



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

ترکیبات، پتانسیل آنتی اکسیدانی، فنل و فلاونوئید کل و اثر سمیت سلولی عصاره آبی انجبار: مطالعه در شرایط آزمایشگاهی

محمد گلباشی^{۱*}، بهروز علیزاده بهبهانی^۲، Alaa G. Al-Hashimi^۳

۱-استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲-دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

3-Food Science Department, College of Agriculture, University of Basrah, 61004 Basrah, Iraq

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله : تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۵ کلمات کلیدی: اکسیداسیون لیپید، انجبار، فعالیت آنتی اکسیدانی، سمیت سلولی، ترکیبات فنولی، نگهدارنده های طبیعی. DOI: 10.22034/FSCT.22.165.164. * مسئول مکاتبات: Mgolbashy@asnrukh.ac.ir	اکسیداسیون لیپید تأثیر قابل توجهی بر کیفیت، ایمنی و ارزش غذایی مواد غذایی دارد و در نتیجه طعم نامطلوب، کاهش مواد مغذی و نگرانی های بهداشتی مانند بیماری های قلبی - عروقی و سرطان را به همراه دارد. در حالی که نگهدارنده های مصنوعی مانند BHA و BHT مؤثر هستند، ممکن است خطراتی برای سلامتی داشته باشند که منجر به افزایش علاقه به جایگزین های طبیعی می شود. نگهدارنده های گیاهی، به ویژه آن هایی که حاوی پلی فنول ها، فلاونوئید ها و اسانس ها هستند، راه حل های ایمن تر و پایدارتری ارائه می دهند. در این مطالعه، ویژگی های آنتی اکسیدانی و سیتوتوکسیک عصاره آبی گیاه انجبار (<i>Bistorta officinalis</i>)، گیاهی که به خاطر کاربردهای سنتی ضد التهابی و ضد میکروبی آن شناخته شده است، مورد بررسی قرار گرفت. عصاره به دست آمده از ریشه های خشک شده، برای فیتوکمیکال های مختلف از جمله آلکالوئیدها، ساپونین ها، فلاونوئیدها و فنول ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. محتوای فنولی کل برابر با ۷۶/۶۵ mg GAE/g بدست آمد، در حالی که محتوای فلاونوئید کل برابر با ۴۰/۳۸ mg QE/g بود. فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش های DPPH، FRAP، ABTS و رنگبری بتا-کاروتن مورد ارزیابی قرار گرفت و مقادیر IC₅₀ بدست آمده برابر با ۴۰/۳۰ میکروگرم در میلی لیتر (DPPH) و ۲۹/۲۰ میکروگرم در میلی لیتر (ABTS) با مقدار ۸/۶۹ mmol/g برای آزمون FRAP بود. ارزیابی سمیت سلولی بر روی رده های سلولی سرطانی HT-29 و HeLa نشان دهنده اثر کاهشی وابسته به غلظت در زنده ماندن سلولی با مقادیر IC₅₀ به ترتیب ۸۰/۴ میلی گرم در میلی لیتر و ۷۰/۹۲ میلی گرم در میلی لیتر بود. ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره، به ویژه فنولیک ها و فلاونوئیدها، نقش مهمی در خواص آنتی اکسیدانی و سیتوتوکسیک آن دارند و پتانسیل آن را به عنوان یک نگهدارنده طبیعی و عامل درمانی برجسته می نمایند. این نتایج بر کارایی انجبار به عنوان یک جایگزین طبیعی برای آنتی اکسیدان های مصنوعی در هر دو بخش غذا و دارو تأکید می کند.

۱-مقدمه

اکسیداسیون لیپید یک فرآیند شیمیایی است که به طور قابل توجهی بر کیفیت، ایمنی و ارزش غذایی محصولات غذایی تأثیر می‌گذارد و یکی از دلایل اصلی فساد مواد غذایی است که منجر به ایجاد طعم‌های بد، بوهای نامطلوب و از بین رفتن مواد مغذی ضروری و در نهایت کاهش ماندگاری مواد غذایی می‌شود [۱، ۲]. اکسیداسیون لیپیدها، به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه، گونه‌های اکسیژن فعال و محصولات اکسیداسیون ثانویه مانند آلدئیدها و کتون‌ها را تولید می‌کند که در صورت مصرف در مقادیر زیاد برای سلامت انسان مضر هستند. این تغییرات اکسایشی نه تنها ویژگی‌های حسی غذا را به خطر می‌اندازد، بلکه خطرات سلامتی را نیز به همراه دارد، زیرا محصولات اکسیداسیون لیپید با بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و اختلالات عصبی مرتبط هستند [۲-۴]. بنابراین، کنترل اکسیداسیون لیپید یک چالش مهم برای صنایع غذایی است که توسعه استراتژی‌های مؤثر برای کاهش اثرات نامطلوب آن را ضروری می‌سازد.

برای مبارزه با اکسیداسیون لیپیدها و افزایش عمر مفید محصولات غذایی، نگهدارنده‌های مصنوعی مانند هیدروکسی بوتیل آنیزول (BHA)، هیدروکسی بوتیل تولوئن (BHT) و ترت بوتیل هیدروکینون (TBHQ) به طور گسترده‌ای استفاده شده است. این ترکیبات به دلیل فعالیت قوی در مهار رادیکال‌های آزاد در به تأخیر انداختن اکسیداسیون مؤثر هستند [۲، ۴]. با این حال، استفاده از نگهدارنده‌های مصنوعی نگرانی‌هایی را به دلیل خطرات بالقوه آنها برای سلامتی ایجاد کرده است. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف طولانی مدت

آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی می‌تواند منجر به اثرات نامطلوب سلامتی شود [۵، ۶]. بنابراین، تقاضا برای جایگزین‌های ایمن‌تر و طبیعی برای نگهدارنده‌های مصنوعی افزایش یافته است.

نگهدارنده‌های گیاهی، به‌ویژه عصاره‌های گیاهی، به عنوان جایگزین‌های طبیعی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده‌اند. گیاهان منابع غنی از ترکیبات فعال زیستی مانند پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و اسانس‌ها هستند که خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضدالتهابی قوی از خود نشان می‌دهند. این ترکیبات می‌توانند به طور مؤثری اکسیداسیون لیپیدها را با از بین بردن رادیکال‌های آزاد، شلاته کردن یون‌های فلزی و قطع انتشار واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایشی مهار کنند. علاوه بر این، عصاره‌های گیاهی به‌طور کلی به عنوان ایمن (GRAS) شناخته می‌شوند و به دلیل منشأ طبیعی و مزایای سلامتی درک شده توسط مصرف‌کنندگان به خوبی پذیرفته می‌شوند [۷-۱۴]. استفاده از نگهدارنده‌های گیاهی نه تنها محدودیت‌های آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی را برطرف می‌کند، بلکه با تقاضای رو به رشد برای محصولات غذایی با برچسب تمیز و پایدار همخوانی دارد.

