

اثر روش‌های مختلف پخت بر ترکیبات فنلی و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ساقه گیاه کنگر

مریم فتاحی^۱، لیلا نجفیان^{۲*} و مهدی چرمچیان لنگرودی^۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۴

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

^۲ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

^۳ استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: najafian_5828@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: کنگر یکی از گیاهان با خواص سلامت بخشی بالا می‌باشد و به طور معمول قبل از مصرف تحت فرآیند حرارتی قرار می‌گیرد. هدف: این آزمایش به منظور تعیین روش مناسب پخت ساقه کنگر جهت حفظ کیفیت و ترکیبات سلامت بخش این گیاه انجام گرفت. روش کار: در این تحقیق تاثیر روش‌های مختلف پخت (جوشاندن، بخار پز کردن و مایکروویو) در سه سطح زمانی بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر مورد استفاده قرار گرفت. محتوای فنول کل، محتوای فلاونوئید کل، مهاررادیکال DPPH، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و قدرت احیا کنندگی یون آهن همچنین ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. **نتایج:** روش پخت بر محتوای فنل کل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی داری موثر است ($P < 0/05$). محتوای فنل کل و فلاونوئید کل ساقه کنگر تحت فرآیند مایکروویو در زمان های ۲ و ۴ دقیقه و فرآیند بخار پز در زمان ۵ دقیقه نسبت به نمونه های ساقه کنگر تازه افزایش و در فرآیند آب پز به طور معنی داری کاهش یافت ($P < 0/05$). فعالیت آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر در فرآیندهای پخت مایکروویو در زمان ۲ دقیقه و بخار پز در زمان ۵ دقیقه بالاترین میزان را نشان داد. ترکیبات شیمیایی نمونه هایی که تحت فرآیند حرارتی قرار گرفتند به جز رطوبت در مقایسه با کنگر تازه اختلاف معنی داری نشان ندادند ($P < 0/05$). در ارزیابی حسی نیز روش مایکروویو در زمان ۲ دقیقه و بخار پز در زمان ۵ دقیقه بالاترین پذیرش کلی را کسب نمودند. **نتیجه گیری نهایی:** با توجه به نتایج بدست آمده، روش مایکروویو و بخار پز در زمان کوتاه جهت پخت ساقه کنگر و استفاده بهینه از ترکیبات مفید و سلامت بخش این گیاه پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: ترکیبات فنلی، روش‌های پخت، کنگر، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

پختن نه تنها مزه و ظاهر مواد غذایی را بهبود می‌بخشد بلکه می‌تواند قابلیت هضم آنها را نیز افزایش دهد. همچنین در عمل پخت تغییراتی در میزان مواد مغذی موجود در مواد غذایی رخ می‌دهد که این تغییرات

بستگی زیادی به روش پخت و حالت فیزیکی ماده غذایی دارد. روش‌های مختلف حرارتی از قبیل جوشاندن، سرخ کردن، بخارپز کردن و مایکروویو تاثیرهای متفاوتی بر روی محتوای مغذی، ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سبزیجات دارند (ال دین و

همکاران ۲۰۱۳؛ قهفرخی و همکاران ۱۳۹۰) اگرچه پختن باعث بهبود طعم و نابودی میکروارگانیسم‌های سبزیجات می‌شود اما ثابت شده است که پختن بیش از اندازه‌ی آن‌ها منجر به از بین رفتن ویتامین‌ها و ریز مغذی‌ها می‌شود (چانگ و همکاران ۲۰۱۳). سبزی‌ها نقش مهمی در تامین ویتامین‌ها و مواد معدنی بدن انسان دارند. این ترکیبات در اندام‌های مختلف گیاه و نیز بسته به مرحله رشد آنها فرق می‌کند. گیاهان و سبزیجات مختلف منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهی به طور کلی شامل ترکیباتی نظیر توکوفرول‌ها، کاروتنوئیدها، اسیدهای فنلی (مشتقات اسید بنزوئیک و اسید سینامیک)، فلاونوئیدها و دی‌ترین‌ها می‌باشند. ترکیبات فنلی گیاهی اکسید شده با پروتئین‌ها و سایر اجزاء ترکیب می‌شوند و به این ترتیب گیاهان را در برابر آسیب‌های بافتی محافظت می‌کنند (جوین و همکاران ۲۰۱۴). در دهه‌های اخیر علاقه محققین به بررسی حضور ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در محصولات کشاورزی به ویژه سبزیجات به طور چشمگیری افزایش یافته است. ویژگی‌های سلامتی‌بخش آنتی‌اکسیدان‌ها و نقش آنها در پیشگیری از بیماری‌ها دلایل عمده این افزایش بوده است. در واقع آنتی‌اکسیدان‌ها از فرآیند اکسیداسیون که از عوامل بروز بیماری‌هایی همچون سرطان است پیشگیری کرده و از این جهت اثرات خود را بر سلامت انسان‌ها می‌گذارند. علاوه بر این، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی معمولاً به منظور جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها، در برخی محصولات به عنوان افزودنی به آنها اضافه شده که باعث افزایش زمان ماندگاری نیز خواهد شد (شی و همکاران ۲۰۰۵).

کنگر با نام علمی *Cirsium vulgare* گیاهی است خودرو با برگ‌های خاردار و ساقه‌های ضخیم شبیه به کرفس که از آن در پخت سوپ، خورش و حتی به صورت خام در سالاد استفاده می‌کنند. کنگر منبع غنی

پتاسیم است. کنگر در کشورهایی با سابقه طب گیاهی، گیاهی شناخته شده است و به خواص مختلف آن و کاربردهای مختلف آن آشنا هستند (پکرنی و همکاران ۲۰۰۱). کنگر از جمله گیاهانی است که دارای محتوای فلاونوئید بالا و خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار مطلوبی می‌باشد (نازازاک و همکاران ۲۰۱۷، پتروپولوس و همکاران ۲۰۱۷). نازازاک و همکاران در سال ۲۰۰۹، ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره‌های آبی برگ برخی از گونه‌های کنگر را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از ۵ گونه مختلف برگ گیاه کنگر استفاده گردید. میزان تانن بین ۱ تا ۷/۶۳ درصد تعیین گردید. میزان محتوای فنول کل با استفاده از معرف سیوکالتیو تعیین شد و بین ۵۴ تا ۹۶ میلی گرم بر گرم نمونه اندازه گیری شد که میزان ترکیبات فنلی کل در *Cirsium vulgare* ۵۴ میلی گرم اسید گالیک در گرم عصاره بود. اسیدهای فنولیک شامل اسید پروتوکاتچیک، کلروژنیک، وانیلیک، کافئیک و اپی کوماریک در *Cirsium vulgare* مشاهده شد. امروزه به علت مصرف بالای سبزیجات در رژیم غذای روزانه و ارزش غذایی بالای آن‌ها نحوه تهیه و طبخ آن اهمیت زیادی دارد. همچنین به علت روش و زمان‌های پخت نامناسب، ممکن است سبزیجات دچار تغییرات نامطلوب گردد و ارزش غذایی آنها کاسته شود. میگیو و همکاران در سال ۲۰۰۸ در تحقیقات خود اثر روش‌های مختلف پخت بر مواد مغذی و ویژگی‌های فیزیوشیمیایی برخی سبزیجات را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش سه روش آب پز، بخار پز و سرخ کردن بر محتوای فیتوشیمیایی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معادل در سه سبزی هویج، کدو و بروکلی مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج نشان داد روش بخارپز کردن باعث حفظ کیفیت بهتر بافت خواهد شد. همچنین در روش آب پز کمترین تغییرات رنگ وجود داشت و کمترین میزان نرم شدن مربوط به روش سرخ کردن بود. در تحقیقات اخیر، اثرات مثبت و

روش‌های پخت ساقه کنگر

آب‌پز کردن یا جوشاندن در آب

۱۰۰ گرم ساقه کنگر تازه در یک ظرف استیل ضدزنگ با محتوای ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب جوش 100°C درجه سانتی‌گراد بود قرار داده شد. نمونه‌ها به صورتی در ظرف جوشانده شدند که آب تا بالای نمونه آمده بود و کنگرها کاملاً در آب فرورفته بودند. این عمل به مدت ۵-۱۵ دقیقه انجام پذیرفت. سپس نمونه‌ها از ظرف خارج گردید و پس از آبکش کردن به منظور سرد شدن درون یخ قرار گرفت (ال دینو همکاران ۲۰۱۳).

