مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۱/ سال ۱۳۹۹/ صفحات ۴۳ تا ۵۹

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: ۹۷/۱۲/٤

[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، مهارراديكالDPPH، ظرفیت آنتی اکسیدانی 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 آنتی اکسیدانی به طور معنی داری موثر است ($P< ۰/۰۵$). محتوای فنل کل و فلاونوئید کل ساقه کنگر تحت فرآیند مایکروویو در زمان های ۲ و ٤ 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 ($P< ۰/۰۵$). فعالیت آنتی اکسیدانی 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 ($P< ۰/۰۵$). 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 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. همچین 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 آنتی اکسیدانی 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 دی‌ترپن‌ها 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 ۲۰۱٤). در دهه‌های اخیر علاقه محققین بـه بررسـی حضـور ترکیبات آنتی اکسیدانی در محصـولات کشـاورزی بـه ویژه سبزیجات به طور چشمگیری افـزایش یافته است. ویژگی‌های سلامتی‌بخش آنتی‌اکسیدان‌ها و نقش آنها در پیشگیری از بیماری‌ها دلایل عمده این افزایش بوده است. در واقع آنتی‌اکسـیدان‌هـا از فرآیند اکسیداسیون که از عوامل بروز بیمـاری‌هـایی همچون سرطان است پیشگیری کرده و از ایـن جهـت اثرات خود را بر سلامت انسان‌ها می‌گذارند. عـلاوه بر این، ترکیبات آنتی اکسـیدانی معمـولا بـه منظـور جلـوگیری از پراکسیداسـیون لیپیـدها، در برخـی محصولات به عنوان افزودنی به آنهـا اضـافه شـده کـه باعث افزایش زمان ماندگاری نیز خواهـد شـد (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، خورشت 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 وهمکاران ۲۰۰۱). کنگر از جمله گیاهانی است که دارای محتوای فلاونوئید بالا و خواص آنتی اکسیدانی بسیار مطلوبی می باشد (نازازاک و همکاران ۲۰۱۷، پتروپولوس و همکاران ۲۰۱۷). نازاراک و همکاران در سال ۲۰۰۹، ترکیبات فنولی و خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره های آبی برگ برخی از گونه های کنگر را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از ۵ گونه مختلف برگ گیاه کنگر استفاده گردید. میزان تانن بین ۱ تا ۷/٦۳ درصد تعیین گردید. میزان محتوای فنول کل با استفاده از معرف سیوکالتیو تعیین شد و بین ٥٤ تا ۹٦ میلی گرم بر گرم نمونه اندازه گیری شد که میزان ترکیبات فنلی کل در*Cirsium vulgare* ٥٤ 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.. میگلیو و همکاران در سال ۲۰۰۸ در تحقیقات خود اثر روش های مختلف پخت بر مواد مغذی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی برخی سبزیجات را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش سه روش آب پز، بخار پز و سرخ کردن بر محتوای فیتوشیمیایی، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی 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

منفی بر میزان پلی‌فنل ها و فعالیت آنتی اکسیدانی در سبزیجات گزارش شده است. در حقیقت فرآیند پخت می تواند سبب تنزل حرارتی فیتوشیمیایی شود اما همچنین می تواند میزانشان را با افزایش توانایی استخراج، غیر فعال کردن پلی‌فنل اکسیداز و آزاد نمودن پلی فنل‌های پیوندی با فیبرها و تبدیل آن‌ها به پلی فنل‌های 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 مطالعه ای بر تاثیر روش های مختلف پخت بر ویژگی‌های آنتی اکسیدانی و ترکیات فنلی ساقه گیاه کنگر (*Cirsium vulgare*) انجام نشده است، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر روش‌های مختلف پخت بر ترکیبات فنلی و خصوصیات آنتی اکسیدانی و حسی ساقه گیاه کنگر انجام گردید.

مواد و روش ها

مواد شیمیایی

سدیم کربنات، معرف فولین سیوکالتو، اسید گالیک، متانول، دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)، پتاسیم پر سولفات، کوئرستین، اسید سولفوریک، تری کلرو استیک اسید، پتاسیم پری سیانید و پتاس ازشرکت سیگما آلدریچ 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 تکه های کوچک مکعب شکل (۲ cm ×۲) در دو بخش تقسیم شد، یک بخش از آن به صورت تازه در یخچال در دمای ٤^{o}C نگهداری شد.بخش دیگر تحت فرآیندهای مختلف پخت از جمله جوشاندن، بخارپزکردن و مایکروویو قرار گرفت.

