مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۸، شماره ۴، صفحه ۵۳۱-۵۱۹ (۱۴۰۱)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJMAPR.2022.357651.3130
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350905.1401.38.4.1.5

بررسی محتوای فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیب‌های اسانس گیاه *Chenopodium botrys* L. از منطقه راز و جرگلان

پویا آروین[1*] و رعنا فیروزه[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، پست الکترونیک: pooya.arvin@pnu.ac.ir

۲- دکترای فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۰ تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۱

چکیده

در این مطالعه، ترکیب‌های بیوشیمیایی و کمّیت و کیفیت اسانس گیاه *Chenopodium botrys* L. رشدیافته در رویشگاه طبیعی واقع در شهرستان راز و جرگلان، استان خراسان شمالی با هدف ارزیابی پتانسیل بیولوژیک و خواص دارویی بررسی شد. نمونه‌برداری از برگ‌ها و سرشاخه‌های گل‌دار این گیاه در مرحله گلدهی کامل انجام شد. محتوای ترکیب‌های بیوشیمیایی، ازجمله ترکیب‌های فنلی، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اندازه‌گیری شد. اسانس سرشاخه‌های گل‌دار به‌همراه برگ‌ها به روش تقطیر با آب استخراج و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) تجزیه و شناسایی شد. نتایج نشان داد محتوای فنلی، فلاونوئیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های متانولی برگ و سرشاخه‌های گل‌دار به‌ترتیب ۸۳/۲ و ۹۱/۴ (میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم وزن خشک)، ۱۴ و ۱۷ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) و ۹۱ و ۷۷ (میکروگرم بر میلی‌لیتر) بدست آمد. ۲۶ ترکیب در اسانس شناسایی شد. المول (۱۷/۲٪)، جونیپرکامفور (۷/۹٪) و بولنسول (۶/۹٪) عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را تشکیل دادند. بازده اسانس نیز ۰/۳۶٪ (*w/w*) بدست آمد. همچنین، عصاره برگ با اختلاف معنی‌دار نسبت به عصاره سرشاخه‌های گل‌دار، حاوی آنتوسیانین بیشتر (۳/۱ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در گرم وزن خشک) بود. به‌طور کلی براساس نتایج می‌توان گفت که گیاه *C. botrys* منبع قابل ملاحظه‌ای از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی است و انتظار می‌رود بتوان از آن در فرآورده‌های غذایی، دارویی و بهداشتی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، محتوای آنتوسیانین، *Chenopodium botrys* L.، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنل و فلاونوئید.

مقدمه

کشور ایران جزء کشورهای دارای اقلیم‌های متنوع است و این باعث تنوع زیستی آن به‌ویژه در ارتباط با گیاهان دارویی مختلف شده‌است. درمنه ترکی یا سلمک اورشلیمی با نام علمی *Chenopodium botrys* L. از تیره اسفناجیان (Chenopodiaceae) بوده که گیاهی علفی، یک‌ساله با شاخه‌های راست به ارتفاع ۱۵ تا ۶۰ سانتی‌متر، انشعابات زیاد و برگ‌هایی با بریدگی‌های نامنظم است. گل‌های آن به رنگ سبز مایل به زرد، گرد، کوچک و خوشه‌ای بوده و دارای بوی قوی شبیه به بوی درمنه است، به‌طوری که اگر شاخه گل‌دار و یا ساقه برگ‌دار آن در بین انگشتان فشرده شود، به علت آزاد شدن اسانس بوی آن به‌طور محسوسی

حس خواهد شد (Rezaieseresht *et al*., 2020؛ Mozaffarian, 2008).

تحقیقات در مورد گیاه *C. botrys* نشان داده است که عصاره و اسانس قسمت‌های مختلف این گیاه ازجمله برگ، ساقه‌های جوان، اندام‌های زایشی و بذر آن دارای خواص درمانی از قبیل دفع کرم روده، رفع التهاب و دردهای مفصلی، ملین، تسکین‌دهنده دردهای دندان، درمان آفتاب‌سوختگی، کک‌های پوستی، اسهال خونی و عفونت ادراری می‌باشد (Bedrossian *et al*., 2001؛ Rezaieseresht *et al*., 2020). از این گیاه همچنین در طب سنتی و آیورودا برای درمان بیماری‌های تنفسی و ریوی، دردهای شکمی، اختلالات عصبی، آب مروارید، سردرد، سرماخوردگی و آنفولانزا استفاده می‌شود (Quattrocchi, 2012؛ Yadav *et al*., 2007). در مطالعات Bano و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داده شد که مصرف دم‌کرده گیاه *C. botrys* برای رفع اختلالات کبدی، سردرد و معده‌درد توصیه و تجویز می‌شود. علاوه‌بر موارد بیان شده، در بسیاری از منابع به خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه *C. botrys* نیز اشاره‌های فراوانی شده است (Ullah *et al*., 2017؛ Sabih Ozer *et al*., 2016).

