارد کوئرسیتین، که با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شده بود، مقدار فلاونوئید کل، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم کوئرسیتین اکی‌والان در یک گرم عصارهٔ خشک (mg QE/g DW) گزارش گردید.

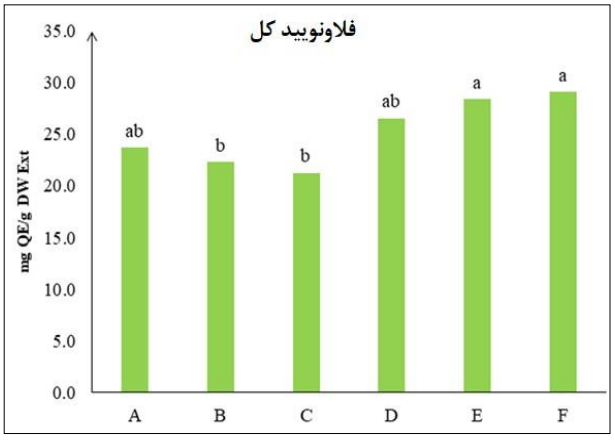
تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای sas، نسخهٔ ۹/۲ استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 و برای تعیین ضرایب همبستگی بین صفات نرم‌افزار sas، نسخهٔ ۹/۲ استفاده گردید.

یافته‌ها

عملکرد عصاره‌های دود

عملکرد همهٔ عصاره‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین عملکرد عصاره در نمونهٔ E (عصارهٔ دودی سرگین خردشدهٔ الاغ شیرده) با ۷/۷ درصد وزنی/وزنی (W/W) به دست آمد. نمونهٔ B (عصارهٔ دودی سرگین پودرشدهٔ الاغ نر) با ۱/۷ درصد وزنی/وزنی، کمترین عملکرد عصاره را نشان داد.



شکل ۲. **مقایسهٔ عملکرد عصاره در بین نمونه‌های دود عنبرنسا**

ترکیب شیمیایی عصاره‌های دود

در کـــل ۵۳ ترکیـــب در نمونـــه‌های A، B، C، D، E و F به‌ترتیب با مقادیر ۹۲ درصـد، ۹۲/۹ درصـد، ۹۰/۲ درصـد، ۹۲ درصد، ۹۰/۷ درصد و ۹۰/۳ درصد شناسـایی شـد (جـدول ۲). نتایج نشان داد که بیشتر ترکیبات شناسایی‌شده ترکیبات فنلی هستند. درصد ترکیبات فنلی کـه در عصـاره‌های دود A، B، C، D، E و F شناسایی شدند به‌ترتیب ۴۲ درصد، ۳۷ درصد، ۴۹/۲ درصد، ۴۱/۱ درصد، ۴۸/۸ درصد و ۶۰/۲ درصد به دسـت آمـد. اجزای مهـم شناسایی‌شـده در نمونـهٔ A عبارت‌انـد از: گایـاکول (۱۰/۲ درصد)، فنل (۸/۸ درصد)، فنل، ۲،۶ - دی‌متوکسی (۷/۵ درصد) و پـی – کرسـول (۴/۴ درصـد). در نمونـهٔ B، ترکیبـات اصـلی گایـاکول (۱۰/۲ درصـد)، فنـل (۸/۸ درصـد)، فنـل، ۲،۶ – دی‌متوکسی (۸/۸ درصد) و وینیل گایاکول (۸/۸ درصـد) شناسـایی گردیـد. فنـل، گایـاکول، او – کرسـول و فنـل، ۲،۶- دی‌متوکسی با مقـادیر ۱۳/۶ درصـد، ۱۲ درصـد، ۵/۸ درصـد و ۵/۴ درصد به‌عنوان ترکیبات اصلی در نمونهٔ C به دست آمدنـد. فنل، ۲،۶ – دی‌متوکسی (۱۰/۴ درصد)، گایاکول (۸/۴ درصـد)، فنـل (۶/۷ درصـد) و اوژنـول متوکسـی (۵/۳ درصـد) بـه‌عنوان ترکیبات اصلی فنلی در نمونهٔ D شناسایی شدند. اجـزای فنلـی اصلی شناسایی‌شده در نمونهٔ E به‌ترتیب فنـل، گایـاکول، فنـل، ۲،۶ - دی‌متوکسی و ام – کرسول بـا مقـادیر ۱۳/۹ درصـد، ۹/۸ درصد، ۵/۲ درصـد و ۴/۵ درصـد بودنـد. فنـل (۱۷/۶ درصـد)، گایاکول (۱۱/۴ درصد)، کرسول (۷ درصد) و هیدروکینون (۴/۸ درصد) بـه‌عنوان ترکیبـات فنلـی اصـلی در نمونـهٔ F شناسـایی شدند. سایر اجزای مهم شناسایی‌شده در عصاره‌های دود شـامل فوران ۲ - منتول، هگزانوئیک اسید، اس - تریازول، ۳ - استامیدو و نئوفتادین هستند کـه از نظـر کمّـی و کیفـی جـزو ترکیبـات مهمی می‌باشند.