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 جوش۱۰۰^{o}C درجه سانتی‌گراد بود قرار داده شد. نمونه‌ها به صورتی در ظرف جوشانده شدند که آب تا بالای نمونه آمده بود و کنگرها کاملا در آب فرورفته بودند. این عمل به مدت ۵-۱۵-۱۰ 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 BFs-30ساخت 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 دین و همکاران ۲۰۱۳).

مایکروویو

۱۰۰ گرم نمونه‌های کنگر در یک ظرف شیشه‌ای قرار داده شدندوسپس ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردیدو با کیسه پخت ۲۵ به همراه منافذ کوچک روی آن پوشانده شد، عمل پخت به مدت ۲-٤ -٦ دقیقه در مایکروویو (LG، مدلMHF ساخت ژاپن) با توان۹۰۰W انجام گردید و نمونه‌ها مانند مراحل قبل مجددا به منظور سردشدن سریع در یخ قرار گرفتند (ال دین و همکاران ۲۰۱۳).

اندازه گیری ترکیبات شیمیایی

اندازه گیری ترکیبات شیمیایی شامل تعیین میزان رطوبت با استفاده از اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از آون گذاری در دمای ۱۳۰ ^{o}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 ٦/۲۵ ، اندازه گیری میزان چربی با استفاده از روش سوکسله و حلال هگزان به مدت ٤ ساعت و میزان خاکستر با استفاده از تعیین وزن قبل و

بعد از کوره گذاری در دمای ^{o}C ۵۵۰ طبق روش استانداردانجام گردید (AOAC ۲۰۰۷).

عصاره گیری

نمونه های تازه و پخته شده به روش‌های مختلف در دمای ^{o}C ۵۰ خشک شدند و ۱۰ گرم از پودر هر نمونه به روش ریفلاکس با ۲۵۰ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد در دمای ^{o}C۷۰ به مدت ۳۰ دقیقه عصاره گیری شد و عصاره سپس با فیلتر سرنگ ۰/۲۲ µm فیلتر گردید و درون ظرف کدر در دمای ^{o}C ٤ تا انجام آزمون های آنتی اکسیدانی نگهداری شد (لی و همکاران ۲۰۱٦).

اندازه گیری محتوای فنول کل

محتوای فنل کل با معرف فولین سیوکالیتو[1]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 ۱۵دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد سپس ۲/۵ میلی لیترمحلول سدیم کربنات اشباع اضافه گردید و دوباره به مدت ۳۰دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. پس از آن جذب در ۷٦۰ 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 ۷٦۰ نانومتر نشان می دهد به صورت $y = 0.0097x - 0.0082$ و ضریب تبیین $R^2 = 0.9862$ به دست آمد.

اندازه گیری فلاونویید کل

محتوای فلاونوئیدی کل در نمونه‌ها با استفاده روش دوانتوو همکارانش (۲۰۰۲) تعیین شد. ۲۰ میکرولیتر از عصاره‌ها (در حلال متانول) توسط ۱ میلی لیتر آب دیونیزه رقیق سازی شد. سپس ۷۵ میکرولیتر سدیم نیتریت ۵ درصد به آن اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، ۰/۱۵ میلی لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد به محلول اضافه گردید. پس از ٦ دقیقه، ۰/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۱ مولار اضافه شده و در نهایت حجم کل محلول توسط آب دیونیزه به ۳ میلی لیتر رسانده‌شد. 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 غلظت-های 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. ٤ میلی لیتر از عصاره ها در ۵ غلظت ۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام (در متانول) تهیه شدند. سپس ٤ 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 اسپکتوفتومتراندازه‌گیری شد. در نهایت درصد مهار رادیکال‌های DPPH توسط عصاره با فرمول زیر محاسبه گردید.

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 آنتی‌اکسیدانی کل عصاره‌ها، از روش پرایتوو همکاران (۱۹۹۹) استفاده شد. ۰/۱ میلی-لیتر از محلول عصاره (در متانول) با غلظت‌های مختلف

[1] Folin-Ciocalteu's

(۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام) با ۱ میلی‌لیتر از معرف (اسید سولفوریک ۰/٦ مولار، فسفات سدیم ۲۸ میلی مولار و آمونیوم مولیبدات ٤ میلی مولار) در لوله آزمایش مخلوط شد و به مدت ۱/۵ ساعت در حمام آبگرم با دمای $۹۰^{o}C$ قرار گرفت. پسازسردکردن،جذبنمونه‌هادرطولموج ٦۹۵ 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 غلظت های (۰ تا ۱۰۰۰پی پی ام) محلول در متانول استفاده گردید.