بخارپز کردن

کنگرها در سبد بخارپز خانگی (Bitron، مدل BF-30 ساخت چین) تحت فشار اتمسفر به مدت ۵-۱۰-۱۵ دقیقه قرار گرفت و عمل بخارپز کردن انجام گرفت. سپس نمونه‌ها از بخارپز خارج گردید و در یخ قرار گرفت (ال دینو و همکاران ۲۰۱۳).

مایکروویو

۱۰۰ گرم نمونه‌های کنگر در یک ظرف شیشه‌ای قرار داده شدند و سپس ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید و با کیسه پخت ۲۵ به همراه منافذ کوچک روی آن پوشانده شد، عمل پخت به مدت ۲-۴-۶ دقیقه در مایکروویو (LG، مدل MHF ساخت ژاپن) با توان ۹۰۰W انجام گردید و نمونه‌ها مانند مراحل قبل مجدداً به منظور سرد شدن سریع در یخ قرار گرفتند (ال دینو و همکاران ۲۰۱۳).

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی شامل تعیین میزان رطوبت با استفاده از اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از آون‌گذاری در دمای 130°C ، تعیین میزان پروتئین با استفاده از روش ماکروکلدال طی سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون و با استفاده از ضریب تبدیل نیتروژن به پروتئین $6/25$ ، اندازه‌گیری میزان چربی با استفاده از روش سوکسله و حلال هگزان به مدت ۴ ساعت و میزان خاکستر با استفاده از تعیین وزن قبل و

منفی بر میزان پلی‌فنل‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سبزیجات گزارش شده است. در حقیقت فرآیند پخت می‌تواند سبب تنزل حرارتی فیتوشیمیایی شود اما همچنین می‌تواند میزانشان را با افزایش توانایی استخراج، غیر فعال کردن پلی‌فنل اکسیداز و آزاد نمودن پلی‌فنل‌های پیوندی با فیبرها و تبدیل آن‌ها به پلی‌فنل‌های آزاد افزایش دهند (پرتی و همکاران ۲۰۱۷). بنابراین تعیین اثر روش‌های معمول پخت در مورد سبزیجاتی مانند کنگر که معمولاً به صورت پخته مصرف می‌شوند ضروری به نظر می‌رسند. از آنجا که تا به حال مطالعه‌ای بر تاثیر روش‌های مختلف پخت بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی ساقه گیاه کنگر (*Cirsium vulgare*) انجام نشده است، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر روش‌های مختلف پخت بر ترکیبات فنلی و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و حسی ساقه گیاه کنگر انجام گردید.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

سدیم کربنات، معرف فولین سیوکالتو، اسید گالیک، متانول، دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)، پتاسیم پر سولفات، کوئرتستین، اسید سولفوریک، تری کلرو استیک اسید، پتاسیم پری سیانید و پتاس از شرکت سیگما آلدریج آمریکا و مرک آلمان خریداری شدند.

آماده‌سازی نمونه

در این پژوهش کنگر مورد نیاز به میزان ۵ کیلوگرم از بازار محلی در شهر گرگان خریداری شد. کنگر پس از شستشو و آبگیری، ساقه آن از سایر اجزا جدا شده و به تکه‌های کوچک مکعب شکل (۲×۲ cm) در دو بخش تقسیم شد، یک بخش از آن به صورت تازه در یخچال در دمای 4°C نگهداری شد. بخش دیگر تحت فرآیندهای مختلف پخت از جمله جوشاندن، بخارپز کردن و مایکروویو قرار گرفت.

نیتريت ۵ درصد به آن اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، ۰/۱۵ میلی لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد به محلول اضافه گردید. پس از ۶ دقیقه، ۰/۵ میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۱ مولار اضافه شده و در نهایت حجم کل محلول توسط آب دیونیزه به ۳ میلی لیتر رسانده شد. جذب محلول حاصل بلافاصله در ۵۱۰ نانومتر قرائت گردید. محتوای فلاونوئیدی کل بر حسب میزان کوئرستین موجود در صد گرم نمونه بیان شد. جهت رسم منحنی استاندارد کوئرستین، محلول پایه ای از کوئرستین آماده و غلظت‌های مختلف (۱۰ تا ۱۰۰ میکرولیتر در میلی لیتر) تهیه و منحنی استاندارد بر مبنای جذب در برابر غلظت رسم گردید و معادله $y = 0.0077x - 0.024$ با ضریب تبیین $R^2 = 0.9884$ بدست آمد.

مهار رادیکال DPPH

فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از DPPH با روش شیامالا و جامونا (۲۰۱۰) انجام گرفت. ۴ میلی لیتر از عصاره‌ها در ۵ غلظت ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام (در متانول) تهیه شدند. سپس ۴ میلی لیتر از محلول ۰/۱ مولار متانولی DPPH به این لوله‌های آزمایش اضافه شده و به شدت تکان داده شد. از نمونه بدون عصاره به عنوان نمونه شاهد (کنترل) استفاده شد. سپس لوله‌ها برای ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند. تغییرات در جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر در اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد مهار رادیکال‌های DPPH توسط عصاره با فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد مهار رادیکال آزاد} = (A_c - A_s) / A_c \times 100$$

(رابطه ۱)

که در این رابطه A_c و A_s به ترتیب جذب کنترل و جذب نمونه می‌باشند.

ظرفیت آنتی اکسیدانی کل

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی کل عصاره‌ها، از روش پرایتو همکاران (۱۹۹۹) استفاده شد. ۰/۱ میلی لیتر از محلول عصاره (در متانول) با غلظت‌های مختلف

بعد از کوره‌گذاری در دمای 550°C طبق روش استاندارد انجام گردید (AOAC ۲۰۰۷).

عصاره گیری

نمونه‌های تازه و پخته شده به روش‌های مختلف در دمای 50°C خشک شدند و ۱۰ گرم از پودر هر نمونه به روش ریفلاکس با ۲۵۰ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد در دمای 70°C به مدت ۳۰ دقیقه عصاره گیری شد و عصاره سپس با فیلتر سرنگ $0.22/0 \mu\text{m}$ فیلتر گردید و درون ظرف کدر در دمای 4°C تا انجام آزمون‌های آنتی اکسیدانی نگهداری شد (لی و همکاران ۲۰۱۶).

اندازه گیری محتوای فنول کل

محتوای فنل کل با معرف فولین سیوکالیتو بر اساس روش مک دونالدو همکاران (۲۰۰۱) اندازه گیری شد. ۰/۵ میلی لیتر از عصاره در حلال متانول و ۰/۱ میلی لیتر (۰/۵ نرمال) از معرف سیوکالیتو فولین مخلوط شده و ترکیبات به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد سپس ۲/۵ میلی لیتر محلول سدیم کربنات اشباع اضافه گردید و دوباره به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. پس از آن جذب در ۷۶۰ نانومتر در اسپکتوفتومتر (UV-Visible/unico آمریکا) اندازه گیری شد. محلول‌های استاندارد اسید گالیک در متانول با غلظت‌های مختلف (۱۰ تا ۱۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) آماده شد. نتایج بر حسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش گردید. معادله خط رگرسیونی که رابطه غلظت اسید گالیک را با میزان جذب محلول‌ها در ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد به صورت $y = 0.0097x - 0.0082$ و ضریب تبیین $R^2 = 0.9862$ به دست آمد.