در میان گیاهان متعددی که به دلیل پتانسیل نگهداری آنها مورد مطالعه قرار گرفته است، گیاه انجبار (*Bistorta officinalis*) توجه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است. این گیاه چند ساله، بومی اروپا و آسیا، به طور سنتی در طب عامیانه به دلیل خواص ضدالتهابی، ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن استفاده می‌شود. این گیاه دارای طیف وسیعی از ترکیبات زیست فعال از جمله تانن‌ها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک است که به فعالیت

آنتی اکسیدانی قوی آن کمک می کند [۱۵-۱۸]. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره آبی انجبار صورت نگرفته است، این مطالعه با هدف بررسی میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی این عصاره انجام گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- استخراج عصاره

استخراج عصاره آبی انجبار مطابق روش صالحی و همکاران (۲۰۲۲)، با تغییرات مورد نیاز انجام گردید [۱۸]. ریشه‌های تازه انجبار از ارتفاعات سهند آذربایجان جمع‌آوری شد. ریشه‌ها به قطعات کوچک‌تر برش داده شده و سپس در سایه خشک شدند. پس از آسیاب کردن ریشه‌ها با آسیاب، ۳۰۰ گرم از پودر به دست آمده در ۱۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیسانده شد و پس از ۷۲ ساعت نگهداری در دمای اتاق، محلول فیلتر و سپس به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. مایع رویی در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد خشک شد و در نهایت جرم نیمه جامد به دست آمده تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد [۱۸].

۲-۲- آکالوئیدها

۵ میلی‌لیتر محلول ۱ درصد هیدروکلریک اسید با ۰/۲۵ گرم عصاره ترکیب و به مدت ۵ دقیقه جوشانده شد. سپس حجم به سطح اولیه تنظیم شد و محلول اسیدی حاصل با استفاده از کاغذ صافی فیلتر شد. محلول فیلتر شده با مقدار مناسب آمونیاک ۱۰ درصد، قلیایی و با اتیل اتر استخراج شد. محلول اتر تا زمان خشک شدن تبخیر و پس از آن ۵ میلی‌لیتر محلول

۱ درصد هیدروکلریک اسید اضافه گردید. سپس محلول اسیدی به سه قسمت تقسیم شد. یکی به عنوان بلانک عمل کرد درحالی‌که شاخص‌های Mayer و Bosshardt به دو بخش دیگر اضافه شدند. تشکیل یک رسوب قهوه‌ای با نشانگر Bosshardt و یک رسوب سفید مایل به زرد با نشانگر Mayer نشان دهنده وجود آکالوئیدها است [۱۹].

۲-۳- ساپونین

در یک لوله آزمایش، ۵ میلی‌لیتر از عصاره آبی با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به آرامی حرارت داده شد. ایجاد کف پایدار به عنوان شاخصی برای حضور ساپونین‌ها در نظر گرفته شد [۲۰].

۲-۴- فلاونوئیدها

به ۱ میلی‌لیتر از عصاره آبی، ۱ میلی‌لیتر محلول استات سرب ۱۰ درصد اضافه شد. ظهور رنگ نارنجی، قرمز، زرشکی یا سرخابی نشانه مثبتی برای حضور فلاونوئیدها در نظر گرفته شد [۱۹].

۲-۵- فنولیک

۱ میلی‌لیتر محلول کلرید آهن با ۲ میلی‌لیتر عصاره انجبار مخلوط شد. ظاهر رنگ آبی یا سبز نشان دهنده حضور ترکیبات فنولی در نظر گرفته شد [۱۹].

۲-۶- محتوای فنول کل

محتوای فنولی کل عصاره انجبار با استفاده از معرف فولین سیوکالتو به روش جوانمردی و همکاران (۲۰۰۳) ارزیابی شد.

$$\text{Scavenging effect (\%)} = \frac{(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}})}{A_{\text{blank}}} \times 100$$

که در آن A_{blank} و A_{sample} به ترتیب نشان دهنده جذب عصاره و نمونه بلانک هستند. فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره با استفاده از مقدار IC_{50} مقایسه شد. مقدار IC_{50} غلظت نمونه مورد نیاز برای مهار ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد را نشان می‌دهد و با استفاده از شیب منحنی فعالیت مهار رادیکال تعیین می‌گردد [۲۲]. دی‌بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) بعنوان کنترل و جهت مقایسه قدرت آنتی اکسیدانی عصاره در نظر گرفته شد.

۲-۹- مهار رادیکال ABTS

ابتدا محلول آبی ABTS (۷ میلی‌مولار) تهیه و سپس با پرسولفات پتاسیم و تا رسیدن به غلظت ۲/۴۵ میلی‌مولار رقیق گردید. پس از آن، محلول به مدت ۱۶ ساعت در یک مکان تاریک نگه داشته شد و سپس با متانول رقیق شد تا جذب ۰/۷ در طول موج ۷۳۴ نانومتر به دست آید. در نهایت ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره با ۳/۹ میلی‌لیتر محلول رادیکال ABTS مخلوط و جذب آن پس از ۵ دقیقه نگهداری ثبت شد. فعالیت مهار رادیکال آزاد عصاره طبق فرمول ارائه شده در بخش ۲-۷ اندازه‌گیری و بر حسب IC_{50} گزارش گردید [۲۳]. دی‌بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) بعنوان کنترل و جهت مقایسه قدرت آنتی اکسیدانی عصاره در نظر گرفته شد.

۲-۱۰- قدرت احیاء کنندگی فریک

محلولی با ترکیب ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات (۰/۲ مولار) با ۲/۵ میلی‌لیتر فری سیانید پتاسیم (۱ درصد) تهیه و سپس با عصاره مخلوط شد. این مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد و پس از آن ۲/۵ میلی‌لیتر اسید تری

در یک مخلوط واکنش، ۵۰ میکرولیتر از نمونه با ۲/۵ میلی‌لیتر رقت ۱/۱۰ از معرف فولین سیوکالتو و ۲ میلی‌لیتر محلول ۷/۵ درصد Na_2CO_3 در صد ترکیب شد. این مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس جذب در ۷۶۵ نانومتر برای همه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در هر گرم وزن خشک (mg GAE/g) گزارش شد [۲۱].