جدول۲. **ترکیبات شناسایی‌شده در عصاره‌های دود عنبرنسا**

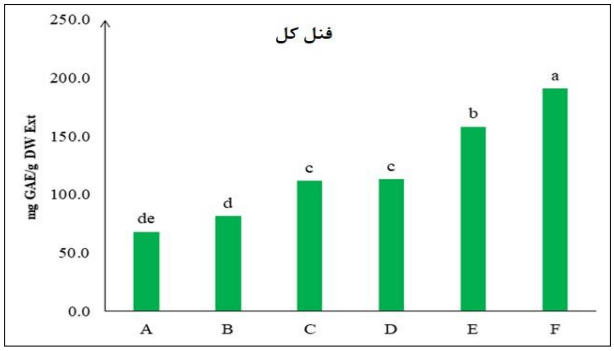
ردیف	زمان بازداری	ترکیب	F%	E%	D%	C%	B%	A%	شاخص بازداری
۱	۷/۱	1,4-Dioxane		۱/۰					۷۰۶
۲	۷/۲	2,5-Dimethylpyridine	۰/۴					۰/۶	۹۲۸
۳	۸/۰	3-Methyl-2-cyclopenten-1-	۲/۸	۲/۹	۰/۸	۲/۷	۱/۶	۱/۳	۹۷۳
۴	۸/۴	2(5H)-Furanone, 3-methyl	۰/۵			۰/۷	۰/۵	۰/۹	۹۸۹
۵	۸/۵	Phenol	۱۷/۶	۱۳/۹	۶/۷	۱۳/۶	۶/۵	۸/۸	۹۹۲
۶	۸/۶	Methyl levulinate	۰/۶	۱/۱					۱۰۰۲
۷	۸/۷	2-Hydroxy-gamma-			۰/۹			۰/۷	۱۰۱۳
۸	۸/۹	2,4-Dimethyl-2-oxazoline-				۸/۲		۲/۲	–
۹	۹/۰	2-Furanmethanol,	۱/۴	۱/۷		۱/۸		۰/۵	–
۱۰	۹/۵	1,2-Cyclopentanedione, 3-	۳/۷	۳/۲	۰/۸	۵/۳	۱/۶	۷/۶	۱۰۴۳
۱۱	۱۰/۱	O-Cresol	۲/۲	۲/۲	۱/۹	۵/۸	۰/۸	۰/۷	۱۰۶۸
۱۲	۱۰/۵	P-Cresol					۱/۹	۴/۴	۱۰۹۳
۱۳	۱۰/۶	M-cresol	۴/۵	۴/۳				۴/۰	–
۱۴	۱۰/۷	1-Propyl-4-piperidone				۲/۸	۰/۸		–
۱۵	۱۰/۸	Guaiacol	۱۱/۴	۹/۸	۸/۴	۱۲/۰	۶/۰	۱۰/۲	۱۰۹۶
۱۶	۱۰/۹	Dihydro-4-hydroxy-2-(3H)-	۱/۴	۱/۹	۳/۰	۲/۶		۵/۱	–
۱۷	۱۱/۷	Maltol	۰/۵			۱/۰		۱/۱	۱۱۲۹
۱۸	۱۱/۸	Phenol, 2,6-dimethyl	۰/۷	۱/۹					۱۱۳۰
۱۹	۱۲/۲	Phenol, 4-ethyl	۱/۹		۰/۸	۱/۱	۱/۰	۱/۶	۱۱۶۵

