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[3]

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

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۵

کلمات کلیدی:

اکسیداسیون لیپید،

انجبار،

فعالیت آنتی‌اکسیدانی،

سمیت سلولی،

ترکیبات فنولی،

نگهدارنده‌های طبیعی.

DOI: 10.22034/FSCT.22.165.164.

* مسئول مکاتبات:

Mgolbashy@asnrukh.ac.ir

چکیده

اکسیداسیون لیپید تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت، ایمنی و ارزش غذایی مواد غذایی دارد و در نتیجه طعم نامطلوب، کاهش مواد مغذی و نگرانی‌های بهداشتی مانند بیماری‌های قلبی- عروقی و سرطان را به همراه دارد. درحالی‌که نگهدارنده های مصنوعی مانند BHA و BHT مؤثر هستند، ممکن است خطراتی برای سلامتی داشته باشند که منجر به افزایش علاقه به جایگزین‌های طبیعی می‌شود. نگهدارنده های گیاهی، به‌ویژه آن‌هایی که حاوی پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و اسانس‌ها هستند، راه‌حل‌های ایمن‌تر و پایدارتری ارائه می‌دهند. در این مطالعه، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و سیتوتوکسیک عصاره آبی گیاه انجبار (*Bistorta officinalis*)، گیاهی که به‌خاطر کاربردهای سنتی ضدالتهابی و ضد میکروبی آن شناخته شده است، مورد بررسی قرار گرفت. عصاره به دست آمده از ریشه‌های خشک شده، برای فیتوکمیکال‌های مختلف از جمله آلکالوئیدها، ساپونین‌ها، فلاونوئیدها و فنول ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. محتوای فنولی کل برابر با ۷۶/۶۵ mg GAE/g بدست آمد، درحالی‌که محتوای فلاونوئید کل برابر با ۴۰/۳۸ mg QE/g بود. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش‌های DPPH، ABTS، FRAP و رنگبری بتا-کاروتن مورد ارزیابی قرار گرفت و مقادیر IC50 بدست آمده برابر با ۴۰/۳۰ میکروگرم در میلی‌لیتر (DPPH) و ۲۹/۲۰ میکروگرم در میلی‌لیتر (ABTS) با مقدار ۸/۶۹ mmol/g برای آزمون FRAP بود. ارزیابی سمیت سلولی بر روی رده‌های سلولی سرطانی HT-29 و HeLa نشان دهنده اثر کاهشی وابسته به غلظت در زنده ماندن سلولی با مقادیر IC_{50} به ترتیب ۸۰/۴ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و ۷۰/۹۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره، به‌ویژه فنولیک ها و فلاونوئیدها، نقش مهمی در خواص آنتی‌اکسیدانی و سیتوتوکسیک آن دارند و پتانسیل آن را به عنوان یک نگهدارنده طبیعی و عامل درمانی برجسته می‌نمایند. این نتایج بر کارایی انجبار به عنوان یک جایگزین طبیعی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی در هر دو بخش غذا و دارو تأکید می‌کند.

۱-مقدمه

اکسیداسیون لیپید یک فرآیند شیمیایی است که به طور قابل‌توجهی 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، نگهدارنده های 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]. بااین‌حال، استفاده از نگهدارنده های مصنوعی نگرانی‌هایی را به دلیل خطرات بالقوه آنها برای سلامتی ایجاد کرده است. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف طولانی‌مدت آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی می‌تواند منجر به اثرات نامطلوب سلامتی شود [۵, ۶]. بنابراین، تقاضا برای جایگزین‌های ایمن‌تر و طبیعی برای نگهدارنده‌های مصنوعی افزایش یافته است.

نگهدارنده های گیاهی، به‌ویژه عصاره‌های گیاهی، به عنوان جایگزین‌های طبیعی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی توجه قابل‌توجهی را به خود جلب کرده‌اند. گیاهان منابع غنی از ترکیبات فعال زیستی مانند پلی‌فنول ها، 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 به‌طورکلی 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

آنتی‌اکسیدانی قوی آن کمک می‌کند [۱۵–۱۸]. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی انجبار صورت نگرفته است، این مطالعه با هدف بررسی میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی 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- آلکالوئیدها

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 آلکالوئیدها 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 ساپونین ها در نظر گرفته شد [۲۰].