۲-۷- محتوای فلاونوئید کل

محتوای کل فلاونوئید عصاره با استفاده از روش کلرید آلومینیوم تعیین شد. یک میلی‌لیتر از عصاره با ۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم متانولی ۲ درصد ترکیب شد. سپس مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق در تاریکی قرار داده شد و جذب در ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت میلی‌گرم معادل کوئرستین (QE) در هر گرم وزن خشک پودر گیاه با متانول به عنوان بلانک بیان شد [۱۹].

۲-۸- مهار رادیکال DPPH

روش ارائه شده توسط یگانگی و همکاران (۲۰۱۸)، با تغییرات مورد نیاز، برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره مورد استفاده قرار گرفت [۲۲]. یک میلی‌لیتر از عصاره (از ۱۰ تا ۵۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) با ۱ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ میلی‌مولار DPPH در متانول مخلوط شد. سپس مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و پس از آن جذب عصاره و نمونه بلانک (حاوی تمام اجزا به جز عصاره) در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت زیر محاسبه شد:

کلرواستیک ۱۰ درصد به آن اضافه شد تا واکنش متوقف شود. سپس محلول در ۱۰۰۰ گرم به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از این، ۲/۵ میلی لیتر مایع رویی با ۲/۵ میلی لیتر آب دیونیزه و ۰/۵ میلی لیتر کلرید (۰/۱ درصد) مخلوط شد. پس از نگهداری به مدت ۳۰ دقیقه، جذب در ۷۰۰ نانومتر اندازه گیری شد. قدرت احیای آهن فریک عصاره بر حسب معادل اسید اسکوربیک (mmol/g) بیان شد [۲۴].

۲-۱۱- جلوگیری از رنگبری بتا-کاروتن

در آزمایش مهار رنگبری بتاکاروتن، از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد. به طور خاص، جذب محلول در ۴۹۰ نانومتر پس از ۱۲۰ دقیقه انکوباسیون (A_{120})، در مقایسه با نمونه شاهد در هر دو زمان صفر (C_0) و پس از ۱۲۰ دقیقه (C_{120}) اندازه گیری شد. سپس اثر بازدارندگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۲۵]:

$$\text{Inhibitory effect (\%)} = \frac{[(A_{120}-C_{120})/(C_0-A_{120})] \times 100}{100}$$

۲-۱۲- سمیت سلولی

روش MTT برای ارزیابی سمیت سلولی عصاره در برابر رده های سلولی HT29 و HeLa انجام شد. سلول ها در محیط DMEM همراه با ۱۰ درصد سرم جنین گاو و پنی سیلین/استرپتومایسین رشد داده شدند و سپس در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در محیطی با رطوبت ۹۵ درصد و دی اکسید کربن ۵ درصد انکوبه شدند. در مجموع ۱۰۰۰۰۰ سلول به هر چاهک به همراه غلظت های مختلف عصاره (۰، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر)، محیط DMEM و ۲۰۰ میکرو لیتر سرم جنین گاوی اضافه شد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، تکثیر سلولی با استفاده از روش MTT ارزیابی

شد: ۳۰ میکرو لیتر از محلول ۵ میلی گرم بر میلی لیتر MTT به هر چاهک اضافه شد و پلیت ها به مدت ۳ ساعت در انکوباتور دی اکسید کربن انکوبه شدند. سپس جذب در ۵۷۰ نانومتر با استفاده از یک الایزا ریدر (Bio Tek, ELX 808, Instruments, ایالات متحده آمریکا) اندازه گیری شد. منحنی های زنده ماننی سلول با استفاده از سلول های کنترل ایجاد شد [۲۶].

۲-۳- آنالیز آماری

آزمایش ها در سه نوبت انجام شد و نتایج با استفاده از نرم افزار Minitab (نسخه ۱۶) با آزمون توکی در سطح معنی داری ۵ درصد تجزیه و تحلیل شد.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ ترکیبات فیتوشیمیایی و غلظت آنها در عصاره آبی انجبار (*B. officinalis*) را نشان می دهد. این اطلاعات برای درک ترکیب شیمیایی عصاره و زیست فعالی بالقوه آن، که می تواند در تنظیمات دارویی و درمانی مختلف مورد استفاده قرار گیرد، حیاتی است. آلکالوئیدها، زرد یا قهوه ای شناسایی شدند که نشان دهنده حضور آنها در غلظت های پایین (+) است. این ترکیبات به دلیل اثرات فارماکولوژیک گسترده خود، که شامل اثرات ضد التهابی است، مورد توجه قرار گرفته اند [۲۷]. آزمایش شینودا یک محلول قرمز تولید کرد که به این معنی است که فلاونوئیدها در غلظت های متوسط به بالا (++) وجود دارند. فلاونوئیدها آنتی اکسیدان های قوی هستند که دارای خواص ضد سرطانی، ضد ویروسی و ضد التهابی هستند [۷، ۲۸]. ساپونین ها، که در غلظت های پایین (+) وجود داشتند، با

تشکیل کف پایدار شناسایی شدند و به خاطر اثرات تقویت کننده ایمنی و کاهش کلسترول خود مورد تأیید قرار گرفته اند [۲۹]. آزمایش کلرید فریک رنگ آبی مایل به سبز را نشان داد که نشان دهنده غلظت بالای (+++) ترکیبات فنولی است. این فنولیک ها به دلیل توانایی های آنتی اکسیدانی خود که به کاهش استرس اکسایشی و بیماری های مرتبط با آن کمک می کند،

شناخته شده اند [۲۲]. نتایج این مطالعه حضور قابل توجه ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در عصاره آبی انجبار را تأیید نمود که ترکیبات فنولی فراوان ترین آنها بود.

Table 1. Phytochemical constituents of *Bistorta officinalis* aqueous extract.

Chemical	Verification method	Observation	Occurrence
Alkaloids	Mayer and Bosshardt	Formation of a yellow or brown color	+
Flavonoids	Shinoda test	Red solution	++
Saponins	Froth test	Formation of a stable foam	+
Phenolics	Ferric chloride	Green-bluish	+++

+ present in small concentrations; ++ present in moderately high concentrations; +++ present in high concentrations.