جدول۲ (ادامه). **ترکیبات شناسایی‌شده در عصاره‌های دود عنبرنسا**

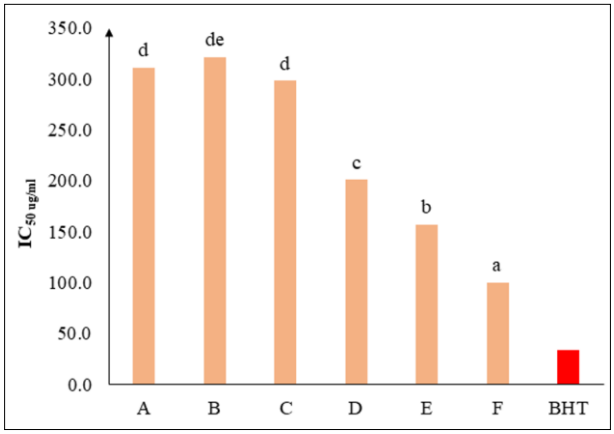
ردیف	زمان بازداری	ترکیب	F%	E%	D%	C%	B%	A%	شاخص بازداری
۲۰	۱۲/۳	S-Triazole, 3-acetamido				۵/۷		۹/۵	–
۲۱	۱۲/۴	Octanoic acid, 4-	۱/۲	۱/۱	۲/۰		۱/۱		۱۱۹۰
۲۲	۱۲/۶	(S)-(+)-2',3'-	۲/۰	۱/۹	۱/۴			۱/۳	–
۲۳	۱۲/۷	Creosol	۷/۰	۰/۷	۰/۸	۴/۵	۲/۱	۱/۸	۱۱۹۲
۲۴	۱۲/۸	2-Furanmethanol,	۱/۴	۱۰/۰	۶/۹			۳/۹	–
۲۵	۱۳/۱	1,4:3,6-Dianhydro-.alpha.-	۰/۹	۱/۸	۱/۷	۱/۱		۱/۳	–
۲۶	۱۳/۳	Benzofuran, 2,3-dihydro	۲/۴		۲/۰	۰/۹	۳/۳	۰/۷	۱۲۲۳
۲۷	۱۳/۶	Propanoic acid, 3-chloro-	۰/۵	۲/۰		۰/۵		۰/۹	۱۲۴۰
۲۸	۱۴/۲	Hydroquinone	۴/۸		۲/۰				۱۲۴۱
۲۹	۱۴/۳	4-Ethylguaiacol		۴/۴	۱/۵	۲/۵			–
۳۰	۱۴/۸	Vinyl guaiacol	۴/۳	۳/۸	۴/۵	۱/۹	۴/۷	۱/۸	۱۳۲۸
۳۱	۱۵/۴	Phenol, 2,6-dimethoxy	۴/۰	۵/۲	۱۰/۴	۵/۴	۵/۴	۷/۵	۱۳۵۷
۳۲	۱۵/۵	Phenol, 2-methoxy-3-(2-				۰/۴	۰/۷		۱۳۶۲
۳۳	۱۶/۷	Syringol			۲/۵	۱/۱	۱/۸	۱/۴	۱۴۴۷
۳۴	۱۶/۸	Phenol, 2-methoxy-4-(1-	۱/۸	۱/۹	¼	۱/۶	۴/۴	۱/۲	۱۴۵۶
۳۵	۱۷/۴	Apocynin			۱/۵	۰/۶			۱۴۹۶
۳۶	۱۷/۸	Benzene, 1,2,3-trimethoxy-	۱/۰	۱/۶	۲/۷	۱/۱	۲/۶	۱/۵	–
۳۷	۱۷/۹	2-Propanone, 1-(4-hydroxy-	۰/۵		۱/۴	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۱۵۱۳
۳۸	۱۸/۳	3,5-	۰/۸	۱/۲	۳/۲			۰/۷	–
۳۹	۱۸/۸	Eugenol methoxy			۵/۳	۰/۴	۱/۸	۱/۴	۱۵۲۱
۴۰	۲۰/۱	Phenol, 2,6-dimethoxy-4-		۰/۷		۰/۴	۳/۵		۱۵۷۴
۴۱	۲۰/۳	1-Dodecanol, 3,7,11-	۰/۶		۰/۷		۱/۵	۰/۴	۱۵۷۶
۴۲	۲۰/۶	Ligustilide <(Z)					۸/۰		۱۷۳۴
۴۳	۲۰/۹	3,5-Dimethoxy-4-		۰/۷	۱/۰	۰/۵		۰/۶	–
۴۴	۲۱/۵	Neophytadiene	۰/۸		½	۰/۹	۳/۱	۱/۰	۱۸۱۰
۴۵	۲۱/۷	Pentadecanoic acid			۰/۸	۰/۳	۰/۶	۰/۶	۱۸۷۱
۴۶	۲۲/۴	Hexadecenoic acid, methyl	۰/۶	۰/۷	۱/۱	۰/۴	۲/۶	۰/۶	۱۹۳۳
۴۷	۲۲/۸	N-Hexadecenoic acid	۳/۴	۴/۱	۵/۸	۰/۸	۱۶/۰	۲/۰	۱۹۶۸
۴۸	۲۴/۴	Phytol acetate			۰/۷	۰/۵	۰/۹	۰/۴	۲۱۱۳
۴۹	۲۴/۵	Methyl stearate	۰/۵		۱/۱	۰/۳	۲/۱	۰/۶	۲۱۲۳
۵۰	۲۴/۸	Octadecanoic acid	۰/۷	۳/۴	۱/۶		۳/۶	۰/۶	۲۱۸۷
۵۱	۲۶/۴	Eicosanoic acid, methyl		۰/۹			۰/۵		۲۳۳۹
۵۲	۲۸/۳	Bis (2-ethylhexyl) phthalate	۱/۵				۰/۶		۲۵۴۶
۵۳	۳۰/۸	N-Octacosane		۰/۷	۰/۹		۰/۵		۲۸۰۰
		درصد کل	۹۰/۳	۹۰/۷	۹۳	۹۰/۲	۹۲/۹	۹۲	

فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتویات فنول و فلاونوئید کل

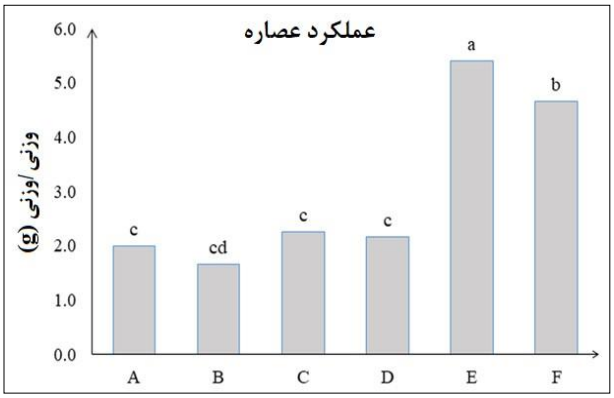
نتایج مقایسهٔ فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شکل ۳ نشان داده شده است. در سنجش قدرت آنتی‌اکسیدانی، بیشترین فعالیت مهار رادیکال آزاد در نمونهٔ F (عصارهٔ دود سرگین پودرشده از الاغ مادهٔ شیرده) با IC50 ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر مشاهده شد که در مقایسه با BHT (۳۳ گرم در میلی‌لیتر)، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان صنعتی دارای قدرت بازدارندگی قابل‌توجهی است. کمترین فعالیت بازدارندگی در نمونهٔ B (عصارهٔ دودی سرگین خردشدهٔ الاغ نر) با IC50 ۳۱۱ میکروگرم در میلی‌لیتر مشاهده شد. نتایج شکل ۴ نشان می‌دهد که بالاترین محتوی فنل کل در نمونهٔ F (عصارهٔ دودی سرگین پودرشده از الاغ مادهٔ شیرده) با مقدار ۱۹۰/۸ میلی‌گرم، گالیک اسید بر گرم عصارهٔ خشک (GAE/g DW) می‌باشد. کمترین محتوی فنل کل در نمونهٔ A (عصارهٔ دودی سرگین خردشدهٔ الاغ نر) با ۶۸ میلی‌گرم، گالیک اسید بر گرم



شکل ۳. **مقایسهٔ فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بین عصاره‌های دود عنبرنسا. پایین‌ترین مقدار IC50 نشانگر قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتر است.**



شکل ۴. **مقایسهٔ محتوای فنل کل در بین عصاره‌های دود عنبرنسا**



شکل ۵. **مقایسهٔ محتوای فلاونوئید کل در بین عصاره‌های دود عنبرنسا**

عصارهٔ خشک مشاهده شد. عصارهٔ دودی سرگین پودرشده از الاغ مادهٔ شیرده (F) دارای بالاترین میزان فلاونوئید در بین نمونه‌ها بود (شکل ۵). درواقع نتایج این تحقیق نشان داد که سرگین حاصل از الاغ مادهٔ شیرده همان عنبرنسا است. همبستگی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل، محتوی فنل و فلاونوئید کل در عصاره‌های دود در جدول ۳ ارائه شده است. همبستگی مثبت بالایی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل مشاهده گردید ($p\leq0.01$ ،$r=0.75$). همبستگی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فلاونوئید کل نیز معنی‌دار شد ($p\leq0.01$ ،$r=0.5$).

بحث

نتایج عملکرد عصاره‌ها تفاوت قابل‌توجهی را در تمامی نمونه‌ها نشان داد. تفاوت در عملکرد عصاره در بین این نمونه‌ها ممکن است مربوط به توانایی حلال در دسترسی متفاوت به اجزای قابل‌استخراج باشد که ناشی از وجود ساختارهای متنوع در ترکیبات شیمیایی طبیعی است (۲۴). برخی از مشتقات فنل مانند گایاکول و سیرینگول و ترکیبات مربوط به آن‌ها از تجزیه در اثر حرارت لیگنین منشأ می‌گیرند. مقایسهٔ ترکیبات فرار دود عنبرنسا در مطالعات قبلی، با استفاده از جرم GC تجزیه و تحلیل شده است و چندین ماده مانند دی‌کلرومتان، لیمونن، اسید استیک و چندین ترکیب دیگر شناسایی شده‌اند (۲۵).