امروزه تلاش‌ها در ارتباط با جستجوی آنتی‌اکسیدان‌ها از منابع طبیعی، به‌ویژه گیاهان دارویی در سطح جهانی بسیار فراگیر شده است (Ayaz *et al*., 2014). گیاه *C. botrys* به‌دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالا و قابلیت قوی که در حذف و جاروب رادیکال‌های آزاد دارد انتظار می‌رود گزینه‌ای مناسب برای درمان، یا پیشگیری این گونه بیماری‌های مربوط به تنش‌های اکسیداتیو باشد (Ullah *et al*., 2017؛ Şimşek Sezer & Uysal, 2021). گزارش‌ها نشان می‌دهد که این گیاه به‌دلیل داشتن گروه خاصی از ترکیب‌های شیمیایی ازجمله آنتوسیانین‌ها، ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی که خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها شناخته شده است، قابلیت بالایی در حذف گونه‌های فعال اکسیژن دارد (Imran *et al*., 2014). اسانس گیاه *C. botrys* نیز به‌دلیل وجود ترکیب‌های ترپنی متنوع، خواص دارویی و آنتی‌اکسیدانی ویژه‌ای دارد. در آنالیز اسانس حاصل از سرشاخه‌های این گیاه مجموعه‌ای از مونوترپن‌ها شامل کامفور، کارن، فنچون، لینالول، منتون، نرول، بتا–پینن، پولگون، ۴–ترپینئول، توجون و گروهی از سسکوئی‌ترپن‌ها مانند بتا–المن، المول، جونیپرکامفور، داوانون و بتا–اودسمول شناسایی شده است (Buchbauer *et al*., 1995). مطالعه بر روی *C. botrys*های رشد کرده در عربستان سعودی نشان داد که این گیاه سرشار از اسانس بوده (۲٪ حجمی/جرمی) و آلفا–اودسمول و بتا–اودسمول عمده‌ترین ترکیب شناخته شده در گیاه هستند (El-Sayed *et al*., 1989). در مطالعه ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس *C. botrys* رویش یافته در منطقه ساری استان مازندران نیز، نتایج نشان داد که ترپینئول با (۵۲/۸٪)، پارا–سیمن با (۱۹٪) و ایزوآسکاریدول با (۷٪) به‌ترتیب اصلی‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس می‌باشند (Morteza-Semnani & Babanezhad, 2007). ترکیب‌های اصلی اسانس *C. botrys* در آمریکای شمالی نیز آلفا و بتا–کنوپودیول (۳۶٪)، بوتریدیول (۹٪)، المول (۶/۵٪)، المول استات (۵/۵٪)، آلفا و بتا–اودسمول (۳/۷٪) و یک الکل سسکوئی‌ترپن جدید با محتوای ۷/۴٪ گزارش شد (Bedrossian *et al*., 2001). نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که تنوع در نوع و میزان ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در گونه دارویی *C. botrys* با توجه به نوع رویشگاه و شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند متغیر باشد، ازاین‌رو در این تحقیق به بررسی محتوای ترکیب‌های بیوشیمیایی و شناسایی مواد مؤثره اسانس گیاه *C. botrys* رشد کرده در منطقه راز و جرگلان پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

گیاه *Chenopodium botrys* L. به‌صورت فراوان و خودرو در مراتع استان خراسان شمالی پراکنش و رشد می‌کند. نمونه‌برداری از سرشاخه‌های گل‌دار این گیاه در مرحله گلدهی کامل به روش کاملاً تصادفی از یکی رویشگاه‌های طبیعی آن واقع در شهرستان راز و جرگلان استان خراسان شمالی، منطقه چشمه‌سید انجام شد.

جمع‌آوری نمونه

نمونه‌برداری به این صورت بود که سه ترانسکت به طول ۳۰ متر مستقر شد. در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی به‌صورت تصادفی انداخته شد و نمونه‌های ۱۰ پلات با هم مخلوط و به‌عنوان یک نمونه لحاظ شد و در نهایت ۳ نمونه آماده شد. علاوه‌براین، نمونه خاک پای بوته تا عمق ۰/۵ متر نیز جمع‌آوری شد که به‌همراه نمونه‌های گیاهی برای انجام مطالعات به آزمایشگاه گروه کشاورزی دانشگاه پیام‌نور بجنورد منتقل شدند. شناسایی گیاهان نیز مطابق با نمونه‌های هرباریومی دانشگاه فردوسی مشهد (کد هرباریومی ۴۱۰۶۰) انجام شد. نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن به مدت یک هفته در سایه و دمای اتاق (۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) آماده تهیه عصاره و اسانس‌گیری شدند.

آزمایش‌های خاک

نمونه خشک شده خاک ابتدا توسط هاون چینی کوبیده شده و کلوخه‌های آنها خرد شد. سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و برای انجام آزمایش‌های خاک آماده گردید. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی خاک (EC)، از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیته خاک (pH)، از دستگاه pH متر استفاده شد.

مشخصات خاک، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع منطقه در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا منطقه راز و جرگلان

Table 1. Soil characteristics, geographical location, and altitude of Raz and Jargalan region

Soil Texture	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	Geographical coordinates	Altitude
Sandy loam	7.2	1.05	57° 08' 00" E 37° 56' 44" N	1450 m

عصاره‌گیری

تهیه عصاره‌ها به روش ماسراسیون (خیس کردن) انجام شد (Trusheva *et al.*, 2007). بدین منظور مقدار ۱۰ گرم از پودر خشک شده (برگ، سرشاخه‌های گل‌دار) گیاه *C. botrys* را به ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول افزوده و به‌مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر بهم زده شد. نمونه بدست‌آمده توسط کاغذ صافی واتمن صاف و برای حذف کامل ذرات معلق، به‌وسیله دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از حذف حلال، به‌دلیل حساسیت بالای عصاره بدست‌آمده به نور، حرارت و اکسیژن، درب آن را بسته و تا زمان آنالیز در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

۲ و۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل (DPPH) یک ترکیب رادیکالی پایدار با رنگ بنفش است که با احیاءشدن توسط عناصر الکترون‌دهنده یا هیدروژن (ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی) به دی‌فنیل پیکرین‌هیدرازیل زردرنگ تبدیل می‌شود. توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون توسط ترکیب‌ها و عصاره‌های مختلف در این آزمون با میزان بی‌رنگ کردن یا کاهش میزان جذب نوری محلول بنفش DPPH در متانول سنجیده می‌شود. بدین ترتیب که ۵۰ میکرولیتر از عصاره (برگ یا سرشاخه‌های گل‌دار) با ۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۴٪ DPPH حل‌شده در متانول مخلوط شد. از مخلوط متانول (بدون عصاره گیاهی) به همراه DPPH به‌عنوان کنترل منفی و از مخلوط گلوتاتیون با DPPH نیز به‌عنوان کنترل مثبت در این آزمایش استفاده شد. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه جذب نوری نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$Sc\ (\%) = [(A0-As)/A0] \times 100$$

A0= جذب کنترل (حاوی تمامی واکنشگرها به‌غیر از نمونه آزمایش)

As= جذب نمونه آزمایش

Sc (%)= درصد مهار رادیکال آزاد DPPH (Burits & Bucar, 2000).

نتایج حاصل از این بررسی به‌صورت IC_{50} (Half Maximal Inhibitory Concentration) بیان شد که نشانگر غلظتی از عصاره است که توان مهار ۵۰٪ از رادیکال‌های آزاد را دارد (Khatamian *et al*., 2019).