نتایج محتوای فنول و فلاونوئید کل عصاره آبی انجبار در شکل ۱ ارائه شده است. مطابق نتایج، عصاره حاوی mg GAE/g ۷۷/۶۵ فنول کل و mg QE/g ۴۰/۳۸ فلاونوئید کل بود. در یک مطالعه، از HPLC برای شناسایی پنج ترکیب اصلی فنولی در *B. officinalis*، از جمله ایزومر گالوئیل گلوکوزید، کاتچین و اسید کلروژنیک استفاده شد، در حالی که فنول های کل و تانن های قابل استخراج را نیز تعیین کرد [۳۰]. در یک مطالعه جداگانه، در مجموع ۳۱ پلی فنول در ریشه عصاره *B. officinalis*، شامل ۲۰ مشتق بنزوئیل و ۱۱ مشتق کافئویل، با ۲۶ عنصر کمیاب جدید در گیاه شناسایی شد [۳۱]. علاوه بر این، یانگ و همکاران (۲۰۲۳) از یک تکنیک میکرواستخراج آنالیز برای تجزیه و تحلیل سریع آنتی اکسیدان ها در *B. officinalis* استفاده کرد و فنول های کلیدی مانند اسید

نئوکلوژنیک، اسید کافئیک، اسید گالیک، پروسیانیدین B2 و اسید کلروژنیک را یافت [۳۲]. برای ارزیابی اجزای شیمیایی و سمیت سلولی *B. officinalis*، عصاره متانولی-آب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که منجر به شناسایی چندین فنول - از جمله اسید پروتوکاتچوئیک، اسید گالیک، اسید p-هیدروکسی بنزوئیک، اسید وانیلیک، اسید کلروژنیک، اسید سیرینگیک - اسید ۴-متیل ۳-۱، کاتکول، ۴-متیل کول فرآکوس، سیرینگیک اسید گردید [۳۳]. عصاره اتانولی اندام های هوایی *B. officinalis* تحت آنالیز کیفی (HP) TLC قرار گرفت که مشتقات فلاونوئیدی را به عنوان ترکیبات اولیه موجود از جمله کامفرول، کوئرستین و لوتولین شناسایی کرد [۳۴].

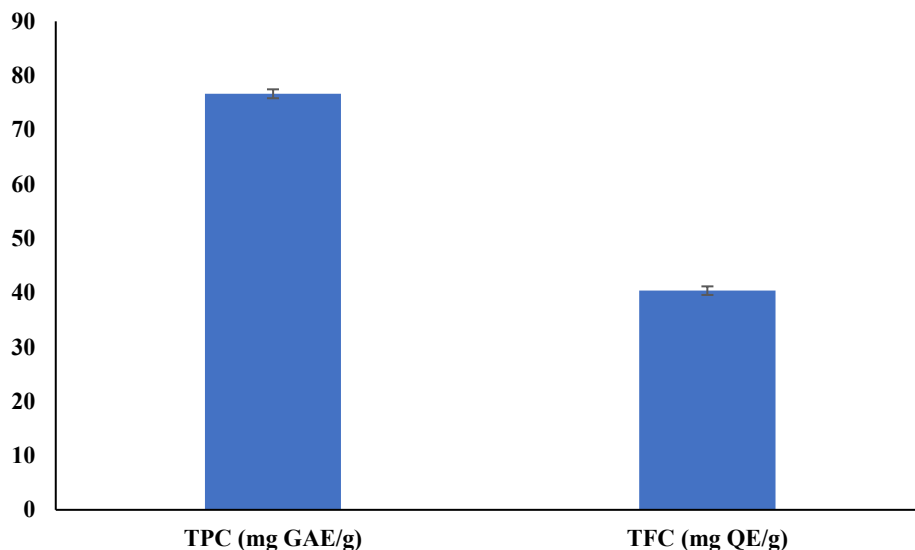


Figure 1. Total phenolics content (TPC) and total flavonoids content (TFC) of *Bistorta officinalis* aqueous extract.

عصاره مقادیر IC_{50} معادل $47/30$ میکروگرم بر میلی‌لیتر را در روش DPPH و $29/20$ میکروگرم بر میلی‌لیتر در روش ABTS نشان داد که هر دو به طور قابل توجهی بالاتر از مقدار $9/65$ میکروگرم بر میلی‌لیتر برای BHT بود، که نشان می‌دهد عصاره در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد کمتر مؤثر است.

علاوه بر این، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با استفاده از روش‌های FRAP و مهار رنگبری بتاکاروتن اندازه‌گیری شد که به ترتیب $0/34 \pm 8/69$ و $0/63 \pm 55/65$ درصد بود. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی انجمار را می‌توان به ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها و سایر مواد شیمیایی گیاهی که به دلیل توانایی آنها در از خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد شناخته شده‌اند نسبت داد. این ترکیبات به طور مؤثری سبب اهداء اتم‌ها یا الکترون‌های هیدروژن به رادیکال‌های آزاد شده و با خنثی‌سازی آنها از آسیب اکسایشی جلوگیری می‌کنند.

شکل ۲ پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره را نشان می‌دهد که از طریق دو روش رایج مهار رادیکال‌های ABTS و DPPH ارزیابی شده است. این روش‌ها اغلب برای ارزیابی توانایی مهار رادیکال‌های آزاد ترکیبات، که یک شاخص حیاتی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی است، استفاده می‌شوند. نتایج در برابر BHT، یک آنتی‌اکسیدان مصنوعی که به عنوان یک استاندارد در چنین مطالعاتی عمل می‌کند، ارزیابی شده است.

در روش DPPH، ظرفیت عصاره برای اهداء اتم‌های هیدروژن یا الکترون برای تثبیت رادیکال DPPH اندازه‌گیری می‌شود؛ جذب کمتر در 517 نانومتر نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر است. سنجش ABTS توانایی عصاره در خاموش کردن کاتیون رادیکال ABTS را ارزیابی می‌کند که با کاهش جذب در 734 نانومتر تعیین می‌شود. نتایج نشان داد که

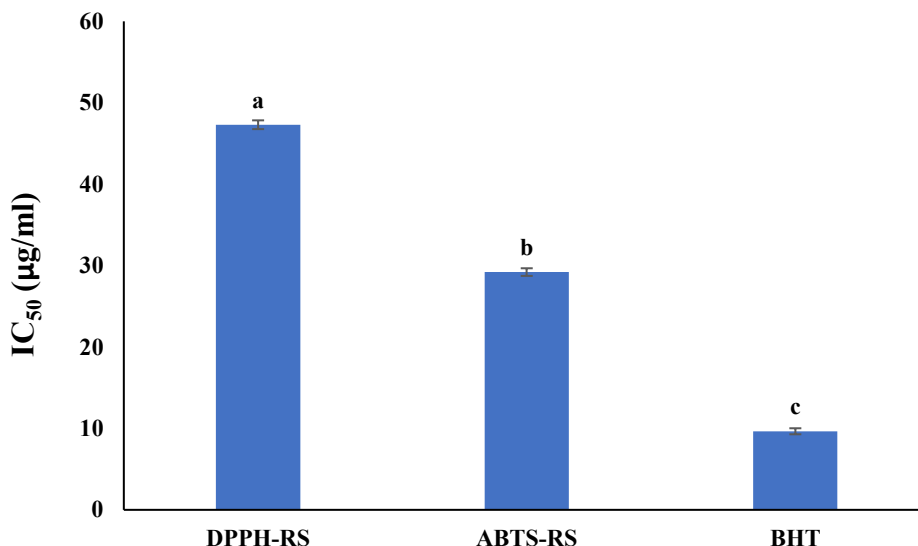


Figure 2. Antioxidant activity of *Bistorta officinalis* aqueous extract.