۲- ٤- 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- ٦- محتوای فنول کل

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

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 درصد ترکیب شد. این مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس جذب در ۷٦۵ نانومتر برای همه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج به‌صورت 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 ٤۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج به‌صورت 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 آنتی‌اکسیدانی 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 ۲٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و پس از آن جذب عصاره و نمونه بلانک (حاوی تمام اجزا به جز عصاره) در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌صورت زیر محاسبه شد:

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

که در آن A_{sample} و A_{blank} به ترتیب نشان دهنده جذب عصاره و نمونه بلانک هستند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی 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 آنتی‌اکسیدانی 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 ۲/٤۵ میلی‌مولار رقیق گردید. پس از آن، محلول به مدت ۱٦ ساعت در یک مکان تاریک نگه داشته شد و سپس با متانول رقیق شد تا جذب ۰/۷ در طول‌موج ۷۳٤ 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 آنتی‌اکسیدانی 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 فری‌سیانید 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

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 میلی‌لیتر مایع رویی با ۲/۵ میلی‌لیتر آب دیونیزه و ۰/۵ میلی‌لیتر کلرید (۰/۱ درصد) مخلوط شد. پس از نگهداری به مدت ۳۰ دقیقه، جذب در ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. قدرت احیای آهن فریک عصاره بر حسب معادل اسید اسکوربیک (mmol/g) بیان شد [۲٤].

۲- ۱۱- جلوگیری از رنگبری بتا-کاروتن

در آزمایش مهار رنگبری بتاکاروتن، از روش اسپکتروفتومتری استفاده شد. به طور خاص، جذب محلول در ٤۹۰ 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}) اندازه‌گیری شد. سپس اثر بازدارندگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۲۵]:

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

۲- ۱۲- سمیت سلولی

روش MTT برای ارزیابی سمیت سلولی عصاره در برابر رده‌های سلولی HT29 و HeLa انجام شد. سلول‌ها در محیط DMEM همراه با ۱۰ درصد سرم جنین گاو و پنی‌سیلین/استرپتومایسین رشد داده شدند و سپس در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در محیطی با رطوبت ۹۵ درصد و دی‌اکسید کربن ۵ درصد انکوبه شدند. در مجموع ۱۰۰۰۰۰ سلول به هر چاهک به همراه غلظت‌های مختلف عصاره (۰، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، محیط DMEM و ۲۰۰ میکرولیتر سرم جنین گاوی اضافه شد. پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون، تکثیر سلولی با استفاده از روش MTT ارزیابی شد: ۳۰ میکرولیتر از محلول ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر MTT به هر چاهک اضافه شد و پلیت‌ها به مدت ۳ ساعت در انکوباتور دی‌اکسید کربن انکوبه شدند. سپس جذب در ۵۷۰ نانومتر با استفاده از یک الایزا ریدر (ELX 808، Bio Tek Instruments، ایالات متحده آمریکا) اندازه‌گیری شد. منحنی‌های زنده‌مانی سلول با استفاده از سلول‌های کنترل ایجاد شد [۲٦].

۲- ۳- آنالیز آماری

آزمایش‌ها در سه نوبت انجام شد و نتایج با استفاده از نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱٦) با آزمون توکی در سطح معنی‌داری 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 می‌دهد. این اطلاعات برای درک ترکیب شیمیایی عصاره و زیست فعالی بالقوه آن، که می‌تواند در تنظیمات دارویی و درمانی مختلف مورد استفاده قرار گیرد، حیاتی است. آلکالوئیدها، زرد یا قهوه‌ای شناسایی شدند که نشان‌دهنده حضور آنها در غلظت‌های پایین (+) است. این ترکیبات به دلیل اثرات فارماکولوژیک گسترده خود، که شامل اثرات ضدالتهابی است، مورد توجه قرار گرفته‌اند [۲۷]. آزمایش شینودا یک محلول قرمز تولید کرد که به این معنی است که فلاونوئیدها در غلظت‌های متوسط به بالا (++) وجود دارند. فلاونوئیدها آنتی‌اکسیدان‌های قوی هستند که دارای خواص ضد سرطانی، ضد ویروسی و ضدالتهابی هستند [۷, ۲۸]. ساپونین‌ها، که در غلظت‌های پایین (+) وجود داشتند، با