سنجش فنل کل

میزان ترکیب‌های فنلی به‌وسیله آزمون فولین سیوکالتو و به روش Chun و همکاران (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد. اساس کار در این روش، احیاء معرف فولین توسط ترکیب‌های فنلی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد. به این منظور، ابتدا یک میلی‌گرم از عصاره (برگ یا سرشاخه‌های گل‌دار) را در یک میلی‌لیتر متانول حل کرده، ۲۰ میکرولیتر از محلول عصاره گیاهی درون لوله آزمایش با ۱/۱۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو مخلوط شدند. بعد از گذشت ۸ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم (۲۰٪ وزنی/حجمی) به محتوای لوله آزمایش افزوده شد. لوله‌های آزمایش بعد از تکان دادن، درون حمام آب با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از گذشت ۳۰ دقیقه جذب آنها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. از اسید گالیک در غلظت‌های مختلف (۱۰، ۲۰، ... و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد و نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در هر گرم عصاره بیان گردید.

سنجش فلاونوئید کل

میزان فلاونوئید به روش رنگ‌سنجی آلومینیم کلرید اندازه‌گیری شد (Chang *et al*., 2002). اصول روش رنگ‌سنجی آلومینیم کلرید، تشکیل کمپلکس‌های اسیدی آلومینیم کلرید با گروه کتو، یا گروه هیدروکسیل فلاونوئیدها است که این ترکیب‌ها بیشترین جذب را در طول موج ۴۱۵ نانومتر دارند. در این روش، ابتدا یک میلی‌گرم عصاره (برگ یا سرشاخه‌های گل‌دار) را در یک میلی‌لیتر متانول حل کرده، ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول عصاره گیاهی با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیم کلرید ۱۰٪، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید. بعد از نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، جذب مخلوط در ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. از کوئرستین در غلظت‌های مختلف (۱۰، ۲۰، ... و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) برای رسم منحنی استاندارد استفاده و نتایج برحسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم عصاره بیان شد.

سنجش آنتوسیانین کل

۰/۰۴cc عصاره متانولی گیاه (برگ یا سرشاخه‌های گل‌دار) را در دو لوله جداگانه ریخته، به یکی ۳/۶ میلی‌لیتر بافر پتاسیم کلراید (۰/۰۲۵ مولار) در pH ۱ و به دومی ۳/۶ میلی‌لیتر بافر سدیم استات (۰/۴ مولار) در pH ۴/۵ افزوده و جذب هر یک از لوله‌ها در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Lako *et al*., 2007). میزان آنتوسیانین کل با فرمول زیر براساس میلی‌گرم آنتوسیانین معادل Cyanidin-3-glucosid در گرم محاسبه شد.

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4.5}$$

$$TAC = (A \times MW \times DF \times 100) / MA$$

A = جذب MW = 499.2 DF = 100 MA = 26900

مقایسه بین محتوای فلاونوئید و آنتوسیانین عصاره‌های برگ و سرشاخه‌های گلدار از طریق آزمون T-test و نرم‌افزار Exel انجام شد.

استخراج اسانس

برای استخراج اسانس، ۳۰ گرم از نمونه خشک‌شده سرشاخه‌های گل‌دار در سه تکرار به روش تقطیر با آب، توسط دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری و در مرحله آخر با سولفات‌سدیم آبگیری شد. اسانس‌ها تا زمان آنالیز، درون شیشه‌های تیره دربسته و در یخچال نگهداری شدند. بازده اسانس نمونه‌ها برحسب وزن خشک ماده گیاهی، محاسبه شد.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

برای شناسایی کمّی و کیفی ترکیب‌های اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مدل Shimadzu-QP2010SE مجهز به ستون Rtx-5MS (طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ثابت ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای ابتدایی آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد، هر یک دقیقه ۱۰ درجه دما افزایش یافت تا دمای انتهایی ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد که به مدت ۱۳ دقیقه در این دما باقی ماند. از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل و با سرعت جریان ۰/۹ میلی‌لیتر بر دقیقه و طیف‌سنج جرمی با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت استفاده شد. شناسایی طیف‌های حاصل با رسم کروماتوگرام یک مجموعه از پارافین‌های نرمال (C_5-C_{30}) در شرایط یکسان با تزریق نمونه انجام شد، با توجه به زمان بازداری این ترکیب‌ها شاخص بازداری برای هر جزء موجود در کروماتوگرام نمونه محاسبه شد.

نتایج

بازده اسانس در گیاه *C. botrys* ۰/۳۶٪ برحسب وزن خشک (w/w) بدست آمد. بررسی‌ها همچنین نشان داد که در محتوای اسانس ۲۶ ترکیب وجود دارد که درمجموع ۹۲/۲٪ از کل اسانس را تشکیل دادند (جدول ۲). ۷۶/۲٪ از ترکیب‌ها را سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه، ۱۱٪ را سسکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه، ۳/۸٪ را مونوترپن‌های اکسیژنه و ۱/۲٪ را مونوترپن‌های هیدروکربنه شامل شدند. از این میان، المول با ۱۷/۲٪، جونیپرکامفور با ۷/۹٪ و بولنسول با ۶/۹٪ جزو موادی بودند که عمده‌ترین درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس را تشکیل دادند. ترکیب‌های گلوبولول و فنچون با ۰/۸٪، کمترین مقادیر را بین مواد تشکیل‌دهنده اسانس به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه *Chenopodium botrys*

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره سرشاخه‌های گل‌دار و عصاره برگی گیاه *C. botrys* در IC_{50}، به‌ترتیب مقدار ۷۷ و ۹۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شد (شکل ۱). یافته‌ها همچنین نشان داد که میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با افزایش غلظت عصاره رابطه مستقیم داشت، به‌عبارتی با افزایش غلظت عصاره، میزان مهار افزایش پیدا کرد.