فعالیت آنتی اکسیدانی *B. amplexicaulis* استفاده نمود. این محققین، پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره متانولی خام اندام هوایی، ریزوم و برگ را ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که عصاره برگ قوی ترین فعالیت آنتی اکسیدانی را داشت. عصاره متانولی برگ حداکثر فعالیت مهارى را نشان داد و مقدار $IC_{50} = 1.03$ میکروگرم بر میلی لیتر را نشان داد، درحالی که سایر فراکسیون ها دارای مقادیر IC_{50} در محدوده ۱/۰۳ تا ۵۸/۲ میکروگرم بر میلی لیتر بودند [۳۷]. منیر و همکاران (۲۰۱۴) پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره های ریزوم *B. officinalis* را با استفاده از حلال های متانولی و اتانولی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که عصاره اتانولی پتانسیل آنتی اکسیدانی برتری را در مقایسه با عصاره متانولی از خود نشان می دهد. خواص آنتی اکسیدانی با استفاده از روش های DPPH، FRAP و ABTS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و این مطالعه همچنین ارتباط بین فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای فنولی را بررسی کرد. نتایج نشان داد که این گیاه فعالیت های مهارکنندگی قوی با همبستگی مثبت بین محتوای

جاوید و همکاران (۲۰۲۴)، تجزیه و تحلیل جزئی برای ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی *B. amplexicaulis* انجام دادند. یافته های آن ها نشان داد که هم قسمت های بالای زمین (شامل برگ، ساقه و گل آذین) و هم قسمت های زیرزمینی (ریزوم) فعالیت مهارى رادیکالی از خود نشان می دهند؛ قسمت های زیرزمینی پتانسیل مهار به ویژه بالاتری را نشان دادند. به طور خاص، عصاره های اتیل استات از ریزوم ها بالاترین درصد مهار را در روش های مهار رادیکال DPPH، NO^- و OH^- ثبت کردند [۳۵]. در مطالعه دیگری [۳۶]، فراکسیون اتیل استات *B. amplexicaulis* دارای قوی ترین پتانسیل آنتی اکسیدانی با مقدار $IC_{50} = 5.76$ میکروگرم بر میلی لیتر برای DPPH، $IC_{50} = 0.74$ میکروگرم در میلی لیتر برای ABTS و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل برابر با ۷۲/۵۵ معادل اسید اسکوربیک بود [۳۶]. بتول و همکاران (۲۰۱۵) از یک روش حفاظتی پلاسمید DNA همراه با آزمایش مهار رادیکال DPPH برای ارزیابی

فنولی کل و فعالیت آنتی اکسیدانی از خود نشان می دهد [۳۸]. علاوه بر این، پیرو و همکاران (۲۰۱۷)، ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره اتانولی از اندام های هوایی *B. officinalis* را با استفاده از آزمون های لومینسانس شیمیایی ارزیابی کرد و ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی را نشان داد که از روتین و اسید گالیک که به عنوان ترکیبات مرجع استفاده می شدند، بیشتر بود [۳۴].

شکل ۳ اثرات سیتوتوکسیک عصاره آبی انجمار را بر روی دو رده سلولی سرطانی انسانی HT-29 و HeLa که از طریق ارزیابی زنده مانی سلولی ارزیابی شده است را نشان می دهد. نتایج نشان دهنده اثر کاهشی وابسته به غلظت در زنده مانی سلولی برای هر دو رده سلولی است که نشان دهنده فعالیت سیتوتوکسیک قابل توجه عصاره است. در غلظت کنترل صفر میلی گرم بر میلی لیتر، سلول های HT-29 زنده مانی ۹۸/۶۲ درصد داشتند. با افزایش غلظت عصاره، زنده ماندن سلولی به تدریج کاهش یافت: به ۸۰/۶۵ درصد در ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر، ۶۵/۸۰ درصد در ۲۵ میلی گرم در میلی لیتر، ۵۶/۳

درصد در ۵۰ میلی گرم در میلی لیتر، ۲۴/۳ درصد در ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر و ۱۳/۲۵ درصد در ۲۰۰ میلی گرم در میلی لیتر.

سلول های HeLa نیز زنده مانی ۹۷/۸ درصد را در غلظت صفر میلی گرم بر میلی لیتر نشان دادند که به ۷۹/۸۵ درصد در ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر، ۵۹/۵۰ درصد در ۲۵ میلی گرم در میلی لیتر، ۴۷/۳ درصد در ۵۰ میلی گرم در میلی لیتر، ۱۹/۶ درصد در ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر و ۱۱/۲ درصد در ۲۰۰ میلی گرم در میلی لیتر کاهش یافت. مقادیر IC_{50} محاسبه شده برای سلول های HT-29 برابر با ۸۰/۴ میلی گرم در میلی لیتر و برای سلول های HeLa برابر با ۷۰/۹۲ میلی گرم در میلی لیتر بود. این مقادیر IC_{50} نشان دهنده غلظت عصاره لازم برای کاهش زنده مانی سلولی به میزان ۵۰ درصد است و IC_{50} پایین تر برای سلول های HeLa نشان دهنده حساسیت بالاتر به عصاره در مقایسه با سلول های HT-29 است.