تشکیل کف پایدار شناسایی شدند و به‌خاطر اثرات تقویت‌کننده ایمنی و کاهش کلسترول خود مورد تأیید قرار گرفته‌اند [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 توانایی‌های آنتی‌اکسیدانی خود که به کاهش استرس اکسایشی و بیماری‌های مرتبط با آن کمک می‌کند، شناخته شده‌اند [۲۲]. نتایج این مطالعه حضور قابل‌توجه ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در عصاره آبی انجبار را تأیید نمود که ترکیبات فنولی فراوان‌ترین 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 ۷۶/۶۵ 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، درحالی‌که فنول های کل و تانن‌های قابل استخراج را نیز تعیین کرد [۳۰]. در یک مطالعه جداگانه، در مجموع ۳۱ پلی‌فنول 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 آنلاین برای تجزیه و تحلیل سریع آنتی‌اکسیدان‌ها در *B. officinalis* استفاده کرد و فنول های کلیدی مانند اسید نئوکلروژنیک، 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 ٤-متیل ۱-۳، کاتکول، ٤-متیل کول‌فرآکوس، سیرینگیک اسید گردید [۳۳]. عصاره اتانولی اندام‌های هوایی *B. officinalis* تحت آنالیز کیفی (HP)TLC قرار گرفت که مشتقات فلاونوئیدی را به عنوان ترکیبات اولیه موجود از جمله کامفرول، کوئرستین و لوتئولین شناسایی کرد [۳٤].

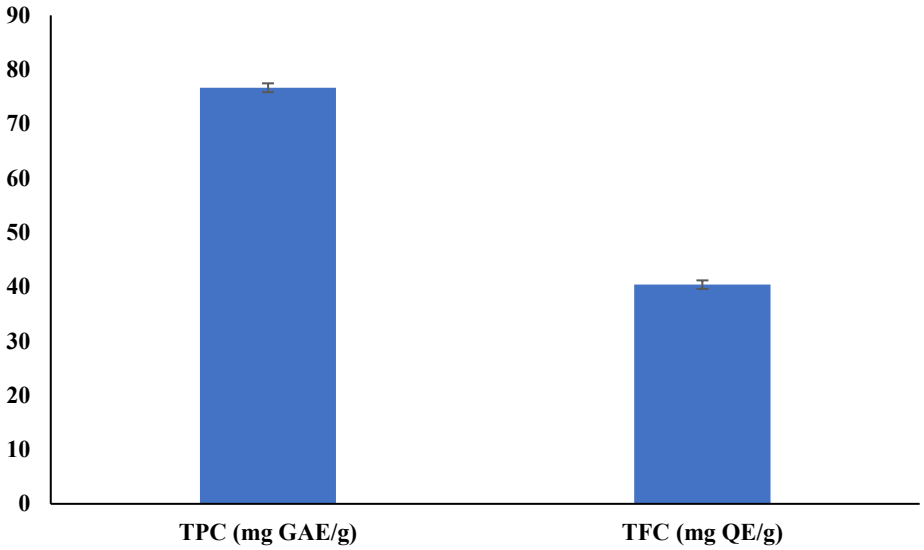

Figure 1. Total phenolics content (TPC) and total flavonoids content (TFC) of *Bistorta officinalis* aqueous extract.

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 اهدای اتم‌های هیدروژن یا الکترون برای تثبیت رادیکال DPPH اندازه‌گیری می‌شود؛ جذب کمتر در ۵۱۷ نانومتر نشان‌دهنده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر است. سنجش ABTS توانایی عصاره در خاموش کردن کاتیون رادیکال ABTS را ارزیابی می‌کند که با کاهش جذب در ۷۳٤ نانومتر تعیین می‌شود. نتایج نشان داد که عصاره مقادیر IC_{50} معادل ٤٧/٣٠ میکروگرم بر میلی‌لیتر را در روش DPPH و ۲۹/۲۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر در روش ABTSنشان داد که هر دو به طور قابل‌توجهی بالاتر از مقدار ۹/٦٥ 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 ۸/٦۹ ± ۰/۳٤ mmol/g و ۰/٦۳ ± ۵۵/٦۵ درصد بود. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره آبی انجبار 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.