مهار کنندگی یون آهن

توانایی عصاره‌ها برای احیاء آهن سه ظرفیتی به روش ییلدیریمو همکاران (۲۰۰۱) تعیین گردید. نمونه ها با غلظت های ۲۰۰ ،٤۰۰، ٦۰۰، ۸۰۰ و۱۰۰۰پی پی ام با ۲/۵ میلی لیتر از بافر فسفات (۰/۲ مول وpH٦/٦) و ۲/۵ میلی لیتر از پتاسیم پری سیانید ($K_3Fe(CN)_6;10gl^{-1}$) مخلوط شده و سپس ترکیبات در دمای$۵۰^{o}C$ به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد.بعد از گذشت این زمان ۲/۵ میلی لیتر از تری کلرو استیک اسید ($۱۰۰gr^{-1}$) اضافه گردید و ترکیبات به مدت ۱۰ دقیقه در ۱٦۵۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد.در نهایت ۲/۵ میلی لیتر از محلول شناور باافزودن ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن (III) (۱ گرم در لیتر)، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۰۰ نانومتر خوانده شد. میزان جذب بالا نشان دهنده قدرت احیاءکنندگی 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 پنلیست انتخاب شد، پنلیست‌ها از نظر رنگ، بو و مزه، بافت و پذیرش کلی با انتخاب بین امتیازهای ۱ تا ۵ (امتیاز ۱ بسیاربد و امتیاز ۵ بسیار خوب) امتیازدهی شد.

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 نمونه ها با استفاده از آنالیز واریانس یک سویه و جدول دانکن در سطح آماری ۵ درصد ($P <۰/۰۵$) آنالیز و معنی‌دار گردید. آنالیزهای ذکر شده توسط نرم افزار SPSS (version 18.0) انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCELاستفاده 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 ($P <۰/۰۵$). بخارپز کردن نیز میزان رطوبت نمونه‌ها را افزایش داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود ($P >۰/۰۵$). بین نمونه شاهد و نمونه‌ی پخته شده به روش ماکروویو در ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$). با افزایش زمان پخت در ماکروویو به ٤ و ٦ دقیقه، میزان رطوبت به ترتیب ۸۵/٤ و ۸٤/۹ درصد رسید که بر خلاف سایر روش ها نسبت به نمونه شاهد (قبل از پخت) کاهش یافت. این کاهش در سطح ۵ درصد معنادار بود. میزان چربی نمونه‌ها بین ۰/۱۱ تا ۰/۱٦ درصد متغیر بود. روش‌ها و زمان‌های پخت تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی و همچنین پروتئین نداشت ($P >۰/۰۵$). میزان پروتئین نیز بین ۲/۱ تا ۲/۷ درصد متغیر بود. همچنین بین میزان خاکستر نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پخته شده به روش‌های آب پز، بخارپز و ماکروویو طی زمان‌های مختلف معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) به جز نمونه‌ی پخته شده به روش ماکروویو در ٦ دقیقه، که میزان خاکستر ۱/۹ درصد تعیین گردید که با بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت

($P<۰/۰۵$) که این افزایش می تواند به دلیل کاهش معنی دار رطوبت در حین پخت به روش ماکروویو باشد. آرلای و همکاران در سال (۲۰۱۲) تأثیر حرارت روی ترکیبات فیزیکوشیمیایی 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 تاثیر معنی‌داری بر میزان چربی و همچنین پروتئین نداشت. افزایش میزان خاکستر در نمونه‌ی ماکروویو احتمالا به دلیل کاهش میزان رطوبت در این نمونه بوده است. لیو همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش کردند اثرات روش‌هایمختلف پخت بر آمیلوز، چربی، پروتئین خام فندق چینی (شاه بلوط) تاثیر معنی داری نداشته است. که با نتایج این تحقیق مشابه بوده است. رامیرز مورینو و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثر آب پز کردن بر ترکیبات مغذی انجیر را بررسی کردند و گزارش کردند طی پخت میزان پروتئین، چربی و فیبر کمترین افت را داشتند.