در مطالعه‌ای بر روی ترکیبات عنبرنسا، بیست‌ودو ترکیب شناسایی شدند که هگزادکانوئیک اسید با مقدار ۲۹/۴ درصد،

جدول۳. **ضرایب همبستگی ساده بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوی فنل و فلاونوئید کل در عصاره‌های دود عنبرنسا**

	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فلاونوئید کل	فنل کل
فنل کل	۰/۷۵**	ns-۰/۲۲	۱/۰۰
فلاونوئید کل	۰/۵**	۱/۰۰	
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۱/۰۰		

** و ns به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و غیرمعنی‌دار

ترکیب اصلی دود معرفی شد. دیگر ترکیبات غالب دود عبارت از هگزا دکانوئیک اسید (۲۹/۴ درصد)، سیس ۹ –اکتا دکانوئیک اسید (۱۷/۷ درصد) و اکتا دکانوئیک اسید (یا استئاریک اسید، ۱۰/۸ درصد) بودند که با ترکیبات شناسایی‌شده در مطالعهٔ ما تفاوت داشتند (۲۶). دلایل تفاوت ترکیبات شناسایی‌شده در نمونه‌های مختلف عنبرنسا می‌تواند ناشی از عوامل متعددی مانند نوع رژیم غذایی حیوان، شرایط زیست‌محیطی، نژاد، سن، و روش‌های جمع‌آوری و فرآوری باشد (۲۷).

همچنین برخی از عوامل دارای فعالیت بیولوژیک در دود ازجمله، فنل، کرسول، لیکوکالکون A، کارواکرول و چندین ترکیب دیگر، ترکیبات ضدنئوپلاسم‌ها مانند کلرید پروسپیدیوم (۲۸)، مونوترپن‌ها، دی‌ترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شناسایی گردیده است (۲۹). به‌طور کلی، فنل‌ها به‌عنوان ترکیبات فعال و مؤثر شناخته می‌شوند و برخی از این اجزا به‌عنوان ضدعفونی‌کننده و یا به‌عنوان نگه‌دارنده در محصولات آرایشی و بهداشتی و غذایی استفاده می‌شوند (۳۰). دود عنبرنسا به‌عنوان یک مادهٔ طبیعی شناخته‌شده، به‌دلیل وجود ترکیبات فنلی بالا و قابلیت‌های آنتی‌اکسیدانی در مهار عوامل میکروبی و افزایش عمر نگهداری محصولات کمک کند (۱۸). ترکیبات معطر و فرار موجود در آن می‌توانند به تخریب دیوارهٔ سلولی باکتری‌ها کمک کرده و از رشد آن‌ها جلوگیری کنند (۳۱). همچنین، استنشاق دود این ماده می‌تواند سیستم ایمنی بدن را تقویت کند و به بدن در مقابله با عفونت‌ها یاری رساند (۳۲). مطالعات علمی نشان داده‌اند که دود عنبرنسا در کنار ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، فعالیت ضدباکتریایی مؤثری علیه باکتری‌های مختلف ازجمله استافیلوکوکوس و اشرشیا کلی دارد (۱۸). به‌طور کلی، خواص ضدباکتریایی دود عنبرنسا به‌عنوان یک گزینهٔ طبیعی و مؤثر در حفظ سلامت و بهبود کیفیت زندگی مطرح می‌شود.

متابولیت‌های ثانویه، به‌ویژه فنول‌های گیاهی، گروه بزرگی از ترکیبات را تشکیل می‌دهند که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های اولیه عمل می‌کنند. در میان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهی، ترکیبات فنولی به‌طور گسترده در بسیاری از گیاهان توزیع شده‌اند (۳۳). خواص آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی عمدتاً به‌دلیل ظرفیت احیاکنندگی و ساختار شیمیایی آن‌ها است که آن‌ها را قادر به خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی و خاموش‌کردن مولکول‌های اکسیژن تک و سه‌گانه می‌کند. ترکیبات فنولی، با انتقال الکترون به رادیکال‌های آزاد، واکنش‌های اکسیداسیون چربی را مهار می‌کنند (۳۴). به‌طور کلی، مکانیسم ترکیبات فنولی برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی، خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد لیپید و جلوگیری از تجزیهٔ پراکسیدهای هیدروژن به رادیکال‌های آزاد است. تحقیقات نشان داده که بسیاری از ترکیبات گیاهی می‌توانند به‌عنوان خنثی‌کنندهٔ رادیکال‌های آزاد عمل کنند. اندازه‌گیری‌های DPPH به‌طور گسترده به‌عنوان پارامترهای معتبر در ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات خالص و همچنین عصاره‌های گیاهی در شرایط آزمایشگاهی در نظر گرفته می‌شوند (۳۵). روش DPPH یک تکنیک ساده، قابل‌اعتماد، مقرون‌به‌صرفه و عملی مبتنی بر کاهش است که از آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر برای بررسی پتانسیل آنتی‌اکسیدانی دودها استفاده شد. این فرآیند معمولاً برای بررسی اسپکتروفتومتری فعالیت بازدارندگی رادیکال‌های آزاد (RSA) استفاده می‌شود. فاکتور IC50 (مقدار غلظت مؤثر) برای توصیف نتایج روش DPPH استفاده شده و به‌عنوان غلظتی توصیف می‌شود که باعث کاهش ۵۰درصدی عملکرد DPPH می‌شود (۳۶).