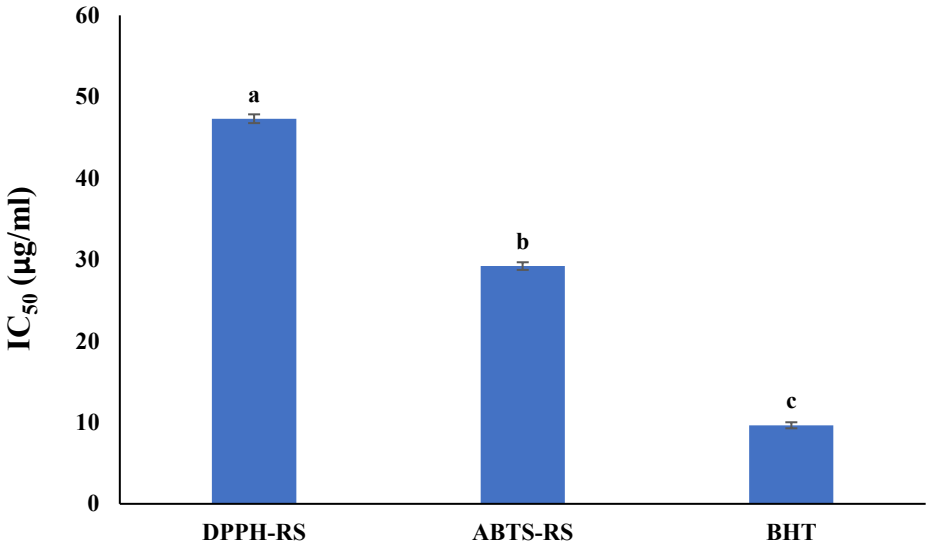

Figure 2. Antioxidant activity of *Bistorta officinalis* aqueous extract.

جاوید و همکاران (۲۰۲٤)، تجزیه و تحلیل جزئی برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی *B. amplexicaulis* انجام دادند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که هم قسمت‌های بالای زمین (شامل برگ، ساقه و گل آذین) و هم قسمت‌های زیرزمینی (ریزوم) فعالیت مهاری رادیکالی از خود نشان می‌دهند؛ قسمت‌های زیرزمینی پتانسیل مهار به‌ویژه بالاتری را نشان دادند. به طور خاص، عصاره‌های اتیل استات از ریزوم‌ها بالاترین درصد مهار را در روش‌های مهار رادیکال DPPH، NO^- و OH^- ثبت کردند [۳۵]. در مطالعه دیگری [۳٦]، فراکسیون اتیل استات *B. amplexicaulis* دارای قوی‌ترین پتانسیل آنتی‌اکسیدانی با مقدار IC_{50} = 5.76 میکروگرم بر میلی‌لیتر برای DPPH، IC_{50}= 0.74 میکروگرم در میلی‌لیتر برای ABTS و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل برابر با ۷۲/۵۵ معادل اسید اسکوربیک بود [۳٦]. بتول و همکاران (۲۰۱۵) از یک روش حفاظتی پلاسمید DNA همراه با آزمایش مهار رادیکال DPPH برای ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی *B. amplexicaulis* استفاده نمود. این محققین، پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی خام اندام هوایی، ریزوم و برگ را ارزیابی کردند و نتایج نشان داد که عصاره برگ قوی‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشت. عصاره متانولی برگ حداکثر فعالیت مهاری را نشان داد و مقدار IC_{50}= 1.03 میکروگرم بر میلی‌لیتر را نشان داد، درحالی‌که سایر فراکسیون‌ها دارای مقادیر IC50 در محدوده ۱/۰۳ تا ۵۸/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر بودند [۳۷]. منیر و همکاران (۲۰۱٤) پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های ریزوم *B. officinalis* را با استفاده از حلال‌های متانولی و اتانولی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که عصاره اتانولی پتانسیل آنتی‌اکسیدانی برتری را در مقایسه با عصاره متانولی از خود نشان می‌دهد. خواص آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش‌های DPPH، FRAP و ABTS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و این مطالعه همچنین ارتباط بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنولی را بررسی کرد. نتایج نشان داد که این گیاه فعالیت‌های مهارکنندگی قوی با همبستگی مثبت بین محتوای

فنولی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی از خود نشان می‌دهد [۳۸]. علاوه بر این، پیرو و همکاران (۲۰۱۷)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی از اندام‌های هوایی *B. officinalis* را با استفاده از آزمون‌های لومینسانس شیمیایی ارزیابی کرد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قوی را نشان داد که از روتین و اسید گالیک که به عنوان ترکیبات مرجع استفاده می‌شدند، بیشتر بود [۳٤].