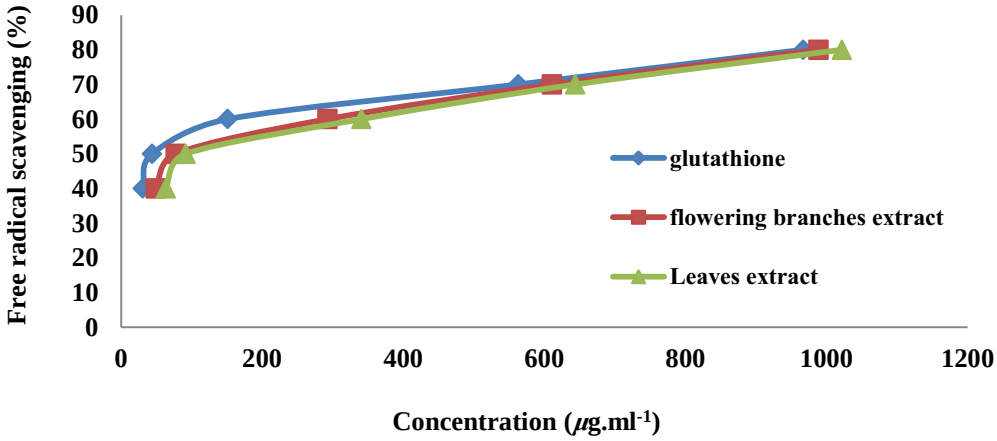
عصاره سرشاخه‌های گل‌دار با IC_{50} حدود ۷۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر و عصاره برگی با IC_{50} حدود ۹۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر قادر بود ۵۰٪ از رادیکال‌های آزاد DPPH را مهار کند، در حالیکه گلوتاتیون به‌عنوان کنترل مثبت در غلظت ۴۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر حدود ۵۰٪ از رادیکال‌های آزاد را مهار کرد (شکل ۱).

جدول ۲- درصد و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه ***Chenopodium botrys***

Table 2. Percentage and type of essential oil compounds in *Chenopodium botrys*

NO.	Compounds	Percentage	Retention index (RI)	Type of compounds
1	β-myrcene	1.2	991	Hydrocarbon monoterpene
2	fenchone	0.8	1090	Oxygenated monoterpens
3	camphor	1.6	1135	Oxygenated monoterpens
4	β-pinene oxide	1.4	1148	Oxygenated monoterpens
5	β-elemene	3.1	1385	Hydrocarbon sesquiterpene
6	*E*-caryophyllene	1.2	1424	Hydrocarbon sesquiterpene
7	δ-cadinene	6.7	1519	Hydrocarbon sesquiterpene
8	elemol	17.2	1538	Oxygenated sesquiterpene
9	hedycaryol	1.5	1560	Oxygenated sesquiterpene
10	palustrol	2.3	1567	Oxygenated sesquiterpene
11	nerolidol	1.7	1572	Oxygenated sesquiterpene
12	viridiflorol	1.8	1583	Oxygenated sesquiterpene
13	davanone	5.9	1592	Oxygenated sesquiterpene
14	globulol	0.8	1601	Oxygenated sesquiterpene
15	γ-eudesmol	2.9	1633	Oxygenated sesquiterpene
17	alloaromadendrene oxide	3.5	1646	Oxygenated sesquiterpene
18	α-cadinol	6.4	1665	Oxygenated sesquiterpene
19	bulnesol	6.9	1673	Oxygenated sesquiterpene
20	juniper camphor	7.9	1681	Oxygenated sesquiterpene
21	α-bisabolol	1.0	1688	Oxygenated sesquiterpene
22	eudesm-7(11)-en-4-ol	2.0	1698	Oxygenated sesquiterpene
16	guaiol acetate	2.0	1715	Oxygenated sesquiterpene
23	β-costol	3.3	1775	Oxygenated sesquiterpene
24	α-eudesmol acetate	1.6	1786	Oxygenated sesquiterpene
25	cryptomeridiol	4.0	1810	Oxygenated sesquiterpene
26	α-chenopodiol	3.5	1855	Oxygenated sesquiterpene
	Total	92.2		
	Hydrocarbon monoterpene	1.2		
	Oxygenated monoterpens	3.8		
	Hydrocarbon sesquiterpene	11.0		
	Oxygenated sesquiterpene	76.2		

RI: experimental retention index given for RTX-5MS column in reference to n-alkane.

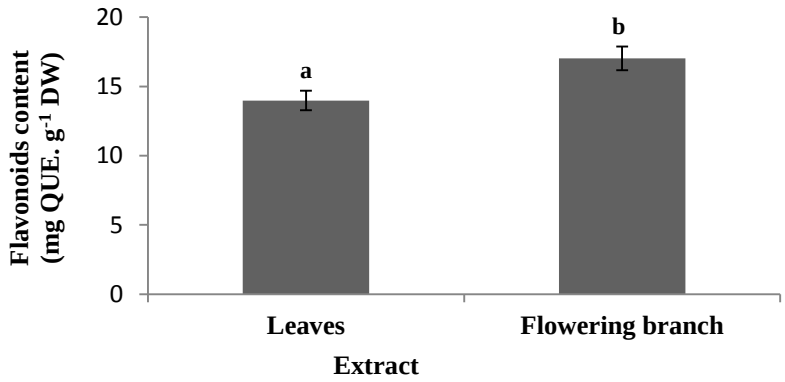


شکل ۱- میزان مهار رادیکال آزاد DPPH در واکنش با عصاره‌های گیاه ***Chenopodium botrys*** در مقایسه با گلوتاتیون

Figure 1. DPPH free radical scavenging in reaction with *Chenopodium botrys* extracts compared to glutathione

محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل

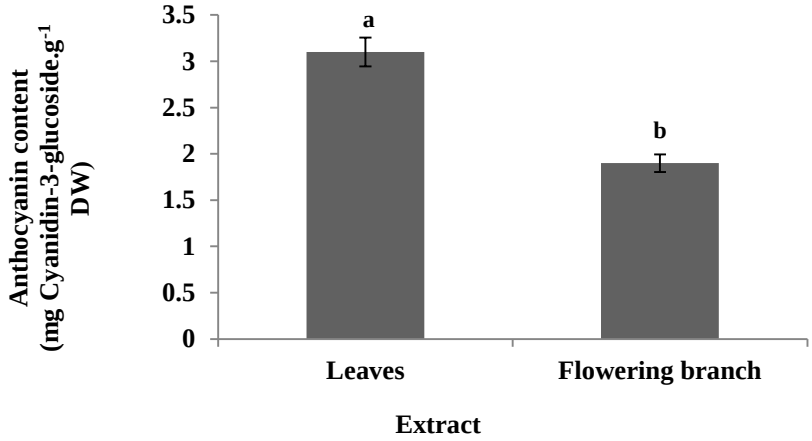
نتایج این تحقیق نشان داد تفاوت معنی‌داری در محتوای فنل، در دو اندام برگ و گل دیده نشد. عصاره متانولی برگ‌های گیاه *C. botrys* مقدار ۱/۷ ± ۸۳/۲ (میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم عصاره خشک) و عصاره متانولی سرشاخه‌های گل‌دار آن مقدار ۰/۹ ± ۹۱/۴ (میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم عصاره خشک) از محتوای فنل کل را به خود اختصاص دادند. اما در مورد میزان فلاونوئید کل، تفاوت معنی‌داری در محتوای فلاونوئید اندام‌ها دیده شد و عصاره متانولی برگ‌های گیاه *C. botrys* و سرشاخه‌های گل‌دار آن به‌ترتیب مقدار ۰/۶ ± ۱۴ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک) و ۱/۷ ± ۱۷ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک) را نشان دادند (شکل ۲). محتوای آنتوسیانین کل نیز در عصاره برگ ۰/۳ ± ۳/۱ میلی‌گرم سیانیدین ۳ گلوکوزید در گرم و در عصاره سرشاخه‌های گل‌دار ۰/۱ ± ۱/۹ میلی‌گرم سیانیدین ۳ گلوکوزید در گرم بدست آمد (شکل ۳). نتایج نشان داد که عصاره برگ گیاه *C. botrys* با اختلاف معنی‌داری در مقایسه با عصاره سرشاخه‌های گل‌دار، منبع بیشتری از آنتوسیانین‌ها بود.



شکل ۲- محتوای فلاونوئید در عصاره‌های گیاه ***Chenopodium botrys***

Figure 3. Flavonoids content in *Chenopodium botrys* extracts

The means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (T-test).



شکل ۳- محتوای آنتوسیانین در عصاره‌های گیاه ***Chenopodium botrys***

Figure 4. Anthocyanin content in *Chenopodium botrys* extracts

The means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (T-test).

بحث

فعالیت‌های بیولوژیکی گونه‌های گیاهی به ترکیب‌های زیستی که به‌طور طبیعی در پیکره آنها وجود دارد وابسته است، ازاین‌رو برای ارزیابی قابلیت بیولوژیکی و خواص دارویی هر گونه گیاهی ضروریست که ابتدا ترکیب‌های بیوشیمیایی آنها آشکار شود (Sabih Ozer *et al*., 2016). در این پژوهش ۲۶ ترکیب شیمیایی متفاوت از ۹۲/۲٪ از کل اسانس شناسایی شد که المول با ۱۷/۲٪، جونیپرکامفور با ۷/۹٪ و بولنسول با ۶/۹٪ عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در *C. botrys*های رشد کرده در منطقه راز و جرگلان بودند. طی تحقیق Mahboubi و همکاران (۲۰۱۳) که بر روی اسانس گیاهان *Chenopodium botrys* L. رشد کرده در مناطق اطراف کاشان انجام شد، در ۹۸٪ از کل اسانس، ۴۳ ترکیب شیمیایی شناسایی شد که ۲و۳ دهیدرو-۴ اکسو بتا-ایونون با ۲۲/۴٪ و ۷-اپی-آمیتئول با ۱۱/۵٪ عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در این گیاه بودند. در بررسی دیگر بر روی اسانس گیاه درمنه ترکی جمع‌آوری شده از کاشمر ۲۸ ترکیب شناسایی گردید که ترکیب‌های اصلی آنها شامل آلفا-اودسمول (۱۵/۲٪)، اپی‌آلفا-مورولول (۱۱/۱٪) و کوبنول (۱۰/۲٪) بودند (Chalabian *et al*., 2006). در گزارش Andov و همکاران (۲۰۱۴) نیز از ۷۵ ترکیب مختلف شناسایی شده در اسانس گیاهان *C. botrys* رشد کرده در مقدونیه شمالی، المول، المول استات، سلین-۱۱- ان-۴ آلفا-ال و سلینا-۳-۱۱- دی ان-۶ آلفا-ال عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس معرفی شدند. در مطالعه ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس *Chenopodium botrys* L. جمع‌آوری‌شده از دو رویشگاه طبیعی در ایران که توسط Feizbakhsh و همکاران (۲۰۰۳) انجام شد، نتایج نشان داد که جونیپرکامفور با (۱۶/۵٪ و ۲۵/۷٪)، المول با (۱۴/۳٪ و ۱۳/۴٪) و آلفا-کادینول با (۸/۲٪ و ۱۱/۶٪) به‌ترتیب اصلی‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها در دو رویشگاه شرق تهران و خلخال بودند که با نتایج این تحقیق مطابقت بیشتری داشت.

در ادامه، نتایج نشان داد که از لحاظ نوع ترکیب‌های شیمیایی اسانس، ۷۶/۲٪ از ترکیب‌ها را سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه تشکیل دادند و با نتایج تحقیق Atabaki و همکاران (۲۰۱۸)، Andov و همکاران (۲۰۱۴) و Tzakou و همکاران (۲۰۰۷) که با هدف بررسی و تشخیص ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس *Chenopodium botrys* L. انجام شد، همخوانی داشت. *C. botrys* به لحاظ دارا بودن مقادیر بالایی از سسکوئی‌ترپن‌ها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان قوی