سوارز و همکاران (۳۷) در تحقیقی بر روی قدرت آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ دود مایع گزارش کردند که دود مایع، قدرت مهار رادیکال آزاد برابر با IC50 ۲۴۴ میکروگرم در میلی‌لیتر را نشان داده است. فعالیت آنتی‌اکسیدانی دود بیشتر به ترکیبات آن به‌خصوص ترکیبات فنلی بستگی دارد (۳۰). ترکیبات دود بسیار پیچیده است و این ترکیبات متعلق به بسیاری از رده‌های شیمیایی ازجمله آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، اسیدها، استرها، مشتقات فوران و پیران، مشتقات فنلی، هیدروکربن‌ها و ترکیبات نیتروژن‌دار هستند (۳۸). اثرات فارماکولوژیکی دود ممکن است مربوط به ترکیبات فنلی و قطبی آنا بوده و عنبرنسا می‌تواند منبع آنتی‌بیوتیک و دارای خواص معجزه‌آسا باشد (۴، ۴۰). در عصاره‌های دود مایع لیگنین به‌عنوان یک پلیمر معطر، قابلیت تبدیل به ترکیبات فنلی را دارد (۳۳). با توجه به وجود همبستگی بین خصوصیات فیتوشیمیایی عصاره‌های دود عنبرنسا، نتایج این مطالعه با نتایج محققان قبلی مطابقت دارد که در آن همبستگی بالایی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل گیاه چای و کنف مشاهده شده بود (۴۰). ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بسیار مهم در گیاهان و طبیعت هستند که از طریق مهار رادیکال‌های آزاد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی از خود نشان می‌دهند (۴۰). فعالیت‌های زیستی مؤثر ترکیبات فنلی مانند فعالیت ضدباکتریایی و ضدقارچی به ساختار شیمیایی آن‌ها مربوط می‌شود، به‌ویژه وجود ساختار معطر و گروه‌های هیدروکسیل که قادر به خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد و سایر گونه‌های فعال اکسیژن هستند. برای مقابله با این چالش، سیستم‌های دارورسانی جدید ترکیبات طبیعی مانند نانوکپسوله‌سازی، یک سیستم دارورسانی مؤثر برای انتقال و رهاسازی بهینهٔ ترکیبات فنلی به اهداف موردنظر است.

نتیجه‌گیری

استفاده از دود عنبرنسا در طب سنتی به‌عنوان یک روش طبیعی برای بهبود سلامت جسمی و روحی شناخته می‌شود. عنبرنسا دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی کل نسبتاً بالایی است. همچنین، همبستگی مثبت بین محتوی فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تمامی عصاره‌های دود مشاهده گردید. ترکیبات فنلی چشم‌انداز وسیعی از فاکتورهای بیولوژیکی مانند فعالیت‌های ضدمیکروبی و ضدسرطانی و همچنین اثرات محافظتی در برابر بیماری‌های عصبی را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج این تحقیق، مطالعات بیشتر در مورد خواص فیتوکمیکال انواع دودهای درمانی مانند دود حاصل از سوختن فرآورده‌های حیوانی و گیاهان دارویی برای استفادهٔ مؤثر در طب سنتی پیشنهاد می‌شود.

تضاد منافع

این مقاله هیچ تضاد منافعی ندارد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در گروه علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفته است. همچنین از زحمات و کمک‌های آقای مهندس محسن یادگاری در طی انجام پروژه سپاسگزاری می‌کنیم.