شکل ۳ اثرات سیتوتوکسیک عصاره آبی انجبار را بر روی دو رده سلولی سرطانی انسانی HT-29 و Hela که از طریق ارزیابی زنده‌مانی سلولی ارزیابی شده است را نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده اثر کاهشی وابسته به غلظت در زنده‌مانی سلولی برای هر دو رده سلولی است که نشان دهنده فعالیت سیتوتوکسیک قابل‌توجه عصاره است. در غلظت کنترل صفر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، سلول‌های HT-29 زنده‌مانی ۹۸/٦۲ درصد داشتند. با افزایش غلظت عصاره، زنده ماندن سلولی به تدریج کاهش یافت: به ۸۰/٦۵ درصد در ۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ٦۵/۸۰ درصد در ۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ۵٦/۳ درصد در ۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ۲٤/۳ درصد در ۱۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و ۱۳/۲۵ درصد در ۲۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر.

سلول‌های HeLa نیز زنده‌مانی ۹۷/۸ درصد را در غلظت صفر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر نشان دادند که به ۷۹/۸۵ درصد در ۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ۵۹/۵۰ درصد در ۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ٤۷/۳ درصد در ۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ۱۹/٦ درصد در ۱۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و ۱۱/۲ درصد در ۲۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر کاهش یافت. مقادیر IC_{50} محاسبه‌شده برای سلول‌های HT-29 برابر با ۸۰/٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و برای سلول‌های HeLa برابر با ۷۰/۹۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. این مقادیر IC_{50} نشان‌دهنده غلظت عصاره لازم برای کاهش زنده‌مانی سلولی به میزان ۵۰ درصد است و IC_{50} پایین‌تر برای سلول‌های HeLa نشان‌دهنده حساسیت بالاتر به عصاره در مقایسه با سلول‌های HT-29 است.

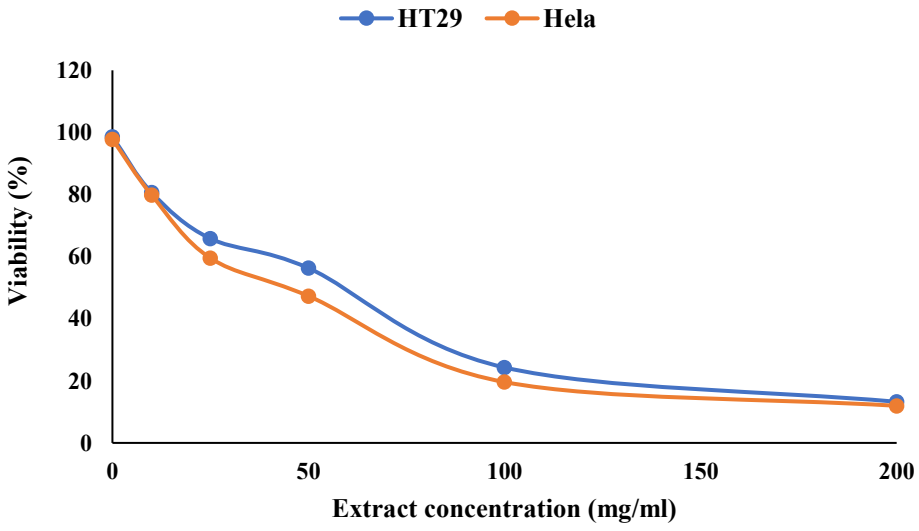

Figure 3. Cytotoxic effect of *Bistorta officinalis* aqueous extract against HT-29 and Hela cell lines.

پیرو و همکاران (۲۰۱۷)، سمیت سلولی عصاره‌های اتانولی از اندام‌های هوایی انجبار را بررسی و نشان دادند که غلظت‌های بالای ۲۵ µg GAE/ml سمیت قابل‌توجهی را برای سلول‌های فیبروبلاست 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 ریزوم ها 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 و LL2 از خود نشان دادند [۳۹]. اینتیسار 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 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 نگهدارنده های مصنوعی در بخش مواد غذایی باشد. عصاره آبی انجبار مقادیر قابل‌توجهی از ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی را نشان داد که خواص آنتی‌اکسیدانی قوی آن را افزایش می‌دهد و از طریق آزمون‌های مهار DPPH، مهار ABTS، FRAP 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 برچسب 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، ساپونین ها و فنولیک ها 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 می باشد، لذا از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم

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., Munekata, 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., Tabatabaei 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 hydroalcohlic 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.

[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.

[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] Zuiter, 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. , & Moisescu, 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., Nurmurzayevich, 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 Behbahani[2], Alaa G. Al-Hashimi[3]

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@asnrukh.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 µg/mL (DPPH) and 29.20 µg/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.