اندازه گیری فلاونوئید کل

محتوای فلاونوئیدی کل در نمونه‌ها با استفاده روش دوانتو همکارانش (۲۰۰۲) تعیین شد. ۲۰ میکرولیتر از عصاره‌ها (در حلال متانول) توسط ۱ میلی لیتر آب دیونیزه رقیق سازی شد. سپس ۷۵ میکرولیتر سدیم

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمایش‌های در سه تکرار انجام شد. نتایج به صورت مقادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد (SD) بیان شده‌اند. اختلاف بین مقادیر در نمونه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک سویه و جدول دانکن در سطح آماری ۵ درصد ($P < 0.05$) آنالیز و معنی‌دار گردید. آنالیزهای ذکر شده توسط نرم افزار SPSS (version 18.0) انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی ساقه کنگر

جدول ۱ تغییرات ترکیبات شیمیایی ساقه کنگر طی روش‌های مختلف پخت را نشان می‌دهد. میزان رطوبت در نمونه‌ی شاهد ۸۹/۳ درصد تعیین شد. آب‌پز کردن در تمامی زمان‌ها باعث افزایش معنی‌دار میزان رطوبت در نمونه‌ها شد ($P < 0.05$). بخارپز کردن نیز میزان رطوبت نمونه‌ها را افزایش داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بین نمونه شاهد و نمونه‌ی پخته شده به روش ماکروویو در ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). با افزایش زمان پخت در ماکروویو به ۴ و ۶ دقیقه، میزان رطوبت به ترتیب ۸۵/۴ و ۸۴/۹ درصد رسید که بر خلاف سایر روش‌ها نسبت به نمونه شاهد (قبل از پخت) کاهش یافت. این کاهش در سطح ۵ درصد معنادار بود. میزان چربی نمونه‌ها بین ۰/۱۱ تا ۰/۱۶ درصد متغیر بود. روش‌ها و زمان‌های پخت تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی و همچنین پروتئین نداشت ($P > 0.05$). میزان پروتئین نیز بین ۲/۱ تا ۲/۷ درصد متغیر بود. همچنین بین میزان خاکستر نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پخته شده به روش‌های آب‌پز، بخارپز و ماکروویو طی زمان‌های مختلف معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) به جز نمونه‌ی پخته شده به روش ماکروویو در ۶ دقیقه، که میزان خاکستر ۱/۹ درصد تعیین گردید که با بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت

(۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام) با ۱ میلی‌لیتر از معرف (اسید سولفوریک ۰/۶ مولار، فسفات سدیم ۲۸ میلی مولار و آمونیوم مولیبدات ۴ میلی مولار) در لوله آزمایش مخلوط شد و به مدت ۱/۵ ساعت در حمام آبگرم با دمای 90°C قرار گرفت. پس از سرد کردن، جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۹۵ نانومتر خوانده شد. در نمونه کنترل به جای عصاره از ۰/۱ میلی لیتر متانول استفاده شد. به منظور رسم منحنی استاندارد از اسید آسکوربیک در غلظت‌های (۰ تا ۱۰۰۰ پی پی ام) محلول در متانول استفاده گردید.

مهار کنندگی یون آهن

توانایی عصاره‌ها برای احیاء آهن سه ظرفیتی به روش بیلدیریمو همکاران (۲۰۰۱) تعیین گردید. نمونه‌ها با غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام با ۲/۵ میلی لیتر از بافر فسفات (۰/۲ مول و $\text{pH} 7.6$) و ۲/۵ میلی لیتر از پتاسیم پری سیانید ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6; 10\text{g l}^{-1}$) مخلوط شده و سپس ترکیبات در دمای 50°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. بعد از گذشت این زمان ۲/۵ میلی لیتر از تری کلرو استیک اسید (100g l^{-1}) اضافه گردید و ترکیبات به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۶۵۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. در نهایت ۲/۵ میلی لیتر از محلول شناور با افزودن ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی لیتر کلرید آهن (III) (۱ گرم در لیتر)، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۰۰ نانومتر خوانده شد. میزان جذب بالا نشان دهنده قدرت احیاء کنندگی بالای عصاره‌ها می‌باشد.

ارزیابی حسی

ارزیابی خصوصیات حسی بر مبنای مقیاس پنج نقطه‌ای هدونیک و در پنج بخش انجام گردید. ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شدند، سپس پرسشنامه لازم تهیه شده و در اختیار پانلیست آموزش دیده قرار گرفت. ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده به عنوان پانلیست انتخاب شد، پانلیست‌ها از نظر رنگ، بو و مزه، بافت و پذیرش کلی با انتخاب بین امتیازهای ۱ تا ۵ (امتیاز ۱ بسیار بد و امتیاز ۵ بسیار خوب) امتیازدهی شد.

($P < 0.05$) که این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش معنی دار رطوبت در حین پخت به روش ماکروویو باشد. آرلای و همکاران در سال (۲۰۱۲) تأثیر حرارت روی ترکیبات فیزیوشیمیایی بامیه معمولی و ارگانیک را بررسی کردند. نتایج نشان داد که قوی‌ترین تأثیر روی کیفیت مربوط به فرآیند جوشاندن و بعد از آن بلانچینگ بود. هردو فرآیند باعث افزایش محتوای فیبر، بتاکاروتن در هردونوع بامیه شده است در حالیکه سطح ویتامین C، قند کل، غلظت، pH، خاکستر، چربی، پروتئین و کربوهیدرات کاهش می‌یابد. روش بخارپز کردن کنگر میزان رطوبت نمونه‌ها را افزایش داد. روش‌ها و زمان

های پخت تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی و همچنین پروتئین نداشت. افزایش میزان خاکستر در نمونه‌ی ماکروویو احتمالاً به دلیل کاهش میزان رطوبت در این نمونه بوده است. لیو همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش کردند اثرات روش‌های مختلف پخت بر آمیلوز، چربی، پروتئین خام فندق چینی (شاه بلوط) تأثیر معنی‌داری نداشتند است. که با نتایج این تحقیق مشابه بوده است. رامیرز مورینو و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثر آب‌پز کردن بر ترکیبات مغذی انجیر را بررسی کردند و گزارش کردند طی پخت میزان پروتئین، چربی و فیبر کمترین افت را داشتند.

جدول ۱- تأثیر روش‌های پخت بر ترکیبات شیمیایی ساقه کنگر

Table 1- Effect of cooking methods on chemical compositions of Artichoke stem (%)

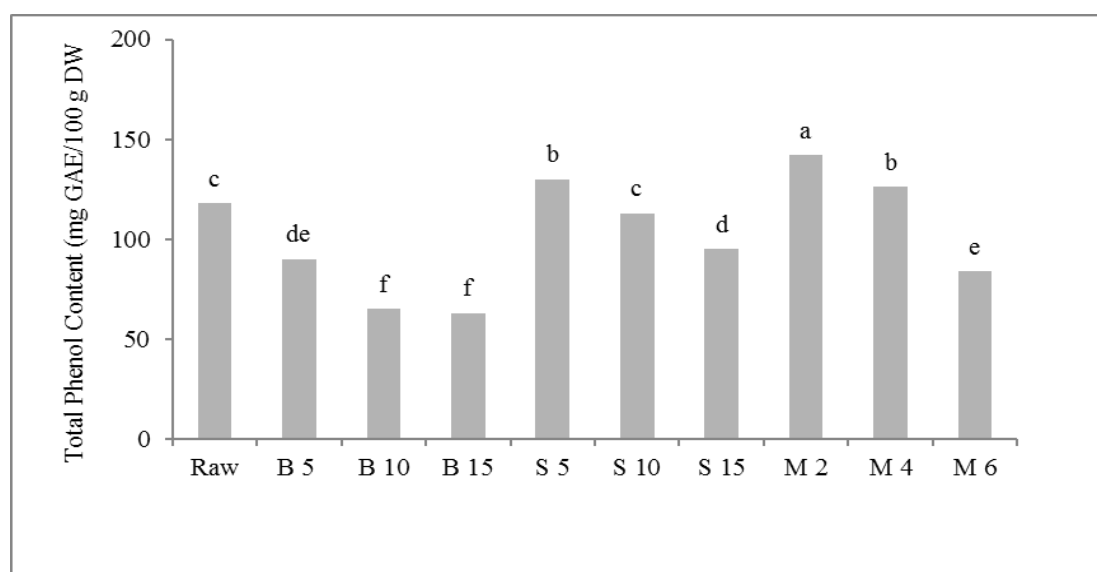
Cooking methods	Moisture	Fat	Protein	Ash
Control (Raw)	89.3 ± 1.5 ^b	0.13 ± 0.04 ^a	2.2 ± 0.15 ^a	1.1 ± 0.1 ^b
Boiling 5 min	91.7 ± 2.1 ^a	0.12 ± 0.02 ^a	2.4 ± 0.16 ^b	1.2 ± 0.3 ^b
Boiling 10 min	91.6 ± 1.9 ^a	0.15 ± 0.02 ^a	2.2 ± 0.24 ^b	1.3 ± 0.2 ^b
Boiling 15 min	91.9 ± 1.6 ^a	0.12 ± 0.01 ^a	2.1 ± 0.12 ^b	1.1 ± 0.2 ^b
Steaming 5 min	90.8 ± 2.7 ^{ab}	0.13 ± 0.04 ^a	2.3 ± 0.25 ^a	1.3 ± 0.8 ^b
Steaming 10 min	90.6 ± 3.1 ^{ab}	0.16 ± 0.03 ^a	2.2 ± 0.36 ^a	1.5 ± 0.4 ^b
Steaming 15 min	91.6 ± 1.1 ^{ab}	0.11 ± 0.04 ^a	2.1 ± 0.28 ^a	1.4 ± 0.2 ^b
Microwaving 2 min	88.8 ± 2.2 ^b	0.15 ± 0.02 ^a	2.3 ± 0.35 ^a	1.4 ± 0.1 ^b
Microwaving 4 min	85.4 ± 1.3 ^c	0.14 ± 0.01 ^a	2.4 ± 0.29 ^a	1.5 ± 0.3 ^b
Microwaving 6 min	84.9 ± 1.2 ^c	0.16 ± 0.03 ^a	2.7 ± 0.14 ^a	1.9 ± 0.2 ^a