نقش مؤثر و به‌سزایی در درمان بیماری‌ها ازجمله سرطان دارد (Rezaieseresht *et al*., 2020). این ترکیب‌ها همچنین در ایجاد خاصیت ضدمیکروبی گیاه *C. botrys* نیز نقش به‌سزایی ایفاء می‌کنند. برای نمونه، بررسی نتایج تحقیقات آزمایشگاهی اثرهای دارویی عصاره *C. botrys* بر بیماری انگلی-روده‌ای نشان داد که این گیاه حاوی مواد میکروب‌کش است و ماده مؤثره این گیاه که بر علیه باکتری‌ها و انگل‌ها عمل می‌کند، مجموعه سسکوئی‌ترپن‌های موجود در آن می‌باشد (Rezaeemanesh *et al*., 2013). امروزه تأثیر و اهمیت آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در گیاهان دارویی در جلوگیری یا کاهش آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از عملکرد رادیکال‌های آزاد و عوارض جانبی داروهای شیمیایی در بدن اثبات شده و قابل توجه است. آنتی‌اکسیدان‌ها موادی می‌باشند که قادر به ایجاد تأخیر، کند کردن و حتی توقف فرایندهای اکسیداسیون هستند (Sardarodiyan & Arian Far, 2019). خاصیت آنتی‌اکسیدانی *Chenopodium botrys* در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی شصت گیاه از ایران که توسط Souri و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد، گزارش شده است. در این تحقیق نیز خواص آنتی‌اکسیدانی گیاه *C. botrys* با روش آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH بررسی گردید و IC_{50} عصاره‌های آن ۷۷ و ۹۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شد. این مقدار به این معناست که عصاره سرشاخه‌های گل‌دار *C. botrys* در غلظت ۷۷ میکروگرم بر لیتر و عصاره برگی در غلظت ۹۱ میکروگرم بر لیتر قادر به مهار نیمی از رادیکال‌های آزاد بوده‌اند. IC_{50} به‌طور معکوس با فعالیت آنتی‌رادیکالی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی در ارتباط است، به این ترتیب که هر چه IC_{50} کمتر باشد فعالیت و قابلیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود. پس به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که قدرت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره سرشاخه‌های گل‌دار بیشتر بوده که این خود می‌تواند به‌دلیل وجود مقادیر بالاتر ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در سرشاخه‌های گل‌دار نسبت به برگ‌ها باشد. از سویی مقایسه قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH عصاره‌های گیاهی *C. botrys* با گلوتاتیون به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی، اثرهای مهاری بالای عصاره *C. botrys* را بر مهار رادیکال‌های آزاد DPPH تأیید می‌کند.

در تحقیقات Şimşek Sezer و Uysal (۲۰۲۱) تحت عنوان غربالگری ترکیب‌های فنولیک و فعالیت بیولوژیکی عصاره گیاه *C. botrys* نیز گزارش شد که این گیاه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه‌ای نسبت به اسیدآسکوربیک که آنتی‌اکسیدان قوی است، دارد. Ullah و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای که بر توانایی *C. botrys* در جاروب رادیکال‌های آزاد در پاکستان انجام دادند، گزارش کردند که عصاره متانولی غنی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی بوده و با IC_{50} ۶۵/۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر از توان جاروب‌کنندگی نسبتاً بالایی برخوردار است. نتایج مطالعات Andov و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مورد بررسی قابلیت آنتی‌اکسیداتیو *C. botrys*های انتشار یافته در مناطق مختلف مقدونیه، نشان داد که این گیاه فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه‌ای در مقایسه با آسکوربیک اسید دارد و مقدار IC_{50} درمنه‌های رشد کرده در مناطق مختلف بین ۰/۲۶ تا ۲/۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر متفاوت بود. شرایط اقلیمی و محیطی حاکم بر منطقه و تأثیر نوع اندام می‌تواند در میزان سنتز و تجمع ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی و به‌دنبال آن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان مؤثر باشد، برای نمونه، در مطالعات Hemmati Hassan Gavyar و همکاران (۲۰۲۱) دیده شد که عصاره برگ نسبت به عصاره ساقه، یا میوه قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتری داشت. در تحقیقات Ghorbani و همکاران (۲۰۱۵) نیز تأثیر فاکتور اقلیم و شرایط محیطی بر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه *Chenopodium botrys* L. مشخص شد و یافته‌ها نشان داد که بیشترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به منطقه وسف با ۳۴/۵٪ و کمترین آن مربوط به منطقه ساوه با ۲۲/۹٪ بود.

توانایی ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی به‌عنوان دهنده هیدروژن و آنتی‌اکسیدان قوی در جلوگیری از اکسایش بیومولکول‌های زیستی ازجمله چربی‌ها و پروتئین‌ها سالهاست که شناخته شده و به‌صورت گسترده مورد استفاده

قرار گرفته است (Mahboubi *et al*., 2013؛ Farrokhi *et al*., 2021). در این پژوهش نیز بررسی‌های فیتوشیمیایی عصاره متانولی، وجود ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی در گیاه *C. botrys* را اثبات کرد و محتوای فنل کل در عصاره برگ و سرشاخه‌های گل‌دار به‌ترتیب ۸۳/۲ و ۹۱/۴ (میلی‌گرم اسیدگالیک بر گرم عصاره خشک) و محتوای ترکیب‌های فلاونوئیدی در عصاره برگ و سرشاخه‌های گل‌دار به‌ترتیب ۱۴ و ۱۷ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک) بدست آمد. یافته‌ها همچنین نشان داد که میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی در عصاره سرشاخه‌های گل‌دار به مراتب بیشتر از عصاره برگی بوده و عصاره سرشاخه‌ها می‌تواند منبع سرشاری از فلاونوئیدها معرفی شود. براساس مطالعات Ghorbani و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه *C. botrys*، پنج فلاونوئید هیسپیدولین، سالویژنین، متیل سالویژنین، متیل لئوپاتولین و سینن استین شناسایی و گزارش شد، به‌طوری که با جاروب کردن رادیکال‌های آزاد و یا سازوکارهایی مانند خاموش کردن اکسیژن منفرد از فرایند اکسیداسیون مولکول‌های زیستی جلوگیری می‌کنند.

علاوه‌بر ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی، آنتوسیانین‌ها نیز به‌دلیل داشتن ویژگی‌های ضدسرطانی، آنتی‌اکسیدانی و فعالیت‌های ضدالتهابی به حفظ سلامت بدن کمک کرده و از این نظر قابل ملاحظه هستند (Todaro *et al*., 2009). در این پژوهش یافته‌ها نشان داد که عصاره برگی گیاه *C. botrys* منبع خوبی از آنتوسیانین‌ها بوده و ترکیب‌های آنتوسیانین آن، برحسب سیانیدین-۳-گلوکوزید، ۳/۱ میلی‌گرم بر گرم عصاره متانولی تأیید گردید که نشان‌دهنده وجود مقادیر قابل توجه آنتوسیانین در مقایسه با گیاهان خوراکی غنی از آنتوسیانین می‌باشد و می‌توان از آن به‌عنوان افزودنی در تولیدات محصولات غذایی با هدف افزایش ارزش غذایی استفاده کرد. در تحقیقات Delaram و Ijbari (۲۰۱۹) نیز که بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی سه گونه از جنس *Chenopodium* در منطقه سیستان انجام گردید، دیده شد که محتوای آنتوسیانین‌های موجود در اندام برگ گونه *C. ficifolium* بیشترین مقدار را نسبت به سایر اندام‌ها و گونه‌ها داشت که با نتایج این تحقیق در ارتباط با اینکه عصاره اندام برگ بیشترین میزان آنتوسیانین را در گیاه *C. botrys* به خود اختصاص داد، همخوانی داشت.