References

1. Pennacchio M, Jefferson L, Havens K. Uses and abuses of plant-derived smoke: Its ethnobotany as hallucinogen, perfume, incense, and medicine. Oxford University Press; 2010 Jul 23.
2. Fabricant DS, Farnsworth NR. The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. Environmental Health Perspectives. 2001 Mar;109(suppl 1):69-75.
3. Mohagheghzadeh A, Faridi P, Shams-Ardakani M, Ghasemi Y. Medicinal smokes. Journal of Ethnopharmacology. 2006 Nov 24;108(2):161-84.
4. Compounds-Anbar TN. Antibacterial effect of two Persian traditional natural compounds-Anbar Nesara and Esfand-'S Fume on treatment of the bacterial vaginitis. American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics. 2018;6(1):6.
5. Patwardhan B, Partwardhan A. Traditional Medicine: Modern approach for affordable global health. Switzerland: World Health Organization; 2005 Mar 25;1-172.
6. Abu-Asab M, Amri H, Micozzi MS. Avicenna's medicine: A new translation of the 11th-century canon with practical applications for integrative health care. Simon and Schuster; 2013 Jul 4.
7. Alamgir AN, Alamgir AN. Secondary metabolites: Secondary metabolic products consisting of C and H; C, H, and O; N, S, and P elements; and O/N heterocycles. Therapeutic Use of Medicinal Plants and Their Extracts: Volume 2: Phytochemistry and Bioactive Compounds. 2018:165-309.
8. Shafiee HA, Moravej-Salehi E. Anbarnesa: The past tradition, the future medicine. Iranian Red Crescent Medical Journal. 2015 Dec 12;17(12):e29536.
9. Hasani-Ranjbar S, Nayebi N, Larijani B, Abdollahi M. A systematic review of the efficacy and safety of herbal medicines used in the treatment of obesity. World Journal of Gastroenterology: WJG. 2009 Jul 7;15(25):3073.
10. Keikha-Akher M, Shahrokhabadi K, Baharara J. Evaluation of smoke burning AnbarNesara on changes of the gene expression of P53 and CYP2E1 in human liver cancer cells. Research in Medicine. 2021 Jun 10;45(2):62-6.
11. Holley RA, Patel D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology. 2005 Aug 1;22(4):273-92.
12. Ahmadian-Attari MM, Amrollahi Z, Momeni PS, Khodaii Z, Bita'ab A, Bozorgi AH. Chemical constituents of donkey dung (Anbarnasara): Questioning the recent claims concerning therapeutic effects. International Journal of Enteric Pathogens. 2019 Feb 20;7(1):19-22.
13. Wolkenfeld M. Putrid Fish and Citrons in the Garbage Heaps of Mata Meḥasia: Scent and Smelling in the Babylonian Talmud (Doctoral dissertation, Yeshiva University); 2022.
14. Shafiee HA, Motamedi MH, Mina M, Taheri JB, Azimi S, Joharchi K, *et al*. Evaluation of cytotoxic effects of Anbarnesa on fibroblast L929: Can it be used as a mouthwash?. Ancient Science of Life. 2014 Apr 1;33(4):203-7.
15. Ataei Moghadam S, Rostami Charati F, Akbari R, Gholamalipour Alamdari E, Behmanesh B. Consideration antimicrobial and antioxidant properties of anbarnesa smoke ointment. Journal of Medicinal and Chemical Sciences. 2020;3(3):245-53.
16. Roche S, Koch JM, Dixon KW. Smoke enhanced seed germination for mine rehabilitation in the southwest of Western Australia. Restoration Ecology. 1997 Sep;5(3):191-203.
17. Paasonen M, Hannukkala A, Rämö S, Haapala H, Hietaniemi V. Smoke-a novel application of a traditional means to improve grain quality. Paper presented at the Proceedings of the NJF's 22nd Congress' Nordic Agriculture in Global Perspective', July 1-4, 2003, Turku, Finland/Oiva Niemeläinen and Mari Topi-Hulmi (eds.). 2003.
18. Nautiyal CS, Chauhan PS, Nene YL. Medicinal smoke reduces airborne bacteria. Journal of Ethnopharmacology. 2007 Dec 3;114(3):446-51.
19. Staub PO, Schiestl FP, Leonti M, Weckerle CS. Chemical analysis of incense smokes used in Shaxi, Southwest China: A novel methodological approach in ethnobotany. Journal of Ethnopharmacology. 2011 Oct 31;138(1):212-8.
20. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry (Vol. 456): Allured Publishing Corporation Carol Stream. 2007.
21. Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Jovin E. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007 Sep 19;55(19):7879-85.
22. Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture. 1977 Jan 1;28(1):49-55.
23. Ordonez AA, Gomez JD, Vattuone MA. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. Food Chemistry. 2006 Aug 1;97(3):452-8.
24. Lefebvre T, Destandau E, Lesellier E. Selective extraction of bioactive compounds from plants using recent extraction techniques: A review. Journal of Chromatography A. 2021 Jan 4;1635:461770.