جدول ۱- تاثیر روش‌های پخت بر ترکیبات شیمیایی ساقه کنگر

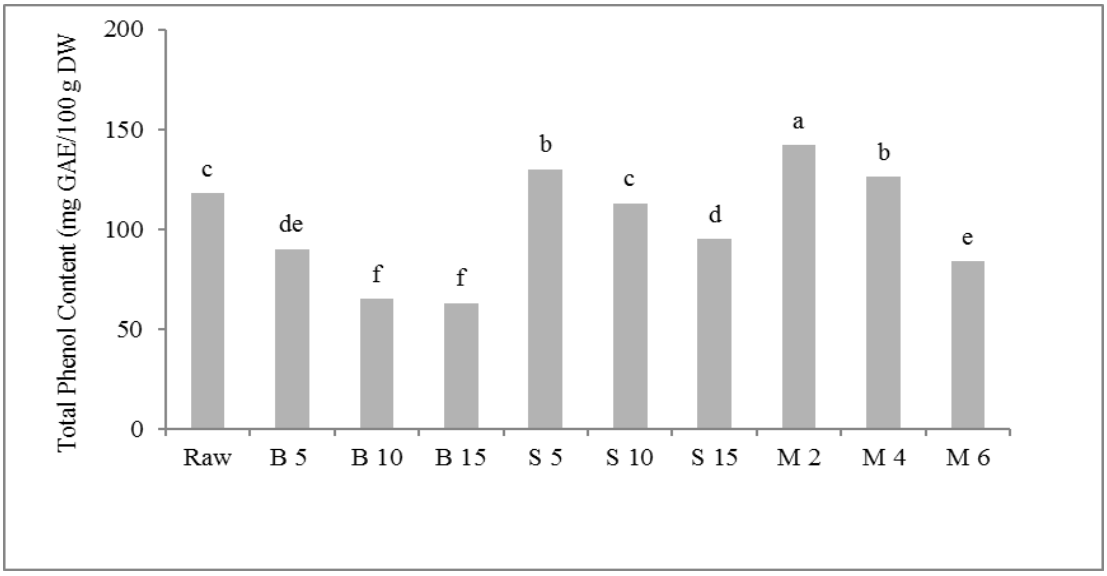
Table 1- Effect of cooking methods on chemical compositions of Artichoke stem (%)

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 وسه 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 روش های 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

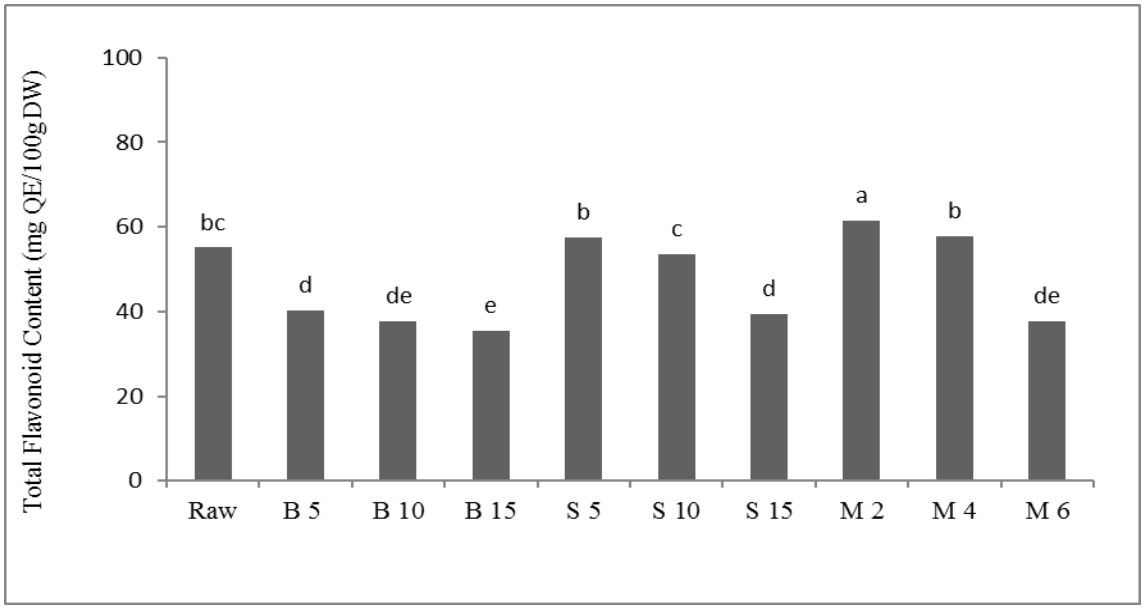
Different letters within the same parameter indicate significant differences (P< 0.05)

روش بخارپز کردن در ٥ 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 >۰/۰۵). نمونه‌ی بخارپز شده در ٦ دقیقه دارای ۹٥/٥ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم فنل کل بود. روش ماکروویو در ۲ دقیقه و ٤ دقیقه به طور موثری باعث افزایش محتوای فنل کل در نمونه ساقه کنگر شد. به صورتیکه محتوای فنل کل در این نمونه‌ها به ترتیب ١٤٢/٧ و ١٢٦/١ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم رسید. با افزایش زمان ماکروویو به ٦ دقیقه محتوای فنل کل به شدت کاهش یافت و به ٨٤/٨ میلی گرم در ۱۰۰ گرم رسید که با نمونه‌ی شاهد نیز اختلاف معنی‌داری داشت (p <۰/۰٥).