به‌طور کلی مقایسه نتایج بدست آمده از این پژوهش، نشان می‌دهد اگرچه تولید متابولیت‌های ثانویه با هدایت و کنترل ژنتیکی همراه است، ولی ساخت آنها در گیاه به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار دارد (Omid beygi, 2007) و به‌دفعات در مطالعات مختلف گزارش‌شده که شرایط اقلیمی حاکم بر رویشگاه در مراحل فنولوژی مختلف، تغییراتی در محتوای متابولیت‌های ثانویه مانند فنل، فلاونوئیدها و ویژگی‌های اسانس (غلظت و نوع ترکیب‌ها) گیاهان اعمال می‌کنند (Farrokhi *et al*., 2021؛ Pourhosseini *et al*., 2018؛ Ghorbani *et al*., 2015).

به عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت گیاه *Chenopodium botrys* L. که به‌صورت خودرو در نواحی مختلف استان خراسان شمالی رویش دارد، دارای مقادیر بالایی از انواع ترکیب‌های طبیعی آنتی‌اکسیدانی ازجمله فنل‌ها، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها و ... می‌باشد و با توجه به موارد استفاده دارویی که می‌توان از این گیاه داشت و همچنین تأثیر شرایط اقلیمی و محیطی بر ارزش و خواص دارویی گیاه *C. botrys*، پیشنهاد می‌گردد که عملکرد دارویی این گیاه در دیگر مناطق کشور نیز ارزیابی شود.

از سویی، با توجه به دارا بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی بالای این گیاه می‌توان از آن به‌عنوان نگهدارنده طبیعی مواد غذایی استفاده کرد، زیرا انتظار می‌رود عصاره این گیاه قادر به افزایش عمر نگهداری مواد غذایی از طریق بازدارندگی رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن و فاسدکننده مواد غذایی و نیز حفاظت‌کننده مواد غذایی از آسیب‌های ناشی از استرس اکسیداتیو باشد.

References

- Atabaki, H., Tehrani, R.M.A. and Yari, M., 2018. Identification of volatile compounds in the aerial parts of *Chenopodium botrys* L. in Abhar district.

Fifth International Conference on Recent Innovations in Chemistry and Chemical Engineering, Tehran, Iran, 2 February.
- Andov, L.A., Karapandzova, M., Cvetkovikj, I., Stefkov, G. and Kulevanova, S., 2014. Chemical composition of *Chenopodium botrys* L. (Chenopodiaceae) essential oil. Macedonian Pharmaceutical Bulletin, 60: 45-51.
- Andov, L.A., Karapandzova, M., Jovanova, B., Stefkov, G., Karanfilova, I.C., Panovska, T.K. and Kulevanova, S., 2015. Antioxidative potential of *Chenopodium botrys* L. (Amaranthaceae). Macedonian Pharmaceutical Bulletin, 61(2): 3-10.
- Ayaz, M., Junaid, M., Ahmed, J., Ullah, F., Sadiq, A., Ahmad, S. and Imran, M., 2014. Phenolic contents, antioxidant and anticholinesterase potentials of crude extract, subsequent fractions and crude saponins from *Polygonum hydropiper* L. BMC Complementary Medicine and Therapies, 14: 145.
- Bano, A., Ahmad, M., Ben Hadda, T., Saboor, A., Sultana, S., Zafar, M., Khan, M.P., Arshad, M. and Ashraf, M.A., 2014. Quantitative ethnomedicinal study of plants used in the Skardu valley at high altitude of Karakoram-Himalayan range, Pakistan. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 10: 43-52.
- Bedrossian, A.G., Beauchamp, P.S., Bernichi, B., Dev, V., Kitaw, K.Z. and Rechtshaffen, H., 2001. Analysis of north American *Chenopodium botrys* essential oil isolation and structure of two new sesquiterpene alcohols. Journal of Essential Oil Research, 13(6): 393-400.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., Wasicky, M., Walter, J. and Nikiforov, A., 1995. Headspace volatiles of *Chenopodium botrys* (Chenopodiaceae). Journal of Essential Oil Research, 7(3): 305-308.
- Burits, M. and Bucar, F., 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytotherapy Research, 14: 323-328.
- Chalabian, F., Monfared, A., Larijani, K. and Saldoosi, S., 2006. Comparison of the essential oils of *Chenopodium botrys* L., *Ferulago subvelutina* Rech., *Rosa gallica* L. and antimicrobial activity of the oils against some microbes. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(2): 146-154.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Analysis, 10: 178-182.
- Chun, O.K., Kim, D.O. and Lee, C.Y., 2003. Superoxide radical scavenging activity of the major polyphenols in fresh plums. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51: 867-872.
- Delaram, J. and Ijbari, H., 2019. Study on some of the phytochemical composition and antioxidant activity of different organs of 3 species of *Chenopodium* in Sistan region. Journal of Plant Research, 32(3): 570-582.
- El-Sayed, A.M., Al-Yahya, M.A., Mahmoud, M. and Hassan, A., 1989. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Chenopodium botrys* growing in Saudi Arabia. International Journal of Crude Drug Research, 27: 185-188.
- Farrokhi, E., Samadi, A. and Rahimi, A., 2021. Evaluation of antioxidant activity, total phenol and flavonoid content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) in different cultures under hydroponic conditions. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 8(4): 19-33.
- Feizbakhsh, A., Sedaghat, S., Saber Tehrani, M., Rustaiyan, A. and Masoudi, Sh., 2003. Chemical composition of the essential oils of *Chenopodium botrys* L. from two different locations in lran. Journal of Essential Oil Research, 15(3): 193-194.
- Ghorbani, T., Delnavaz Hashmooliyan, B. and Ataee Azimi, A., 2015. Comparison of antioxidant activity of *Chenopodium botrys* L. Central part Saveh and the village of West Qom. Third National Conference on New Aspects in Agriculture. Islamic Azad University of Saveh, 17 December: 200-206.
- Hemmati Hassan Gavyar, P., Amiri, H. and Armand, N., 2021. Composition of essential oil, antioxidant activity and pheniol and flavonoied content of different part of *Postia puberula* at post flowering stage. Journal of Plant Research, 3: 708-718.
- Imran, M., Ullah, F., Sadiq, A., Ayaz, M., Ahmad, S., Kamal, Z. and Zeb, A., 2014. Investigation of total phenolic contents, antibacterial, antifungal and anthelmintic potentials of crude methanolic extract, subsequent fractions and crude saponins of *Nonea micrantha* Boiss. & Reut. Pharmacologyonline, 3: 26-31.
- Khatamian, N., Homayouni Tabrizi, M. and Ardalan, P., 2019. Effect of *carum carvi* essential oil nanoemulsion on tubo cancer cells and L929 normal cells and evaluation of antioxidant activity. Study of Medical Science, 30(4): 315-321.
- Lako, J., Trenerry, V.C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S. and Premier, R., 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available. Food Chemistry, 101(4): 1727-1741.
- Mahboubi, M., Ghazian Bidgoli, F. and Farzin, N., 2013. Chemical composition and antimicrobial activity of *Chenopodium botrys* L. essential oil. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 14: 498-503.
- Morteza-Semnani, K. and Babanezhad, E., 2007. Essential oil composition of *Chenopodium botrys* L. from Iran. Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 10: 314-317.

