



بررسی قدرت آنتی‌اکسیدانی و اثر ضد میکروبی عصاره پنیرک (*Malva sylvestris L.*) در

کلوچه سنتی لاهیجان (بر پایه آرد گندم-ارزن)

فاطمه پورحاجی^۱، بهاره صحرائیان^{۲*}، غلامحسین حقایق^۳

۱-دانش آموخته دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲-گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

۳-استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

ارزن منبع غنی از اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. همچنین عصاره پنیرک دارای ترکیبات فنولی، خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی است. هدف از بخش اول این پژوهش بررسی اثر جایگزینی بخشی از آرد گندم (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) با ارزن در کلوچه بود. در این بخش رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل و بافت ارزیابی شد. در بخش دوم به منظور تولید کلوچه فراسودمند، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تغییرات کپک و مخمر و ویژگی‌های حسی نمونه منتخب تحت تأثیر غلظت صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک قرار گرفت و با نمونه شاهد بخش اول (مجموعاً ۷ نمونه) مقایسه شد. نتایج بخش اول نشان داد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن به عنوان نمونه برتر بخش اول با حجم مخصوص ۱/۷۳ سانتی‌متر مکعب بر گرم، تخلخل ۲۲/۱ درصد و رطوبت ۱۰/۱۵ درصد و سفتی بافت ۳/۲۸ نیوتن طی دوماه نگهداری بیشترین شباهت را با شاهد داشت. نتایج بخش دوم نیز حاکی از آن بود که با افزایش عصاره در فرمولاسیون، میزان فنول کل از ۱/۶ به ۵۳/۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک رسید. این حالی بود که قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره در مقایسه با شاهد از ۱۲/۱ به ۶۱/۲ درصد رسید. لازم به ذکر است در نمونه‌های حاوی بیش از ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک هیچگونه کپک و مخمری طی دو ماه نگهداری مشاهده نگردید. همچنین در ارزیابی حسی نمونه‌های حاوی ۱۰۰ تا ۳۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین امتیاز رنگ، بافت، بو و مزه کسب نمودند. بنابراین می‌توان نمونه حاوی ۸۵ درصد آرد گندم، ۱۵ درصد آرد ارزن و ۳۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک را به عنوان یک کلوچه فراسودمند به بازار محصولات نانوازی پیشنهاد نمود.

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۷

کلمات کلیدی:

ارزن، آنتی‌اکسیدان، خاصیت ضد میکروبی، عصاره پنیرک، کلوچه فراسودمند.

DOI: 10.52547/fsct.18.119.243

* مسئول مکاتبات:

Baharehsahraian@yahoo.com

۱- مقدمه

کلوچه محصولی است با بافت و مزه خاص که به عنوان میان وعده مصرف می‌شود. اگرچه کلوچه معمولاً از آرد گندم تهیه می‌شود، اما تحقیقات زیادی جهت بهبود کیفیت کلوچه‌ها با استفاده از گندم سیاه، جو، آرد دانه‌ها یا سایر غلات و حبوبات مغذی‌تر از آرد گندم انجام شده است [۱]. ارزن از نظر ارزش غذایی در مقایسه با سایر دانه‌های غلات منبع غنی از اسیدهای آمینه ضروری، ویتامین‌ها (ویتامین‌های گروه B مخصوصاً نیاسین، B6 و اسید فولیک) و مواد معدنی (کلسیم، آهن، پتاسیم، منیزیم و روی) است. علاوه بر آن سرشار از فیبرهای رژیمی، مواد فیتوشیمیایی و ریزمغذی‌ها است [۲ و ۳]. هضم ارزن خیلی آسان است و با توجه به اینکه سرعت هضم آن کم است باعث ایجاد سیری می‌شود و از پرخوری و چاقی جلوگیری می‌کند [۴]. مطالعاتی در زمینه کاربرد آرد ارزن در محصولات نانویی موجود است. بسوا و همکاران (۲۰۰۸)، سویدی و همکاران (۲۰۱۲)، ایرداچسکا و همکاران (۲۰۱۳)، کاراپاسامی و همکاران (۲۰۱۳)، ماماتا و همکاران (۲۰۱۵)، ایوا و همکاران (۲۰۱۷) و دیوانی و همکاران (۲۰۱۶) از آرد ارزن در فرمول انواع نان‌های رایج در دنیا استفاده نمودند [۵-۱۱]. همچنین ویجایاکومار و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد آرد ارزن در پاستا، بیسکوئیت، نان تست، کراکر و چاپاتی [۱۲]، فتحی و همکاران (۲۰۱۶)، شعبانی و همکاران (۲۰۱۸)، چاندی و همکاران (۲۰۱۵) و پاتل و همکاران (۲۰۱۹) کاربرد آرد ارزن را به ترتیب در کیک، مافین، کلوچه و کیک اسفنجی را بررسی نمودند و نتایج متفاوتی گزارش شد [۱۶-۱۳]. تنها نکته مشترک بین تمام مطالعات موجود افزایش آهن، روی، مس، فسفر، برخی از ویتامین‌ها و فیبر بود. نکته قابل توجه آنست که در جایگزینی بخشی از آرد گندم با آرد ارزن باید دقت نمود، زیرا با این جایگزینی میزان پروتئین گلوتن که مسئول ویژگی‌های تکنولوژیک و حسی محصولات نانویی است، کاهش می‌یابد و امکان آسیب‌های ساختاری و ظاهری در محصول هدف مهیا می‌گردد (زیرا ارزن یک غله بدون گلوتن است). همچنین باید گفت محصولات نانویی به ویژه انواع شیرینی‌ها، کیک، کلوچه و غیره به دلیل تنوع مواد اولیه می‌تواند حامل خوبی برای ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی باشند و در آن‌ها از انواع عصاره و اسانس‌های گیاهی نظیر پنیرک استفاده نمود.