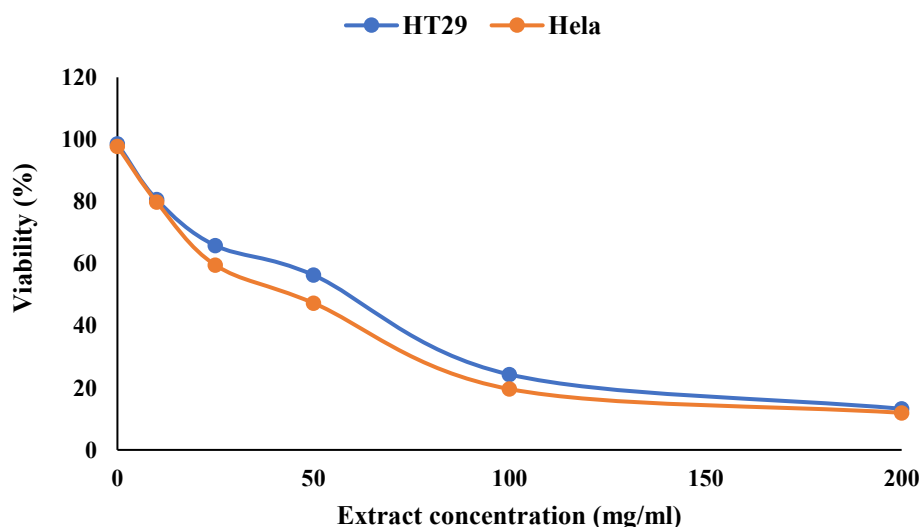


Figure 3. Cytotoxic effect of *Bistorta officinalis* aqueous extract against HT-29 and HeLa cell lines.

پروتئین شود. علاوه بر این، ترکیبات فعال زیستی می‌توانند چرخه سلولی را مختل کنند و باعث توقف سلولی در مراحل خاص و مهار تکثیر شوند [۴۰، ۴۱].

۴- نتیجه‌گیری نهایی

این مطالعه بر کارایی انجبار به عنوان منبع طبیعی آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات فعال زیستی تأکید می‌کند که می‌تواند جایگزینی مناسب برای نگهدارنده‌های مصنوعی در بخش مواد غذایی باشد. عصاره آبی انجبار مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی را نشان داد که خواص آنتی‌اکسیدانی قوی آن را افزایش می‌دهد و از طریق آزمون‌های مهار DPPH، مهار FRAP، ABTS و رنگبری بتاکاروتن نشان داده شد. درحالی‌که اثر آنتی‌اکسیدانی آن کمتر از BHT مصنوعی بود، منشأ طبیعی و ایمن بودن، آن را به انتخابی مناسب برای محصولات غذایی با برجسب تمیز تبدیل می‌کند. علاوه بر این، عصاره اثرات سیتوتوکسیک قابل‌توجهی بر رده‌های سلولی سرطان HT-29 و HeLa نشان داد که نشان دهنده نقش بالقوه آن در درمان سرطان است. وجود آلکالوئیدها، ساپونین‌ها و فنولیک‌ها پتانسیل دارویی آن را بیشتر برجسته می‌کند. این نتایج کارایی استفاده از انجبار را به عنوان یک نگهدارنده طبیعی، پایدار و عامل درمانی را نشان می‌دهد که با افزایش تقاضا برای گزینه‌های ایمن‌تر و مبتنی بر گیاه در بخش‌های غذایی و دارویی همسو می‌شود.

۵- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی با کد ۱۴۰۳/۵۳ می‌باشد، لذا از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم

پیرو و همکاران (۲۰۱۷)، سمیت سلولی عصاره‌های اتانولی از اندام‌های هوایی انجبار را بررسی و نشان دادند که غلظت‌های بالای $25 \mu\text{g GAE/ml}$ سمیت قابل‌توجهی را برای سلول‌های فیروبلست جنینی NIH3T3 موش دارند [۳۴]. مطالعه‌ای توسط Pillai Manoharan و همکاران (۲۰۰۷)، فعالیت سیتوتوکسیک فراکسیون‌های کلروفرم و هگزان را به همراه بخش‌های فرعی آنها که از ریزوم‌ها مشتق شده‌اند، در برابر رده‌های سلولی سرطانی مختلف ارزیابی کردند. این تحقیق نشان داد که این فراکسیون‌ها و برخی از زیربخش‌های انجبار فعالیت متوسط تا بالایی در برابر رده‌های سلولی سرطانی HL60، P388، LL2 از خود نشان دادند [۳۹]. ایتیسار و همکاران (۲۰۱۳) اسیدهای چرب ضدسرطان و ترکیبات فنولی را از چندین بخش از عصاره متانولی-آبی انجبار جدا کردند و دریافتند که یازده تا از سیزده فراکسیون سمیت سلولی خوب تا قوی را در برابر رده سلولی سرطانی HCCLM3 نشان می‌دهند [۳۳]. اثرات سیتوتوکسیک عصاره انجبار ممکن است به چندین مکانیسم مرتبط با ترکیبات زیست فعال آن نسبت داده شود. عصاره‌های گیاهی از طریق فعال شدن هر دو مسیر درونی (میتوکندری) و بیرونی (گیرنده مرگ) باعث القای آپوپتوز در سلول‌های سرطانی می‌شوند. این فرآیند ممکن است شامل تنظیم مثبت پروتئین‌های پروآپوپتوز و کاهش پروتئین‌های ضدآپوپتوز باشد. علاوه بر این، بسیاری از ترکیبات مشتق شده از گیاه، گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را در سلول‌های سرطانی تولید می‌کنند که منجر به استرس اکسیداتیو و در نهایت مرگ سلولی می‌شود. این عدم تعادل بین تولید ROS و دفاع آنتی‌اکسیدانی سلول می‌تواند منجر به آسیب DNA، پراکسیداسیون لیپیدی و اکسیداسیون

کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های
مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی میگردد.