- Mozaffarian, V., 2008. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser Publishers, Tehran, Iran, 739p.
- Omid beygi, R., 2007. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 3). Astan Quds Razavi Publication, Mashhad, Iran, 390p.
- Pourhosseini, S.H., Mirjalili, M.H., Nejad Ebrahimi, S. and Sonboli, A., 2018. Essential oil quantity and quality of different plant organs from *Perovskia abrotanoides* Karel in natural habitat of north Khorasan province. Journal of Plant Productions, 40: 53-62.
- Quattrocchi, U., 2012. CRC World Dictionary of Medicinal and Poisonous Plants: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms, and Etymology. CRC Press, 3960p.
- Rezaieseresht, H., Shobeiri, S.S. and Kaskani, A., 2020. *Chenopodium botrys* essential oil as a source of sesquiterpenes to induce apoptosis and G1 cell cycle arrest in cervical cancer cells. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 19(2): 341-351.
- Rezaeemanesh, M., Shirbazoo, Sh. and Pouryaghoub, N., 2013. In-vitro giardicidal effects of aqueous and alcoholic extracts of *Chenopodium Botrys* L. on *Giardia Lamblia* Cysts. Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, 1: 21-31.
- Sabih Ozer, M., Sarikurkcu, C. and Tepe, B., 2016. Phenolic composition, antioxidant and enzyme inhibitory activities of the ethanol and water extracts of *Chenopodium botrys*. RSC Advances, 69: 1-21.
- Sardarodiyan, M. and Arian Far, A., 2019. Investigation of chemical components, antibacterial and antioxidant properties of essential oil *Artemisia khorasanica* in north Khorasan area. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 11: 39-57.
- Şimşek Sezer, E.N. and Uysal, T., 2021. Phenolic screening and biological activities of *Chenopodium botrys* L. extracts. Anatolian Journal of Botany, 5(2): 78-83.
- Souri, E., Amin, G., Dehmobed-Sharifabadi, A., Nazifi, A. and Farsam, H., 2004. Antioxidative activity of sixty plants from Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 3: 55-59.
- Todaro, A., Cimino, F., Rapisarda, P. and Catalano, A.E., 2009. Recovery of anthocyanins from eggplant peel. Food Chemistry, 114: 434-439.
- Trusheva, B., Trunkova, D. and Bankova, V., 2007. Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. Chemistry Central Journal, 1(13): 1-4.
- Tzakou, O., Pizzimenti, A., Pizzimenti, F.C., Sdrafkakis, V. and Galati, E.M., 2007. Composition and antimicrobial activity of *Chenopodium botrys* L. essential oil from Greece. Journal of Essential Oil Research, 19: 292-294.
- Ullah, F., Iqbal, N., Ayaz, M., Sadiq. A., Ullah, I., Ahmad, S. and Imran, M., 2017. DPPH, ABTS free radical scavenging, antibacterial and phytochemical evaluation of crude methanolic extract and subsequent fractions of *Chenopodium botrys* aerial parts. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 30(3): 761-766.
- Yadav, N., Vasudeva, N., Singh, S. and Sharma, S.K., 2007. Medicinal properties of genus *Chenopodium* Linn. Natural Product Radiance, 6(2): 131-134.

Study on phenolic content, antioxidant capacity, and essential oil compounds of *Chenopodium botrys* L. from Raz and Jargalan region

P. Arvin[1*] and R. Firouzeh[2]

1*- Corresponding author, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
E-mail: pooya.arvin@pnu.ac.ir
2- Ph.D. of plant physiology, Payame Noor University, Tehran, Iran

Received: January 2022 Revised: June 2022 Accepted: July 2022

Abstract

To evaluate the biological potential and medicinal properties, the biochemical compounds and quantity and essential oil quality of *Chenopodium botrys* L. grown in the natural habitat located in Raz and Jargalan city, North Khorasan province was investigated. Leaves or flowering branches sampling was done at full flowering stage. The content of biochemical compounds, including phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant capacity, was measured. The essential oil of flowering branches and leaves together was extracted by water distillation method and Clevenger apparatus and analyzed by gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The results showed that the content of phenols, flavonoids, and antioxidant capacity of leaves or flowering branches methanol extracts was obtained 83.2 and 91.4 (mg GA.g^{-1} DW), 14 and 17 (mg QUE.g^{-1} DW), and 91 and 77 (μg.ml^{-1}), respectively. Twenty-six compounds were identified in the essential oil. Elemol (17.2%), juniper camphor (7.9%), and bulnesol (6.9%) were the main compounds of essential oil. Also, the essential oil content was obtained 0.36% (*w*/*w*). Also, the leaves extract had significantly higher content of anthocyanin (3.1 mg cyanidin-*3*-glucoside.g^{-1} DW) compared to the flowering branches one. Overall, based on the results it can be concluded that *Ch. botrys* is a promising source of antioxidant compounds and is expected to be used in the food, medicine, and health products.

Keywords: Essential oli, anthocyanin content, *Chenopodium botrys* L., antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content.