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 می شود. بین روش های پخت مورد استفاده برای کنگر، روش بخار پز و مایکروویو نتایج بهتری داشتند چون در روش های آب پز کردن کنگر در آب غوطه ور بوده و غیر از تأثیر حرارت به ترکیبات باعث فرآیندی دیگر به نام leaching (نشت 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 ویتامینc، بتاکاروتن، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در انواع کلم (کلم بروکلی، کلم سفید و گل کلم) حفظ کند. در طی پخت با ماکروویو زمان کمتر از سایر روشها بوده و ترکیبات فنولی در معرض مستقیم آب قرار ندارند بنابراین محتوای فنولی کمتر تحت تاثیر قرار می گیرد.

محتوای فلاوونوئید کل

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود محتوای فلاوونوئید کل ساقه کنگر طی روش‌های مختلف پخت دارای تغییراتی بوده است. به ترتیب بیشترین و کمترین فلاوونوئید 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 فلاوونوئید کل دارای اختلاف معنی داری با روش بخارپز در ۵ دقیقه و ماکروویو در ٤ دقیقه نبوده است ($p > ۰/۰۵$). ماکروویو در ۵ دقیقه موجب افزایش میزان فلاوونوئید کل به ٦۱/۵۰ 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 ($P>۰/۰۵$). روش آب‌پز کردن باعث کاهش معنی‌دار محتوای فلاوونوئید کل شده است ($P<۰/۰۵$). به این صورت که با افزایش زمان آب‌پز کردن از ۵ دقیقه تا ۱۵ دقیقه، میزان محتوایفلاونوئید کل از ٤۰/۲ به ۳۵/۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم رسیده است. روش بخارپز کردن در ۱۵ دقیقه و ماکروویو در ٦ دقیقه نیز تاثیری مشابه روش آب‌پز کردن در میزان محتوای فلاوونوئید کل ساقه کنگر داشته است.



شکل ۲- تاثیر روش‌های پخت بر محتوای فلاوونوئید 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 ($p < 0.05$)

نتایج تحقیق سان و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که آب پز کردن باعث کاهش ترکیبات فلاونوئیدی در کلم بروکلی می‌شود در حالیکه روش‌های بخار پز کردن و ماکروویو در حفظ ترکیبات فنولیک بهتر عمل می نمایند. افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تحت فرایند حرارتی ممکن است به علت تخریب جزئی دیواره سلولی گیاهان و آزاد شدن ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی پیوند شده توسط فرایند حرارتی باشد. روند کاهشی 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 ۲۰۱٦، تاثیر روش‌های سنتی پخت را بر سیب زمینی بررسی کردند

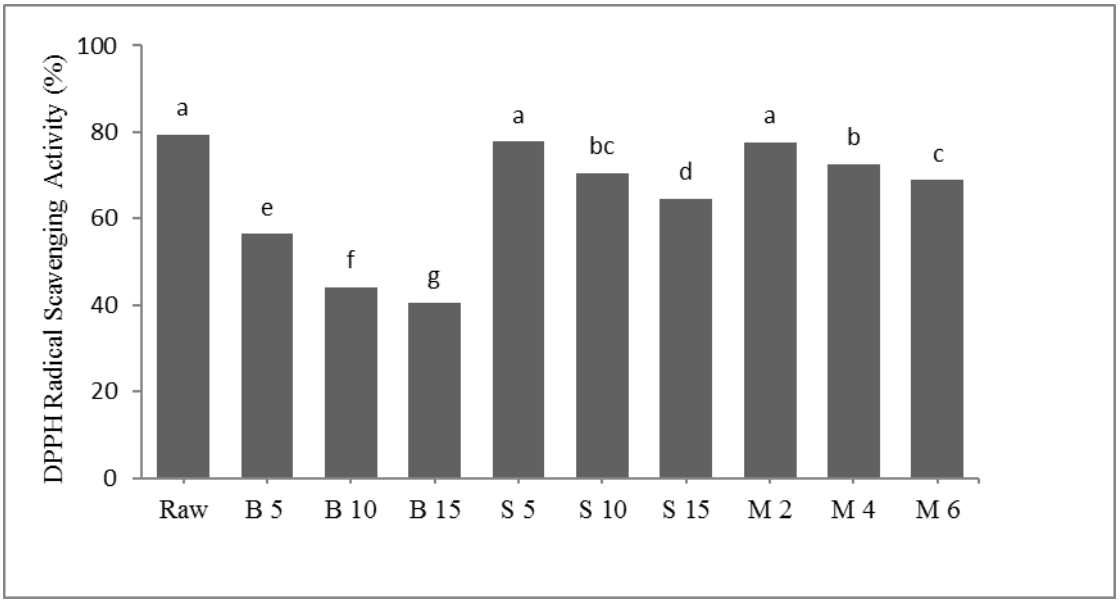
و مشاهده کردند طی پخت میزان ویتامین C، محتوای فنلی کل، آنتوسیانین و کاروتنوئید کاهش معنی‌داری یافت. ملک قاسمی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند مقایسه میانگین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی چغندرقرمز تحت فرایندهای حرارتی مختلف نشان داد که فرایند مایکروویو بیشترین تاثیر را در استخراج ترکیبات فنلی داشت. در بررسی حیات وهمکاران (۲۰۱۰)، در اثر فرایند مایکروویو بر محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تفاله مرکبات با افزایش توان و زمان میزان این ترکیبات افزایش یافت و این احتمالا به دلیل نقش مولکول های آب و دو قطبی شدن آن و جذب امواج مایکروویو 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 ($P >۰/۰۵$). 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 ٤۰/٤ 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 ٤ دقیقه و ٦ دقیقه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در تحقیقی مشابه الماسی و همکاران در سال ۱۳۸۵ نتیجه گرفتند عصاره گزنه دارای اثر قابل توجهی بر مهارکنندگی رادیکال های آزاد دارد. بنابراین میتوان از عصاره این گیاه به عنوان عامل آنتی اکسیدانی مناسب جهت به تاخیر انداختن فرآیند اکسایش در غذاهای حساس نظیر روغن های 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 ۲۰۰٦).در تحقیقی مشابه ال دین و همکاران در سال ۲۰۱۳، نتیجه گرفتند با پخت کلم بروکلی طی ٦ دقیقه جوشانیدن مهار رادیکال DPPH از ۷٤/۱ به ۵۷/۲ درصد کاهش یافت. استفاده از مایکروویو نیز طی ۳ دقیقه باعث کاهش ١٤ درصدی مهار رادیکال DPPH گردید. حیات و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که بین فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی رابطه خطی وجود دارد.