Data are included means ± standard error. ^{a,b,c,d} Different letters within the same parameter indicate significant differences ($P < 0.05$)

محتوای فنل کل

تغییرات محتوای فنل کل ساقه کنگر طی روش‌های مختلف پخت و سه زمان در شکل ۱ آمده است. میزان محتوای فنل کل در نمونه شاهد (نمونه‌ی خام) ۱۱۸/۲

میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه تعیین شد. روش آب‌پز کردن در ۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه و ۱۵ دقیقه به ترتیب باعث کاهش محتوای فنل کل ساقه کنگر به ۹۰/۹، ۶۵/۵ و ۶۳/۱ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم شد.



شکل ۱- تاثیر روش‌های پخت بر محتوای فنل کل ساقه کنگر

Figure 1- Effect of cooking methods on total phenol content of Artichoke stem

B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

Different letters within the same parameter indicate significant differences ($P < 0.05$)

بین روش‌های پخت مورد استفاده برای کنگر، روش بخار پز و مایکروویو نتایج بهتری داشتند چون در روش‌های آب پز کردن کنگر در آب غوطه ور بوده و غیر از تأثیر حرارت به ترکیبات باعث فرآیندی دیگر به نام leaching (نشست ترکیبات به داخل آب از داخل کنگر) شده است که در نتیجه باعث به هدر رفتن ترکیبات فنولی شده ولی در روش بخار پز این عمل انجام نگرفته است و در پخت با مایکروویو نیز به همین صورت ولی در نتیجه روش مایکروویو و بخار پز بهتر و به طور مؤثر تری باعث حفظ ترکیبات فنولی شده است. ال دین و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند مایکروویو کردن بهتر از روش جوشاندن است زیرا بهتر می‌تواند ویتامین C، بتاکاروتن، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در انواع کلم (کلم بروکلی، کلم سفید و گل کلم) حفظ کند. در طی پخت با مایکروویو زمان کمتر از سایر روش‌ها بوده و ترکیبات فنولی در معرض مستقیم آب قرار ندارند بنابراین محتوای فنولی کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

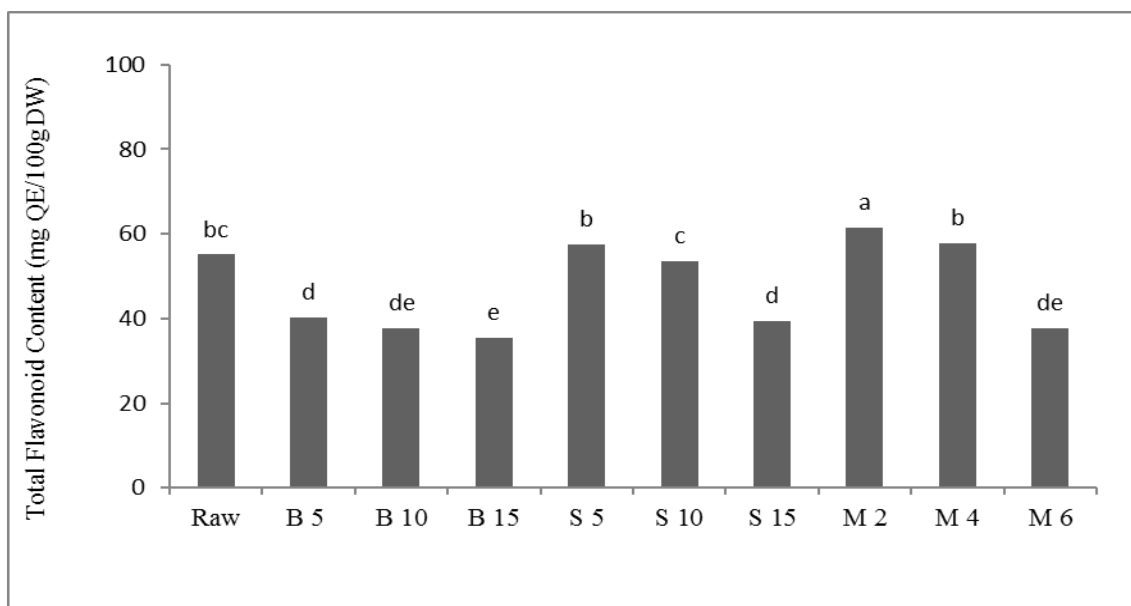
روش بخارپز کردن در ۵ دقیقه باعث افزایش میزان فنل کل به ۱۳۰/۳ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم شد. اما با افزایش زمان در این روش میزان محتوای فنل به ۱۱۳/۲ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم کاهش یافت که البته این تیمار با نمونه‌ی شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). نمونه‌ی بخارپز شده در ۶ دقیقه دارای ۹۵/۵ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم فنل کل بود. روش مایکروویو در ۲ دقیقه و ۴ دقیقه به طور موثری باعث افزایش محتوای فنل کل در نمونه ساقه کنگر شد. به صورتیکه محتوای فنل کل در این نمونه‌ها به ترتیب ۱۴۲/۷ و ۱۲۶/۱ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم رسید. با افزایش زمان مایکروویو به ۶ دقیقه محتوای فنل کل به شدت کاهش یافت و به ۸۴/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم رسید که با نمونه‌ی شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0.05$).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۸ توسط ناتلا و همکاران بر روی جوشاندن گل کلم و نخودسبز انجام شد، نشان داد که جوشاندن باعث کاهش محتوای فنل کل می‌شود.

محتوای فلاونوئید کل

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود محتوای فلاونوئید کل ساقه کنگر طی روش‌های مختلف پخت دارای تغییراتی بوده است. به ترتیب بیشترین و کمترین فلاونوئید کل در بین تیمارها مربوط به روش ماکروویو در ۲ دقیقه و آب‌پز کردن در ۱۵ دقیقه بوده است. نمونه‌ی شاهد با ۵۵/۱ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم محتوای فلاونوئید کل دارای اختلاف معنی داری با روش بخارپز در ۵ دقیقه و ماکروویو در ۴ دقیقه نبوده است ($p > 0.05$). ماکروویو در ۵ دقیقه موجب افزایش میزان فلاونوئید کل به ۶۱/۵۰ میلی‌گرم

کوئرستین در ۱۰۰ گرم نمونه شده است. روش بخارپز در ۱۰ دقیقه نیز با ۵۳/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم دارای اختلاف معنی‌دار با نمونه‌ی شاهد نبوده است ($P > 0.05$). روش آب‌پز کردن باعث کاهش معنی‌دار محتوای فلاونوئید کل شده است ($P < 0.05$). به این صورت که با افزایش زمان آب‌پز کردن از ۵ دقیقه تا ۱۵ دقیقه، میزان محتوای فلاونوئید کل از ۴۰/۲ به ۳۵/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم رسیده است. روش بخارپز کردن در ۱۵ دقیقه و ماکروویو در ۶ دقیقه نیز تاثیری مشابه روش آب‌پز کردن در میزان محتوای فلاونوئید کل ساقه کنگر داشته است.