۵-منابع

- [1] Jacobsen, C., García-Moreno, P. J., Yesiltas, B. , & Sørensen, A.-D. M., (2021). *Chapter 9 - Lipid oxidation and traditional methods for evaluation*, in *Omega-3 Delivery Systems*, P.J. García-Moreno, C. Jacobsen, A.-D. Moltke Sørensen, and B. Yesiltas, Editors. Academic Press. p. 183-200.
- [2] Nooshkam, M. , & Varidi, M., (2024). *Chapter Twelve - Antioxidant and antibrowning properties of Maillard reaction products in food and biological systems*, in *Vitamins and Hormones*, G. Litwack, Editor. Academic Press. p. 367-399.
- [3] Vieira, S. A., Zhang, G. , & Decker, E. A. (2017). Biological Implications of Lipid Oxidation Products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(3), 339-351. DOI: 10.1007/s11746-017-2958-2.
- [4] Shahidi, F. , & Ambigaipalan, P., (2018). *Antioxidants in oxidation control*, in *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity*. p. 287-320.
- [5] Feng, J., Berton-Carabin, C. C., Fogliano, V. , & Schroën, K. (2022). Maillard reaction products as functional components in oil-in-water emulsions: A review highlighting interfacial and antioxidant properties. *Trends in Food Science & Technology*, 121, 129-141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.008>.
- [6] Lorenzo, J. M., Muneke, P. E. S., Baldin, J. C., Franco, D., Domínguez, R., Trindade, M. A. , & Tindade, M. (2017). The use of natural antioxidants to replace chemical antioxidants in foods. *Strategies for Obtaining Healthier Foods; Lorenzo, JM, Carballo, FJ, Eds*, 205-228.
- [7] Ahmad Nejhad, A., Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Vasiee, A. , & Mehrnia, M. A. (2023). Identification of phytochemical, antioxidant, anticancer and antimicrobial potential of Calotropis procera leaf aqueous extract. *Scientific Reports*, 13(1), 14716. DOI: 10.1038/s41598-023-42086-1.
- [8] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Lavi Arab, F., Vasiee, M. , & Tabatabaee Yazdi, F. (2020). Chemical composition and antioxidant, antimicrobial, and antiproliferative activities of Cinnamomum zeylanicum bark essential oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(1), 5190603.
- [9] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Vasiee, A. , & Tabatabaee Yazdi, F. (2021). Control of microbial growth and lipid oxidation in beef using a Lepidium perfoliatum seed mucilage edible coating incorporated with chicory essential oil. *Food science & nutrition*, 9(5), 2458-2467.
- [10] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. , & Falah, F. (2020). The combined effect of the combined Fennel and Clove essential oils on Staphylococcus epidermidis, Bacillus cereus, Salmonella typhi and Enterobacter aerogenes using Checkerboard assay (fractional inhibitory concentration index). *Journal of food science and technology(Iran)*, 17(106), 75-83. DOI: 10.52547/fsct.17.106.75.
- [11] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Falah, F., Zargari, F., Nikfarjam, Z. , & Vasiee, A. (2024). Synergistic activity of Satureja intermedia and Ducrosia anethifolia essential oils and their interaction against foodborne pathogens: A multi-ligand molecular docking simulation. *LWT*, 205, 116487. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116487>.
- [12] Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaee Yazdi, F., Shahidi, F. , & Mohebbi, M. (2012). Antimicrobial activity of Avicennia marina extracts ethanol, methanol & glycerin against Penicillium digitatum (citrus green mold). *Scientific Journal of Microbiology*, 1(7), 147-151.
- [13] Falah, F., Shirani, K., Vasiee, A., Yazdi, F. T. , & Behbahani, B. A. (2021). In vitro screening of phytochemicals, antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activity of Echinops setifer extract.

Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 35, 102102.

[14] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2022). Evaluation of total phenols and flavonoids, antioxidant power, and antimicrobial activity of *Levisticum officinale* Koch essential oil against some spoilage fungi causing apple and orange rot. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 18(5), 699-709. DOI: 10.22067/ifstrj.2022.74735.1136.

Abbasi, S., Aleebrahim Dehkordi, E., & Kamali, P., *Comparative study of the antimicrobial effect of the total hydroalcoholic extract of Polygonum bistorta root on pathogenic microorganisms with the antibiotics erythromycin, penicillin and amoxicillin*, in 3rd International Conference on Research in Science and Technology. 2016.

[16] Ghelich, T., Hashemi Karouei, M., & Gholampor Azizi, I. (2014). Antibacterial Effect of Methanolic Extraction of *Polygonum Bistorta* on Some Bacteria. *Medical Laboratory Journal*, 8(2), 41-47.

[17] Pawłowska, K. A., Hałasa, R., Dudek, M. K., Majdan, M., Jankowska, K., & Granica, S. (2020). Antibacterial and anti-inflammatory activity of bistort (*Bistorta officinalis*) aqueous extract and its major components. Justification of the usage of the medicinal plant material as a traditional topical agent. *Journal of Ethnopharmacology*, 260, 113077. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113077>.

[18] Salehi, E., Morovatisharifabad, M., Karimi, M., & Sazi Zavareh, M. (2022). The effect of hydroalcoholic of Bistort (*Polygonum bistorta* L) root on blood glucose levels of streptozotocin induced diabetic mice. *Applied Biology*, 35(1), 156-166. DOI: 10.22051/jab.2021.37075.1437.

[19] Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., & Mohebbi, M. (2017). Antioxidant activity and antimicrobial effect of tarragon (*Artemisia dracunculus*) extract and chemical composition of its essential oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 847-863. DOI: 10.1007/s11694-016-9456-3.

[20] Njoku, O. V., & Obi, C. (2009). Phytochemical constituents of some selected medicinal plants. *African journal of pure and applied chemistry*, 3(11), 228-233.

[21] Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83(4), 547-550. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00151-1).

[22] Yeganegi, M., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Asili, J., Alizadeh Behbahani, B., & Beigbabaei, A. (2018). *Equisetum telmateia* extracts: Chemical compositions, antioxidant activity and antimicrobial effect on the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. *Microbial Pathogenesis*, 116, 62-67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.01.014>.

[23] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2024). Determination of antioxidant activity, and antifungal effect of *Ferula persica* L hydroalcoholic extract on some fungal strains causing strawberry and grape fruits rot "in vitro". *Research in Plant Metabolites*, 2(1), 5-17. DOI: 10.22034/jrpsm.2024.165984.

[24] Jalil Sarghaleh, S., Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Vasiee, A., & Noshad, M. (2023). Evaluation of the constituent compounds, antioxidant, anticancer, and antimicrobial potential of *Prangos ferulacea* plant extract and its effect on *Listeria monocytogenes* virulence gene expression. *Frontiers in Microbiology*, 14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1202228>.

[25] Dapkevicius, A., Venskutonis, R., van Beek, T. A., & Linssen, J. P. H. (1998). Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(1), 140-146. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199805\)77:1<140::AID-JSFA18>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199805)77:1<140::AID-JSFA18>3.0.CO;2-K).

[26] Saffari Samani, E., Jooyandeh, H., & Alizadeh Behbahani, B. (2022). Investigation on

the chemical composition, bioactive functional groups, antioxidant potential and cell toxicity (HT29) of Shirazi thyme essential oil: A study in laboratory scale. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 18(2), 203-217. DOI: 10.22067/ifstrj.2020.40161.0.

[27] Kukula-Koch, W. A. , & Widelski, J., (2017). *Chapter 9 - Alkaloids*, in *Pharmacognosy*, S. Badal and R. Delgoda, Editors. Academic Press: Boston. p. 163-198.