ظرفیت آنتی اکسیدانی کل

شکل ٤ 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 ٤۵/٦ (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 آنتی اکسیدانی کل ساقه‌ی کنگر نداشتند. بین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نمونه‌ی آب‌پز شده در ۵ دقیقه و بخارپز شده در ۱۰ دقیقه و ماکروویو در ٤ دقیقه اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$).

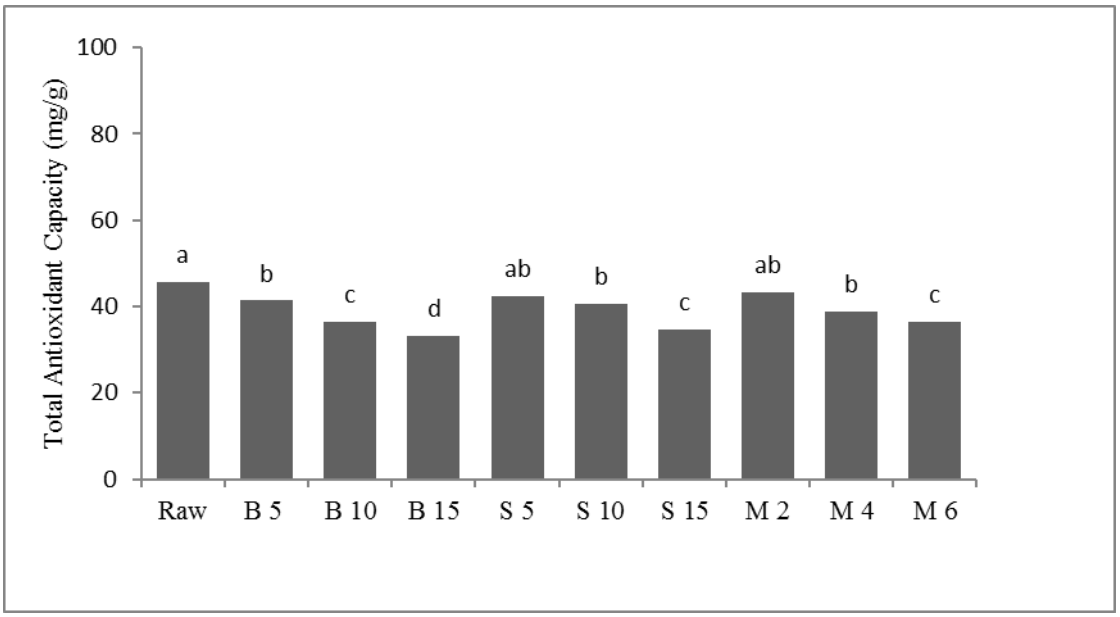


شکل ۳- تاثیر روش‌های پخت بر فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH ساقه کنگر در غلظت ppm ۱۰۰۰