شکل ۲- تاثیر روش‌های پخت بر محتوای فلاونوئید کل

Figure 2- Effect of cooking methods on total flavonoid content of Artichoke stem

B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

Different letters within the same parameter indicate significant differences ($p < 0.05$)

و آزاد شدن ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی پیوند شده توسط فرآیند حرارتی باشد. روند کاهش ترکیبات فنولی با انجام فرآیند حرارت‌دهی ممکن است به دلیل تجزیه این ترکیبات در اثر فرآیند حرارتی باشد (راووپ و همکاران ۲۰۱۱). تیان و همکاران در سال ۲۰۱۶، تاثیر روش‌های سنتی پخت را بر سبب زمینی بررسی کردند

نتایج تحقیق سان و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که آب‌پز کردن باعث کاهش ترکیبات فلاونوئیدی در کلم بروکلی می‌شود در حالیکه روش‌های بخارپز کردن و ماکروویو در حفظ ترکیبات فنولیک بهتر عمل می‌نمایند. افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تحت فرآیند حرارتی ممکن است به علت تخریب جزئی دیواره سلولی گیاهان

دارد. بنابراین میتوان از عصاره این گیاه به عنوان عامل آنتی‌اکسیدانی مناسب جهت به تاخیر انداختن فرآیند اکسایش در غذاهای حساس نظیر روغن‌های گیاهی استفاده کرد. مهار رادیکال‌های آزاد یکی از شناخته شده ترین مکانیسم‌هایی است که به واسطه آن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌توانند اکسایش چربی‌ها را مهار نمایند (فررز ۲۰۰۶). در تحقیقی مشابه ال دین و همکاران در سال ۲۰۱۳، نتیجه گرفتند با پخت کلم بروکلی طی ۶ دقیقه جوشانیدن مهار رادیکال DPPH از ۷۴/۱ به ۵۷/۲ درصد کاهش یافت. استفاده از ماکروویو نیز طی ۳ دقیقه باعث کاهش ۱۴ درصدی مهار رادیکال DPPH گردید. حیات و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی رابطه خطی وجود دارد.

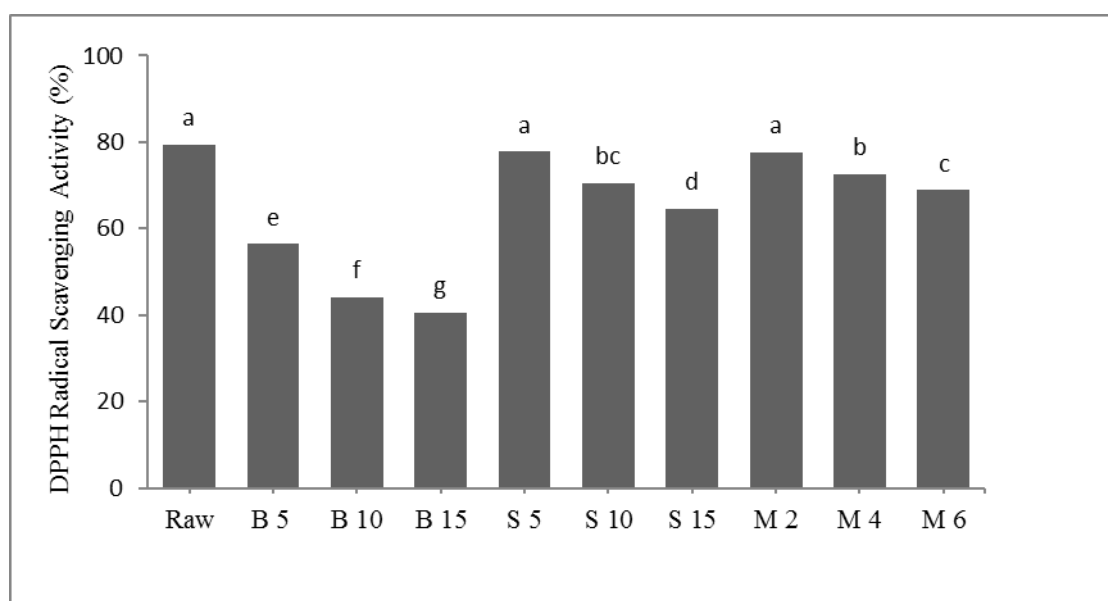
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

شکل ۴ تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام در ساقه‌ی کنگر طی روش‌های مختلف پخت و در سه سطح زمانی آورده شده است. بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل مربوط به نمونه‌ی شاهد با ۴۵/۶ (میلی‌گرم بر گرم) و کمترین میزان مربوط به ساقه‌ی کنگر پخته شده به روش آب‌پز کردن در ۱۵ دقیقه با میزان ۳۳/۲ (میلی‌گرم بر گرم) بوده است. روش بخارپز کردن در ۵ دقیقه و ماکروویو کردن در ۲ دقیقه تاثیر معنی‌داری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل ساقه‌ی کنگر نداشتند. بین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌ی آب‌پز شده در ۵ دقیقه و بخارپز شده در ۱۰ دقیقه و ماکروویو در ۴ دقیقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

و مشاهده کردند طی پخت میزان ویتامین C، محتوای فنلی کل، آنتوسیانین و کاروتنوئید کاهش معنی‌داری یافت. ملک قاسمی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند مقایسه میانگین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی چغندرقرمز تحت فرایندهای حرارتی مختلف نشان داد که فرایند ماکروویو بیشترین تاثیر را در استخراج ترکیبات فنلی داشت. در بررسی حیات و همکاران (۲۰۱۰)، در اثر فرایند ماکروویو بر محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تفاله مرکبات با افزایش توان و زمان میزان این ترکیبات افزایش یافت و این احتمالاً به دلیل نقش مولکول‌های آب و دو قطبی شدن آن و جذب امواج ماکروویو در جهت تخریب دیواره سلولی و آزاد شدن ترکیبات پیوند شده است.

مهار رادیکال آزاد DPPH

تغییرات مهار رادیکال DPPH در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام ساقه‌ی کنگر طی روش‌های مختلف پخت در شکل ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی بخارپز شده در ماکروویو در ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است ($P > 0.05$). در این بین بیشترین درصد مهار رادیکال DPPH مربوط به نمونه‌ی شاهد با ۷۹/۵ درصد و کمترین میزان مهار رادیکال DPPH مربوط به نمونه‌ی آب‌پز شده در ۱۵ دقیقه با ۴۰/۴ درصد بوده است. روش آب‌پز کردن در ۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه و ۱۵ دقیقه باعث کاهش معنی‌دار میزان DPPH شده است. بین درصد مهار رادیکال DPPH در نمونه‌ی بخارپز شده در ۱۰ دقیقه، ماکروویو در ۴ دقیقه و ۶ دقیقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تحقیقی مشابه الماسی و همکاران در سال ۱۳۸۵ نتیجه گرفتند عصاره گزنه دارای اثر قابل توجهی بر مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد

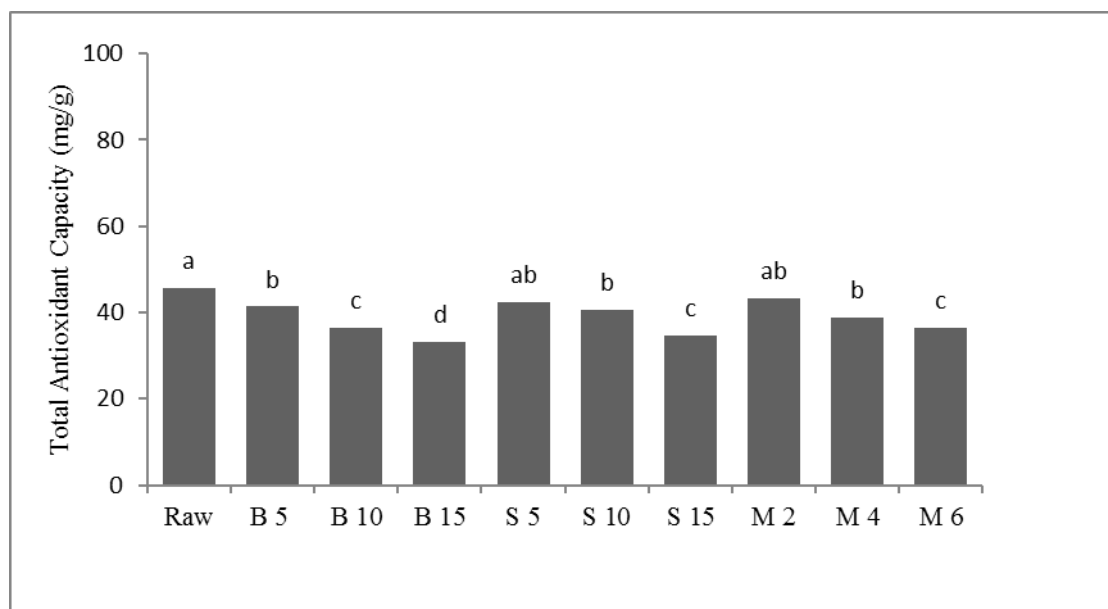


شکل ۳- تاثیر روش‌های پخت بر فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH ساقه کنگر در غلظت ۱۰۰۰ ppm