25. Asmadi M, Kawamoto H, Saka S. Thermal reactions of guaiacol and syringol as lignin model aromatic nuclei. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2011 Sep 1;92(1):88-98.
26. Iravani S, Sajjadi SE, Rafieian-Kopaei M, Zolfaghari B. Gas chromatography–mass spectrometry analysis of Anbarnesa smoke and its antiviral activity. Advanced Biomedical Research. 2022 Jan 1;11(1):91.
27. Renaudeau D, Collin A, Yahav S, De Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal. 2012 May;6(5):707-28.
28. Martindale C. The complete drug reference. Sweetman SC, editor. London: Pharmaceutical press; 2009 Mar.
29. Joharchi K, Anaraki Firouz SM, Mashhadiabbas F, Mansouri A, Shafiee H, Taheri JB. Wound healing and the effect of ANNAS; A new product of AnbarNesa. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 2020 Jan 1;15(2):e66668.
30. Kubo I, Muroi H, Kubo A. Structural functions of antimicrobial long-chain alcohols and phenols. Bioorganic & Medicinal Chemistry. 1995 Jul 1;3(7):873-80.
31. Mari M, Bautista-Banos S, Sivakumar D. Decay control in the postharvest system: Role of microbial and plant volatile organic compounds. Postharvest Biology and Technology. 2016 Dec 1;122:70-81.
32. Strzelak A, Ratajczak A, Adamiec A, Feleszko W. Tobacco smoke induces and alters immune responses in the lung triggering inflammation, allergy, asthma and other lung diseases: A mechanistic review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018 May;15(5):1033.
33. Vuolo MM, Lima VS, Junior MR. Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In Bioactive Compounds. Woodhead Publishing. 2019 Jan 1 (pp. 33-50).
34. Asif M. Chemistry and antioxidant activity of plants containing some phenolic compounds. Chemistry International. 2015;1(1):35-52.
35. Norani M, Crawford A, Aliahmadi A, Ayyari M. Evaluation of Tussilago farfara L. Smoke by GC/MS: A phytochemical approach to a traditional medicine. Agrotechniques in Industrial Crops. 2023 Mar 1;3(1):14-22.
36. Gülcin I. Antioxidant activity of food constituents: An overview. Archives of Toxicology. 2012 Mar;86(3):345-91.
37. Soares JM, da Silva PF, Puton BM, Brustolin AP, Cansian RL, Dallago RM, et al. Antimicrobial and antioxidant activity of liquid smoke and its potential application to bacon. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2016 Dec 1;38:189-97.
38. Soldera S, Sebastianutto N, Bortolomeazzi R. Composition of phenolic compounds and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2008 Apr 23;56(8):2727-34.
39. Fouladi Fard R, Farajinia M. Effect of medicinal smokes on reduction of fungal indoor air contamination. Journal of Environmental Health and Sustainable Development. 2016 Dec 10;1(3):128-33.
40. Chen H. Biotechnology of lignocellulose. Theory and Practice. China: Chemical Industry Press and Springer. 2014.

Original Research

Evaluation of the chemical compositions of *Anbarnesa* smoke from both male and female genus of *Equus asinus* via GC/MS, and its antioxidant properties

Mohamad Norani[a], Ghamar Poodine[a], Mahdi Ayyari[a]*

[a]Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

Background and Purpose: The application of natural smoke, particularly in traditional medicine, is prevalent in over 50 countries for therapeutic reasons; however, the chemical compositions and biological characteristics of many of these smokes remain inadequately identified. A notable instance is the medicinal smoke of *Anbarnesa* (the dung of the domesticated species *Equus asinus*), which has been traditionally employed to address various diseases. This study aimed to determine the chemical compositions of *Anbarnesa* smoke from both male and female donkeys and to explore its antioxidant capacity through GC/MS analysis.

Materials and Methods: Dung from both male and female donkeys (including immature and lactating ones) was gathered in the spring from the Meshginshahr region of Ardabil province. The smoke produced from their combustion was captured and concentrated in methanol. Following the extraction process, the samples were prepared for chromatographic analysis.

Results: A total of 53 compounds were detected across six distinct samples, all with identification percentages exceeding 90%. Among the primary components were phenolic compounds, including phenol, guaiacol, p-cresol, and o-cresol. The total phenol percentage in the samples ranged from 37% to 60%.

Conclusion: Based on the results of this study, *Anbarnesa* smoke contains a substantial amount of phenolic compounds and exhibits considerable antioxidant properties, which may serve as a foundation for its therapeutic applications and additional studies.

Keywords: Antioxidants; Gas Chromatography-Mass Spectrometry; Guaiacol; Smoke

Corresponding Author: m.ayyari@modares.ac.ir

Please cite this article as:

Norani M, Poodine G, Ayyari M. Evaluation of the chemical compositions of *Anbarnesa* smoke from both male and female genus of *Equus asinus* via GC/MS, and its antioxidant properties. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. 2025;16(1):27-38. doi:10.22034/16.1.4

Copyright © :Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License..