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 ppm ۱۰۰۰

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

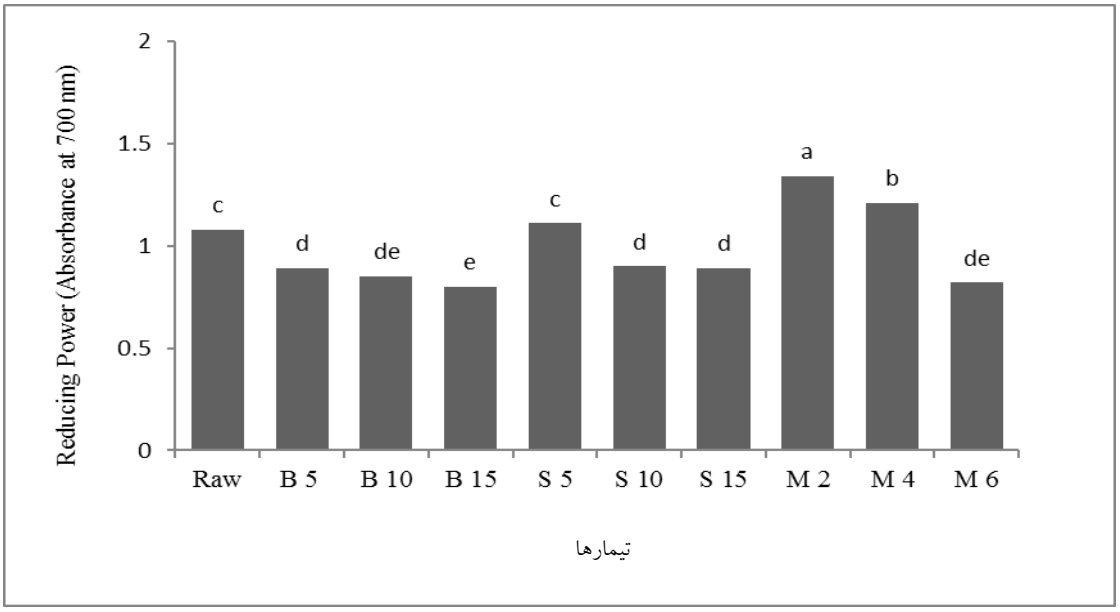
B 5: Boiling for 5 min, B 10: Boiling for 10 min, B 15: Boiling for 15 min, S 5: Steaming for 5 min, S 10: Steaming for 10 min, S 15: Steaming for 15 min, M 2: Microwaving for 2 min, M 4: Microwaving for 4 min, M 6: Microwaving for 6 min

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

تیان و همکاران در سال ۲۰۱٦، تاثیر روش‌های مختلف پخت را بر فعالیت آنتی اکسیدانی سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پخارپز 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 ($P <$ ۰/۰۵). این کاهش در روش آب‌پز کردن دارای شدت بیشتری بود. حساس بودن ترکیبات موثره آنتی اکسیدانی به حرارت و انتشار ترکیبات فنولی در آب طی پخت دلیل افت بیشتر ظرفیت آنتی اکسیدانی در نمونه های آب پز در مقایسه با روش های دیگر بوده است. در روش جوشاندن در آب به دلیل غوطه وری کنگر ها در آب و حرارت مستقیم شاهد افت بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی کل نمونه ها بوده ایم. در تحقیق حاضر نیز نتیجه مشابه حاصل گردید و آب پز کردن بیشترین کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در نمونه کنگر به خود اختصاص داد.

قدرت احیا کنندگی یون آهن

تغییرات قدرت احیاکنندگی 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 ٤ دقیقه به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه‌ی تیمارها بود ($P <$ ۰/۰۵). به این صورت که میزان قدرت احیاکنندگی در نمونه‌ی پخته شده در ماکروویو در ۲ دقیقه ۱/۳٤ و در ٤ 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 احیاکنندگی یون آهن نشده است به این ترتیب بین قدرت احیاکنندگی نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی تیمار شده به روش بخارپز در ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است ($P>$ ۰/۰۵).



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

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 ($p < 0.05$)

در آزمون احیا کنندگی یون آهن در این روش توانائی عصاره برای احیاء آهن سه ظرفیتی و تبدیل آن به آهن دو ظرفیتی سنجیده می‌شود. حضور عوامل احیاء کننده (آنتی اکسیدان‌ها) منجر به احیاء کمپلکس‌های فری سیانید و تبدیل آنها به فرم فروس می‌گردد که بسته به ظرفیت احیاءکنندگی 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 ماکروویو بهترین روش برای پخت ساقه‌ی کنگر بوده و روش آب پز کردن با توجه به کاهش معنی‌دار($P<0/05$) قدرت احیاکنندگی یون آهن نامناسب ترین روش جهت طبخ ساقه‌ی کنگر می‌باشد.