Figure 3- Effect of cooking methods on DPPH radical scavenging activity of Artichoke stem at concentration of 1000 ppm

B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

Different letters within the same parameter indicate significant differences ($p < 0.05$)



شکل ۴- تاثیر روش‌های پخت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر در غلظت ۱۰۰۰ ppm

Figure 4- Effect of cooking methods on total antioxidant capacity of Artichoke stem at concentration of 1000 ppm

B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

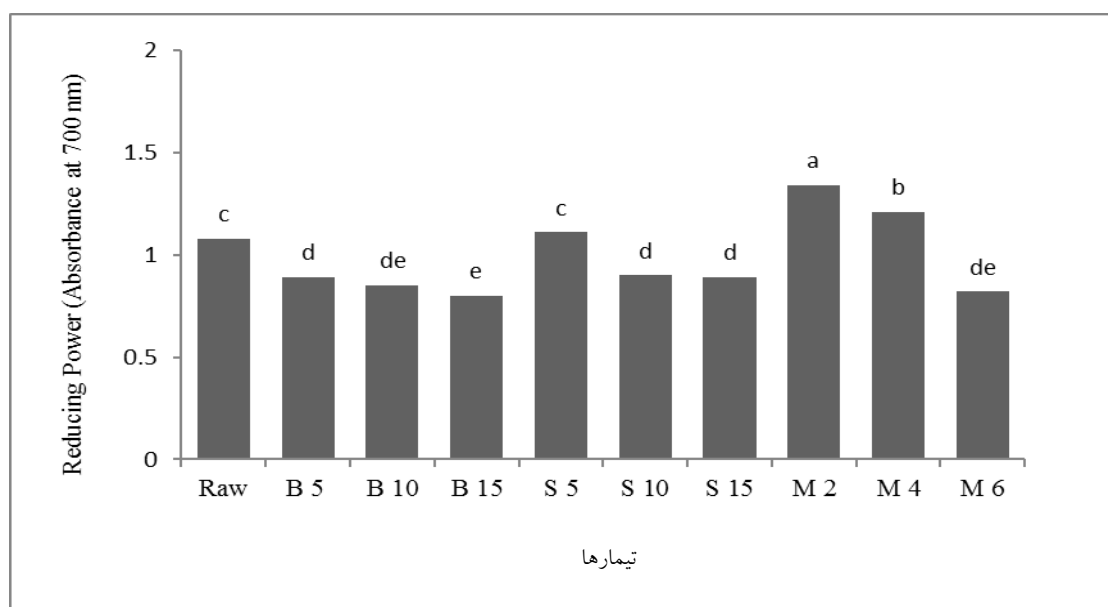
Different letters within the same parameter indicate significant differences ($P < 0.05$).

اختصاص داد.

قدرت احیا کنندگی یون آهن

تغییرات قدرت احیا کنندگی یون آهن در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام ساقه‌ی کنگر طی روش‌های مختلف پخت در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان قدرت احیا کنندگی یون آهن در نمونه‌ی پخته شده به روش ماکروویو در ۲ دقیقه و ۴ دقیقه به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه‌ی تیمارها بود ($P < 0.05$). به این صورت که میزان قدرت احیا کنندگی در نمونه‌ی پخته شده در ماکروویو در ۲ دقیقه ۱/۳۴ و در ۴ دقیقه ۱/۲۱ بوده است. این تغییرات نشان دهنده‌ی تاثیر مثبت روش ماکروویو برای پخت ساقه‌ی کنگر می‌باشد. از طرفی روش بخارپز کردن در ۵ دقیقه باعث کاهش میزان قدرت احیا کنندگی یون آهن نشده است به این ترتیب بین قدرت احیا کنندگی نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی تیمار شده به روش بخارپز در ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است ($P > 0.05$).

تیان و همکاران در سال ۲۰۱۶، تاثیر روش‌های مختلف پخت را بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بخارپز کردن و مایکروویو توانست بیشترین ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب زمینی‌ها را طی فرآیند حفظ کند. به طور کلی با افزایش زمان پخت در هر سه روش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). این کاهش در روش آب‌پز کردن دارای شدت بیشتری بود. حساس بودن ترکیبات موثره آنتی‌اکسیدانی به حرارت و انتشار ترکیبات فنولی در آب طی پخت دلیل افت بیشتر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های آب‌پز در مقایسه با روش‌های دیگر بوده است. در روش جوشاندن در آب به دلیل غوطه‌وری کنگرها در آب و حرارت مستقیم شاهد افت بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌ها بوده ایم. در تحقیق حاضر نیز نتیجه مشابه حاصل گردید و آب‌پز کردن بیشترین کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در نمونه کنگر به خود



شکل ۵- تاثیر روش‌های پخت بر قدرت احیا کنندگی یون آهن ساقه کنگر در غلظت ۱۰۰۰ ppm

Figure 5- Effect of cooking methods on reducing power of Artichoke stem at concentration of 1000 ppm

B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

Different letters within the same parameter indicate significant differences ($p < 0.05$)

آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهد که عصاره ساقه گیاه کنگر با اهدای الکترون به رادیکال‌های آزاد سبب مهار این رادیکال‌ها می‌شوند و همچنین توانایی احیا یون آهن را دارد.

ارزیابی حسی

جدول ۲ ارزیابی حسی ساقه کنگر طی روش‌های مختلف پخت طی زمان‌های مختلف را نشان می‌دهد. پخت به روش‌های مختلف تاثیر معنی دار و نامطلوبی بر فاکتور رنگ داشت بین نمونه شاهد و نمونه‌های پخته شده به روش‌ها و زمان‌های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده گردید. اثر روش و زمان بر فاکتور رنگ معنی دار نبود. همچنین با پخت کنگر تاثیر معنی داری بین نمونه‌ها مشاهده نگردید. با پخت کنگر همانطور که انتظار می‌رفت طعم و مزه کنگر بهبود یافت. بخار پز کردن در ۱۰ و ۱۵ دقیقه و مایکروویو در ۴ و ۶ دقیقه بهترین نمونه‌ها از لحاظ طعم بودند.

در آزمون احیا کنندگی یون آهن در این روش توانایی عصاره برای احیاء آهن سه ظرفیتی و تبدیل آن به آهن دو ظرفیتی سنجیده می‌شود. حضور عوامل احیاء کننده (آنتی‌اکسیدان‌ها) منجر به احیاء کمپلکس‌های فری سیانید و تبدیل آنها به فرم فرس می‌گردد که بسته به ظرفیت احیاء کنندگی عصاره‌ی مورد بررسی با تغییر رنگ محلول از زرد به درجات مختلفی از رنگ‌های سبز و آبی همراه است (سوآرس و همکاران ۲۰۰۹). در واقع می‌توان گفت روش مایکروویو بهترین روش برای پخت ساقه‌ی کنگر بوده و روش آب پز کردن با توجه به کاهش معنی‌دار ($P < 0.05$) قدرت احیا کنندگی یون آهن نامناسب‌ترین روش جهت طبخ ساقه‌ی کنگر می‌باشد. به طور کلی به دلیل حفظ ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی به روش مایکروویو و بخار پز کردن در کوتاه‌ترین زمان پخت و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی این روش‌ها مناسب جهت پخت ساقه کنگر می‌باشند. علاوه بر این، بررسی روش‌های مختلف سنجش فعالیت