[28] Zwitter, A. S., (2014). *Proanthocyanidin: Chemistry and Biology: From Phenolic Compounds to Proanthocyanidins*, in *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. Elsevier.

[29] Rao, A. V. , & Sung, M. K. (1995). Saponins as Anticarcinogens. *The Journal of Nutrition*, 125, 717S-724S. DOI: https://doi.org/10.1093/jn/125.suppl_3.717S.

[30] Wang, S.-T., Gao, W., Fan, Y.-X., Liu, X.-G., Liu, K., Du, Y., Wang, L.-L., Li, H.-J., Li, P. , & Yang, H. (2016). Phenol profiles and antioxidant capacities of Bistort Rhizoma (*Polygonum bistorta* L.) extracts. *RSC Advances*, 6(33), 27320-27328. DOI: 10.1039/C6RA00687F.

[31] Wang, S.-T., Yang, H., Gao, W., Li, H.-J. , & Li, P. (2016). Trace enrichment and characterization of polyphenols in Bistort Rhizoma using weak anion-exchange solid phase extraction and high performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 119, 91-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2015.11.033>.

[32] Yang, W.-Q., Qian, Z.-M., Wu, M.-Q., Gao, J.-L., Huang, Q., Zou, Y.-S. , & Tang, D. (2023). Online Microextraction Coupled with HPLC-ABTS for Rapid Analysis of Antioxidants from the Root of *Polygonum bistorta*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2023(1), 7496848. DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/7496848>.

[33] Intisar, A., Zhang, L., Luo, H., Kiazolu, J. B., Zhang, R. , & Zhang, W. (2013). Anticancer constituents and cytotoxic activity of methanol-water extract of *Polygonum bistorta* L. *African*

Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 10(1), 53-59.

[34] Pirvu, L., Sha'at, F., Miclea, L. C., Savopol, T., Neagu, G., Udeanu, D. I. , & Moisesescu, M. G. (2017). *Polygonum bistorta* L herba et flores polyphenols profile, antioxidant properties and cytotoxic effect on murine fibroblast cell line NIH3T3. *Farmacia*, 65(4), 571-576.

[35] Javid, H., Ul Qadir, R., Magray, J. A., Wani, B. A., Nawchoo, I. A. , & Gulzar, S. (2024). Variability in morphology, phytochemicals and antioxidant activity in *Bistorta amplexicaulis* (D. Don) Greene populations under variable habitats and altitudes. *Natural Product Research*, 38(4), 563-580. DOI: 10.1080/14786419.2023.2181802.

[36] Tabassam, S., Anwar, M. A., Gulfraz, M., Arshad, M., Sabitaliyevich, U. Y., Nurmurazayevich, S. B. , & Ahmad, M. S. (2019). Bioactivity evaluation and HPLC UV-VIS based quantification of antioxidant secondary metabolites from extract and fractions of *Bistorta amplexicaulis* rhizome. *Cellular and Molecular Biology*, 65(1), 19-26.

[37] Batool, S., Gulfraz, M., Naqvi, S. M., Mirza, B. , & Ahmad, M. S. (2015). Evaluation of antioxidant potential and HPLC based identification of phenolics in *Polygonum amplexicaule* extract and its fractions. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28(2).

[38] Munir, N., Ijaz, W., Altaf, I. , & Naz, S. (2014). Evaluation of antifungal and antioxidant potential of two medicinal plants: *Aconitum heterophyllum* and *Polygonum bistorta*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4, S639-S643. DOI: <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.201414B182>.

[39] Pillai Manoharan, K., Yang, D., Hsu, A. , & Tan Kwong Huat, B. (2007). Evaluation of *Polygonum bistorta* for anticancer potential using selected cancer cell lines. *Medicinal chemistry*, 3(2), 121-126.

[40] Celik, T. A. (2012). Potential genotoxic and cytotoxic effects of plant extracts. *A compendium of essays on alternative therapy*, 233-250.

[41] Oliveira, P. F. d., Alves, J. M., Damasceno, J. L., Oliveira, R. A. M., Dias Júnior, H., Crotti,

A. E. M. , & Tavares, D. C. (2015). Cytotoxicity screening of essential oils in cancer cell lines. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25, 183-188.



Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Composition, Antioxidant Potential, Total Phenols and Flavonoids, and Cytotoxic Effects of the Aqueous Extract of *Bistorta officinalis* (Anjbar): An *In Vitro* Study

Mohammad Golbashy^{1*}, Behrooz Alizadeh Behbahani², Alaa G. Al-Hashimi³

1-Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

3-Food Science Department, College of Agriculture, University of Basrah, 61004 Basrah, Iraq.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2025/4/17

Accepted:2025/5/26

Keywords:

Lipid oxidation,
Bistorta officinalis,
Antioxidant activity,
Cytotoxicity,
Phenolic compounds,
Natural preservatives.

DOI: 10.22034/FSCT.22.165.164.

*Corresponding Author E-

Mgolbashy@asnruk.ac.ir

ABSTRACT

Lipid oxidation has a considerable effect on the quality, safety, and nutritional value of food, resulting in undesirable flavors, nutrient depletion, and health concerns such as cardiovascular diseases and cancer. While synthetic preservatives like BHA and BHT are effective, they may carry health risks, leading to an increased interest in natural alternatives. Plant-based preservatives, especially those containing polyphenols, flavonoids, and essential oils, present safer and more sustainable solutions. This research explores the antioxidant and cytotoxic characteristics of the aqueous extract of *Bistorta officinalis* (Anjbar), a plant known for its traditional anti-inflammatory and antimicrobial uses. The extract, derived from dried roots, was analyzed for various phytochemicals, including alkaloids, saponins, flavonoids, and phenolics. The total phenolic content was measured at 76.65 mg GAE/g, while total flavonoids were at 40.38 mg QE/g. Antioxidant activity was evaluated using DPPH, ABTS, FRAP, and β -carotene bleaching assays, yielding IC_{50} values of 47.30 μ g/mL (DPPH) and 29.20 μ g/mL (ABTS), with a FRAP value of 8.69 mmol/g. Cytotoxicity assessments on HT-29 and HeLa cancer cell lines indicated a concentration-dependent decrease in cell viability, with IC_{50} values of 80.4 mg/mL and 70.92 mg/mL, respectively. The bioactive compounds within the extract, particularly phenolics and flavonoids, play a crucial role in its antioxidant and cytotoxic properties, highlighting its potential as a natural preservative and therapeutic agent. These results underscore the viability of *B. officinalis* as a natural alternative to synthetic antioxidants in both the food and pharmaceutical sectors.