به طور کلی به دلیل حفظ ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی به روش ماکروویو و بخار پز کردن در کوتاه‌ترین زمان پخت و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی این روش ها مناسب جهت پخت ساقه کنگر می باشند. علاوه بر این، بررسی روش‌های مختلف سنجش فعالیت 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 زمان های مختلف را نشان می دهد. پخت به روش های مختلف تاثیر معنی دار و نامطلوبی بر فاکتور رنگ داشت بین نمونه شاهد و نمونه های پخته شده به روش ها و زمان های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده گردید. اثر روش و زمان بر فاکتور رنگ معنی دار نبود. همچنین با پخت کنگر تاثیر معنی داری بین نمونه ها مشاهده نگردید. با پخت گنگر همانطور که انتظار می رفت طعم و مزه کنگر بهبود یافت. بخار پز کردن در ۱۰ و ۱۵ دقیقه و مایکروویو در ٤ و ٦ دقیقه بهترین نمونه ها از لحاظ طعم بودند.

جدول ۲- تاثیر روش های 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 ± 12^{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 ($P< 0.05$)

اثر روش های پخت و زمان پخت بر فاکتور بافت به شدت معنی دار بود نمونه شاهد دارای کمترین امتیاز بافت و نمونه مایکروویو در ٤ دقیقه دارای بیشترین امتیاز بافت بود. به طور کلی پذیرش کلی نشان داد بهترین نمونه مربوط به کنگر پخته شده به روش بخار پز در ۱۰ دقیقه و مایکروویو در ٤ 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

زمانی بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی ساقه کنگر به منظور مقایسه روش‌های مختلف پخت بر ویژگی های آنتی اکسیدانی ساقه کنگر و تعیین بهترین روش و زمان جهت پخت ساقه کنگر، جهت حفظ مواد آنتی اکسیدانی آن مورد بررسی قرار گرفت. آزمون های محتوای فنول کل، محتوای فلاونوئید کل، مهارراديكالDPPH، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و قدرت احیا کنندگی یون آهن همچنین تعیین ترکیبات شیمیایی و ارزیابی حسی انجام شده بر روی ساقه کنگر حاکی از این بود؛ بین ترکیبات آنتی اکسیدانی نمونه های ساقه کنگر تازه و تحت فرآیند پخت قرار گرفته رابطه مستقیم برقرار بود. به طور کلی روش مایکروویو با شدت بالا و زمان کم (۲ تا ٤ دقیقه) و روش بخارپز با ٥ دقیقه به ترتیب بهترین روش ها 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 احتمالا به دلیل غوطه وری ساقه کنگر در آب و انتشار این ترکیبات در آب بوده است. بنابراین، روش مایکروویو بخار پز در زمان کوتاه جهت پخت ساقه کنگر و استفاده بهینه از ترکیبات مفید و ارزشمند این گیاه توصیه می گردد.

منابع مورد استفاده

ملک قاسمی ا، صادقی ماهونک ع، قربان م، اعلمی م، مقصودلو ی، ۱۳۹۳،تاثیر روش پخت برخواص آنتی اکسیدانی و رنگدانه بتالائین در چغندر قرمز. فصلنامه علوم وفناوری‌های نوین غذایی،سال اول، شماره٤، ۲۹-۳٦.

قادری قهفرخی م، عزیزی م ح، قربانی م، صادقی ماهونک ع، اعلمی م، ۱۳۹۰، ترکیبات شیمیائی و تاثیر روشهای فرآوری حرارتی بر میزان ترکیبات فنولی میوه دو واریته بلوط ایرانی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۱، شماره ٤، ٤۲۱-٤۳۱.

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 Agricural Food Chemistry 50: 3010–3014.

El-Din MHAS, Abdel- Kader MM, SK, Makhlouf 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.

Ferreres 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 (*CastaneaMollissimaBlume*). 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, Calhelha 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 (*OpuntiaFicusIndica*). 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 totalphenolics 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 Antiioxidant 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. Journalof 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 (*AgaricusBlazeiMurril*) 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 RumexCrispus L.extracts, Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 4083–4089.

Zhang D, Hamauzu 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 52 (24): 7272–7278.

Journal of Food Researches/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 Fattahi[1], L Najafian[2*] and M Charmchian Langerodi[3]

Received: January 31, 2018 Accepted: February 23, 2019
[1]MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
[3]Assistant 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 Hamauzu (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