جدول ۲- تاثیر روش‌های پخت بر پارامترهای حسی ساقه کنگر

Table 2- Effect of cooking methods on sensory parameters of Artichoke stem

Cooking methods	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control (Raw)	4.3 ± 1.1 ^a	4.5 ± 0.4 ^a	2.2 ± 0.4 ^c	2.1 ± 0.1 ^d	2.9 ± 0.2 ^d
Boiling 5 min	3.7 ± 0.6 ^b	4.3 ± 0.2 ^a	4.1 ± 0.3 ^b	3.3 ± 0.3 ^c	3.5 ± 0.4 ^c
Boiling 10 min	3.6 ± 0.9 ^b	4.2 ± 0.3 ^a	4.3 ± 0.4 ^{ab}	4.2 ± 0.5 ^b	4.3 ± 0.6 ^{ab}
Boiling 15 min	3.6 ± 0.6 ^b	4.4 ± 0.4 ^a	4.4 ± 0.5 ^{ab}	4.1 ± 0.7 ^b	4.3 ± 0.4 ^{ab}
Steaming 5 min	3.6 ± 1.1 ^b	4.6 ± 0.5 ^a	4.6 ± 0.4 ^a	4.7 ± 0.6 ^a	4.6 ± 0.3 ^a
Steaming 10 min	3.8 ± 0.7 ^b	4.3 ± 0.8 ^a	4.3 ± 0.7 ^{ab}	3.9 ± 0.6 ^b	4.1 ± 0.2 ^b
Steaming 15 min	3.5 ± 1.1 ^b	4.7 ± 0.6 ^a	4.7 ± 0.3 ^a	4.4 ± 0.3 ^{ab}	4.3 ± 0.5 ^{ab}
Microwaving 2 min	3.8 ± 1.4 ^b	4.4 ± 0.5 ^a	4.7 ± 0.5 ^a	4.8 ± 0.2 ^a	4.7 ± 0.2 ^a
Microwaving 4 min	3.8 ± 1.2 ^b	4.5 ± 0.6 ^a	4.3 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 0.4 ^b	4.1 ± 0.4 ^b
Microwaving 6 min	3.9 ± 1.2 ^b	4.1 ± 0.6 ^a	4.6 ± 0.3 ^a	4.5 ± 0.2 ^{ab}	4.3 ± 0.5 ^{ab}

Data are included means ± standard error. ^{a,b,c,d} Different letters within the same parameter indicate significant differences ($P < 0.05$)

پز در ۱۰ دقیقه و مایکروویو در ۴ دقیقه بود که دارای اختلاف معنی داری با تیمارهای دیگر بودند.

نتیجه گیری

در این پژوهش تاثیر روش‌های مختلف پخت (جوشاندن، بخار پز کردن و مایکروویو) در سه سطح

اثر روش‌های پخت و زمان پخت بر فاکتور بافت به شدت معنی دار بود نمونه شاهد دارای کمترین امتیاز بافت و نمونه مایکروویو در ۴ دقیقه دارای بیشترین امتیاز بافت بود. به طور کلی پذیرش کلی نشان داد بهترین نمونه مربوط به کنگر پخته شده به روش بخار

برقرار بود. به طور کلی روش مایکروویو با شدت بالا و زمان کم (۲ تا ۴ دقیقه) و روش بخارپز با ۵ دقیقه به ترتیب بهترین روش‌ها جهت پخت ساقه کنگر بودند. این روش‌ها سبب حفظ بهتر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند. مناسب نبودن روش آب پز کردن ساقه کنگر در آب احتمالاً به دلیل غوطه‌وری ساقه کنگر در آب و انتشار این ترکیبات در آب بوده است. بنابراین، روش مایکروویو و بخار پز در زمان کوتاه جهت پخت ساقه کنگر و استفاده بهینه از ترکیبات مفید و ارزشمند این گیاه توصیه می‌گردد.

زمانی بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر به منظور مقایسه روش‌های مختلف پخت بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر و تعیین بهترین روش و زمان جهت پخت ساقه کنگر، جهت حفظ مواد آنتی‌اکسیدانی آن مورد بررسی قرار گرفت. آزمون‌های محتوای فنول کل، محتوای فلاونوئید کل، مهاررادیکال DPPH، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و قدرت احیاکنندگی یون آهن همچنین تعیین ترکیبات شیمیایی و ارزیابی حسی انجام شده بر روی ساقه کنگر حاکی از این بود؛ بین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های ساقه کنگر تازه و تحت فرآیند پخت قرار گرفته رابطه مستقیم

منابع مورد استفاده

- ملک قاسمی ا، صادقی ماهونک ع، قربان م، اعلمی م، مقصدلو ی، ۱۳۹۳، تاثیر روش پخت برخواص آنتی‌اکسیدانی و رنگدانه بتالائین در چغندر قرمز. فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی، سال اول، شماره ۴، ۲۹-۳۶.
- قادری قهفرخی م، عزیزی م ح، قربانی م، صادقی ماهونک ع، اعلمی م، ۱۳۹۰، ترکیبات شیمیایی و تاثیر روش‌های فرآوری حرارتی بر میزان ترکیبات فنولی میوه دو واریته بلوط ایرانی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۱، شماره ۴، ۴۲۱-۴۳۱.
- AOAC, 2007. Official methods of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Arlai A, Nakkong R, Samjamin N and Sitthipaisarnkun B, 2012. The Effects of Heating on Physical and Chemical Constitutes of Organic and Conventional Okra. *Procedia Engineering* 32: 38 – 44.
- Cai Y, Luo Q, Sun M, and Corke H, 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74: 2157–2184.
- Dewanto V, Wu, X, Adom KK and Liu RH, 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50: 3010–3014.
- El-Din MHAS, Abdel- Kader MM, SK, Makhlof SK and Mohamed OSS, 2013. Effect of some cooking methods on natural antioxidants and their activities in some brassica vegetables. *World Applied Sciences Journal* 26 (6): 697-703.
- Ferrerres F, Sousa C, Valento P, Seabra RM, Pereira JA and Andrade PB, 2006. Chemical composition and antioxidant activity of tronchuda cabbage internal leaves. *European Food Research Technology* 222:88–98.
- Hayat K, Zhang X, Farooq U, Abbas S, Xi, S, Jia C, and Zhang J, 2010. Effect of microwave treatment on phenolic content and antioxidant activity of citrus mandarin pomace. *Food Chemistry* 123(2):423- 429.
- Ismail A, Marjan ZM, Foong CW, 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected egetables. *Food Chemistry* 87: 581–586
- Jung UJ, Baek NI and Chung HG, 2008. Effects of the ethanol extract of the roots of brassica rapa on glucose and lipid metabolism in C57BL/Ksj-Db/Db Mice. *Clinical Nutrition* 27(1): 158-67.
- Juin Kao F, Chia Y and Chiang W, 2014. Effect of ater cooking on antioxidant capacity of carotenoid rich vegetables in Taiwan. *Jounal of Food and Drug Analaysis* 22:202-209.
- Lattanzio V, Kroon PA, Linsalata V and Cardinali A, 2009. Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients, *Journal of Functional Foods* 1(2): 131–144.
- Li Q, Shi X, Zhao Q, Cui Y, Ouyang J and Xu F, 2016. Effect of cooking methods on nutritional quality and

- volatile compounds of chinese chestnut (*Castanea Mollissima Blume*). Food Chemistry 201:80–86.
- Mc Donald S, Prenzler PD, Autolovich M and Robards K, 2001. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Olive Extracts. Food Chemistry 73: 73-84.
- Migilio C, Chavaro EM, Viscont A, 2008. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. Agricultural and Food Chemistry 56: 139-147.
- Nuutila AM, Puupponen-Pimia R, Aarni M and Oksman-Caldentey KM, 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chemistry 81: 485-93.
- Pereira C, Calhella RC, Barros L and Ferreira ICFR, 2013. Antioxidant properties, anti-hepatocellular carcinoma activity and hepatotoxicity of artichoke, milk thistle and borututu Industrial Crops and Products 49: 61–65
- Petropoulos SA, Pereira C, Barros L and Ferreira ICFR, 2017. Leaf parts from Greek artichoke genotypes as a good source of bioactive compounds and antioxidants. Food & Function 8: 2022-2029.
- Pokorny J, Yanishlieva N and Gordon M, 2001. Antioxidant in food. First Edition. CRC Press. New York.
- Preti R, Rapa M and Vinci G, 2017. Effect of Steaming and boiling on the antioxidant properties and biogenic amines content in green bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties of different colours. Journal of Food Quality Article ID 5329070, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/5329070>
- Prieto P, Pineda M and Aguilar M, 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry 269: 337-341.
- Ramirez ME, Cordoba D, Sanches-M M, Marques C and Goni I, 2013, Effect of boiling on nutritional, antioxidant and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia Ficus Indica*). LWT - Food Science and Technology 51:296-302.
- Raupp DDS, Rodrigues E, Rockenbach II, Carbonar A and Campos PFD and Borsato ALV, 2011. Effect on antioxidant potential and total phenolics content in beet (*Beta Vulgaris L.*). Food Science and Technology (Campinas) 31: 688-693.
- Şengül M, Yildiz H and Kavaz A, 2014. The Effect of Cooking on Total Polyphenolic Content and Antioxidant Activity of Selected Vegetables Memnune. International Journal of Food Properties 17(3): 481-490.
- Shi J, Nawaz H, Pohorly J and Mittal G, 2005. Extraction of polyphenolics from plant material for functional foods—engineering and technology. Food Reviews International 21: 1–12.
- Sun L, Bai X and Zhuang Y, 2012. Effect of different cooking methods on total phenolic contents and antioxidant activities of four Boletus mushrooms. Journal of Food Science and Technology 51:3362-3368.
- Shyamala BN and Jamuna P, 2010. Nutritional content and antioxidant properties of pulp waste from daucuscarota and beta vulgaris. Malaysian Journal of Nutrition 16: 397-408.
- Soares AA, Souza CGM, Daniel FM, Ferrari GP, Costa SMG and Peralta RM, 2009. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of *Agaricus Brasiliensis (Agaricus Blazei Murriel)* In two Stages of Maturity. Food Chemistry 112: 775-781.
- Tian J, Chen J, FeiyanLv, ChenSh, Chen JI, Donghong L, Xingqian Y, 2016. Domestic cooking methods affect the phytochemical composition and antioxidant activity of Purple-Fleshed potatoes. Food Chemistry 197: 1264–1270.
- Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry, 93: 713–718.
- Wachtel-Galor S, Wong KW, and Benzie IFF, 2008. The effect of cooking on Brassica vegetables. Food Chemistry, 110: 706–710.
- Yildirim A, Mavi A and Kara AA, 2001. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex Crispus L.* extracts, Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 4083–4089.
- Zhang D, Hamazu Y, 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and

their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* 88: 503–509.

Zhu X, Zhang H and Lo R, 2004. Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus L.*) and their antimicrobial activities, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (24): 7272–7278.

Journal of Food Research/vol.30 No.1/ 2020/pp 43-59
<https://foodresearch.tabrizu.ac.ir>

Effect of different cooking methods on phenolic compounds and antioxidant properties of *Cirsium vulgare* stem

M Fattahi¹, L Najafian^{2*} and M Charmchian Langerodi³

Received: January 31, 2018

Accepted: February 23, 2019

¹MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

²Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

³Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

*Corresponding author: najafian_5828@yahoo.com

Introduction:

In recent years, increasing attention has been paid by humans to the role of diet in human health. Epidemiological researches have demonstrated that a high intake of plant-originated foods is strongly associated with a reduced risk of a number of chronic diseases, such as atherosclerosis and cancer, neurodegenerative diseases, including Parkinson's and Alzheimer's diseases (Şengül et al., 2014). These beneficial effects have been partly attributed to the compounds present in plants that possess antioxidant activity. Antioxidant compounds, which are found in plants (fruits, vegetables, medicinal herbs, etc.), are free radical scavenging molecules, such as phenolic compounds (e.g., phenolic acids, flavonoids, stilbenes, quinones, coumarins, lignans, tannins), nitrogen compounds (amines, alkaloids, betalains), vitamins (C, E), endogenous metabolites, and terpenoids (including carotenoids) (Cai et al., 2004).

Artichoke is one of the plants with high health properties and usually heat treated before consumption. Stems of artichoke present significant antioxidant activity (Pereira et al., 2013), and for this purpose they are the main ingredients in many dietary supplements and drugs. In particular, stems and leaves are the most common plant part used for therapeutic purposes, since they have numerous medicinal properties including antitumor, antioxidant, antibacterial, antifungal, and hepatoprotective effects and so forth, mostly attributed to their high content of phenolic compounds (Zhu et al., 2004). Vegetables are commonly cooked by different cooking processes, including steaming, boiling in water or microwaving, before being consumed. These processes change the physical and chemical properties of vegetables. Cooking processes may have an effect on the antioxidant content of food due to antioxidant release, destruction, or creation of redox-active metabolites (Wachtel-calor et al., 2008). Antioxidant compounds, such as ascorbic acid and some carotenoids, are very sensitive to heat and storage. On the other hand, polyphenols have shown a certain stability when exposed to high temperatures. Turkmen et al., (2005) reported that after cooking, total antioxidant activity increased or did not change depending on the type of vegetable but not type of cooking. Zhang and Hamazu (2004) showed that cooking affected the antioxidant compound contents of broccoli. Ismail and et al., (2004) demonstrated that heating decreased the total phenolic content in some vegetables such as swamp cabbage, kale, spinach, cabbage, and shallots. Important parameters in the cooking quality of vegetables, which may strongly influence consumer preferences, are texture and color. Thus, the aim of the current study was to investigate the effects of different cooking methods (boiling, steaming, and microwaving) on artichoke stem.

The antioxidant capacity, and physical characteristic changes after cooking were also investigated.

Material and methods: In this research, the effects of different cooking methods (boiling, steaming and microwaving) in three levels of time on the antioxidant properties of the artichoke stem were used. Fresh artichoke was used in this research and obtained from a market in Sari, Iran and immediately cleaned by removed manually non edible parts with a sharp knife. Artichoke carefully washed with water (in consumer conditions), dried air and stems were cut into almost equal small pieces, mixed well. The samples were taken and divided into four portions. One portion was kept raw as control and stored at 4 °C in the refrigerator in home consumer conditions, others were subjected for four thermally treatments in triplicate. The best cooking times were determined as previously described and according to common cooking techniques [9] which conducted by trained researchers (Boiling 5, 10 and 15 min, steaming 5, 10 and 15 min, Microwaving 2, 4 and 6 min). Cooking conditions were examined, with a preliminary experiment in our laboratory. Then, total phenol content, total flavonoid content, DPPH radical scavenging, total antioxidant capacity and ferric reducing power and also chemical composition and sensory properties of samples were evaluated.

Result and discussion: The results showed that boiling at all times caused a significant increase in moisture content in the samples ($P < 0.05$). Steaming also increased the moisture content of the samples, but this increase was not significant ($P < 0.05$). There was no significant difference between the control and the cooked samples by microwave in 5 minutes ($P < 0.05$). The fat content of the samples varied from 0.11 to 0.16%. Methods and cooking times did not have a significant effect on fat and protein ($P < 0.05$). Protein levels also varied from 1.2 to 7.2%. Also, there was no significant difference between the amount of ash of the control sample and in boiled, steamed and microwaved samples at different times ($P < 0.05$) except the microwaved sample in 6 minutes, which ash content was 1.9%. The cooking method has a significant effect on total phenol content, total flavonoid and antioxidant activity ($P < 0.05$). The total phenol content and total flavonoid content of the artichoke stem under microwave processing at 2 and 4 min and the steaming process at 5 minutes increased compared to fresh artichoke stem samples and the boiling process decreased significantly ($p < 0.05$). In boiling method, stems are immersed in water and in the loss of phenolic compounds because of leaching (leakage of compounds into water from artichoke). The antioxidant activity of the stem in the microwave cooking process at 2 min and steaming at 5 min showed the highest activity. In the reducing power assays, the antioxidants present in the artichoke stems convert the oxidized form of iron (Fe^{+3}) in ferric chloride to the ferrous (Fe^{+2}) form. The reducing power of the microwave method was significantly higher than other methods ($P < 0.05$). In the sensory evaluation, the microwave method for 2 min and steaming for 5 min obtained the highest overall acceptance. Therefore, the microwaving and steaming methods are recommended in short time for cooking of artichoke and the optimal use of the valuable and useful compounds of this plant.

Conclusion: Therefore, microwave and steaming methods in short time for cooking artichoke stem and optimal use of the beneficial compounds and health of this plant are recommended. In addition, artichoke stems of the studied genotypes showed different bioactive compound profiles and significant antioxidant properties, and could be further used in the food and nutraceuticals industries as a cheap source of phenolic compounds and antioxidants.

Keywords: Phenolic compounds, Cooking methods, Artichoke, Antioxidant properties