گیاه دارویی پنیرک با نام علمی *Malva sylvestris* L. از خانواده Malvaceae است که ریدل (۱۹۷۶) ۱۰ گونه و پاکروان (۱۳۸۳) ۷ گونه از آن را گزارش کردند که سه گونه از این تعداد بومی ایران هستند [۱۷ و ۱۸]. گونه *Malva sylvestris* گیاهی علفی دوساله-چند ساله که منشأ آن جنوب اروپا و آسیا است، اما به عنوان علف هرز در اکثر نقاط جهان یافت می‌شود [۱۹]. این گیاه با نام‌های پنیرک، خبازی، نان کلاغ و توله در ایران، *Marva* در ایتالیا، *common mellow* در اروپا، *Ebegumeci* و *Gomecotu* در ترکیه و *gulkhaira* یا *vilayatti kanagani* در هند و پاکستان شناخته می‌شود [۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳]. گل‌های این گیاه حاوی آنتوسیانین‌ها و موسیلاژ می‌باشد و تمام قسمت‌های این گیاه به خصوص گل آن، اثر نرم‌کنندگی بر مجاری تنفسی دارد که این اثر می‌تواند ناشی از میزان موسیلاژ بالای آن باشد [۱۹]. طاهانزاد و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه فعالیت آنتی‌رادیکالی عصاره پنیرک، وجود ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه را تصدیق نمودند [۲۴]. ارضی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر ضدالتهابی عصاره هیدروالکلی گل پنیرک وجود ترکیباتی با خاصیت ضدالتهابی مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و قدرت بالای آنتی‌اکسیدانی گیاه که می‌تواند توجیه‌کننده خاصیت ضدالتهابی عصاره آن باشد را تأیید نمودند [۲۵]. کلورسون و همکاران (۲۰۱۲) اهمیت گیاه پنیرک را به یک گیاه دارویی و ماده غذایی فراسودمند تأیید نمودند [۲۶]. ماران و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که گیاه پنیرک به دلیل وجود ترکیبات فنلی بسیار، از پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار می‌باشد [۲۷]. عینی و همکاران (۲۰۱۴) براساس نتایج مطالعه خود اثرات ضد باکتریایی در عصاره گیاه پنیرک بخصوص در اندام‌های هوایی این گیاه در مقایسه با ریشه آن گزارش نمودند [۲۸]. باسارون و همکاران (۲۰۰۴) فعالیت ضد میکروبی چند گیاه مورد استفاده در طب سنتی ترکیه را مورد مطالعه قرار دادند. بررسی اثر ضد باکتریایی عصاره اتانولی ۱۶ گیاه از جمله پنیرک نشان داد که پنیرک، دارای قدرت بازدارندگی از رشد باکتری است [۲۹].

بنابراین هدف از انجام این تحقیق غنی‌سازی کلوچه سنتی لاهیجان با جایگزینی بخشی از آرد گندم (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) با آرد ارزن ضمن حفظ ویژگی‌های تکنولوژیک محصول هدف از جمله بافت، حجم، تخلخل و غیره بود.

درصد و شیر ۴۰ سی سی استفاده شد. همچنین در فاز اول این پژوهش آرد گندم در سطوح صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد با آرد تریتیکاله جایگزین شد و در فاز دوم این تحقیق عصاره آبی پنیرک در سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام به نمونه منتخب فاز اول افزوده شد. جهت تولید کلوچه محلی لاهیجان، ابتدا مخمر، ۱۰ گرم شکر و شیر با هم مخلوط شدند و به مدت ۱۵ دقیقه به آن استراحت داده شد. در ظرف دیگری روغن و تخم مرغ به مدت ۵ دقیقه همزده شدند و باقیمانده شکر (۳۰ گرم) و وانیل به آن اضافه و آنقدر همزده شد تا شکل کرمی مانند بدست آمد. سپس مخمر عمل آمده به مخلوط روغن، تخم مرغ، شکر و وانیل اضافه شد. در ادامه آرد و نمک با هم مخلوط شدند و کم کم به سایر مواد اضافه گردیدند تا خمیر صاف و یکنواختی بدست آمد. خمیر پس از آماده شدن در دمای ۲۳۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۲۰ دقیقه پخت شد. کلوچه‌های تولیدی، پس از خروج از فر در دمای محیط سرد و تا زمان انجام آزمایشات در کیسه های زیپ کیپ نگهداری شدند [۳۱].

۲-۲-۳-رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۳۲]. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی ۲ ساعت، دو هفته، یکماه و دومه پس از پخت در آن با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند.

۲-۲-۴-حجم مخصوص

حجم مخصوص کلوچه‌های تولیدی، ۲ ساعت پس از پخت محاسبه شد. برای این منظور یک قطعه نمونه با ابعاد ۴×۴ سانتی متر در نظر گرفته شد. به منظور اندازه گیری حجم از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا^۱ مطابق با استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۳۲]. حجم مخصوص از نسبت حجم به وزن نمونه (برحسب سانتی متر مکعب بر گرم) تعیین شد.

۲-۲-۵-تخلخل

به منظور ارزیابی میزان تخلخل بافت درونی کلوچه در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش و نرم افزار Image J استفاده شد. بدین منظور برشی به ابعاد ۴ در ۴ سانتی متر از بافت درونی محصول هدف تهیه گردید و به وسیله اسکنر با وضوح ۳۰۰ پیکسل از آن تصویربرداری شد.

همچنین به منظور تولید محصولی فراسودمند از عصاره پنیرک در سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام در کلوچه سنتی لاهیجان استفاده شد و میزان فنول کل، خواص آنتی اکسیدانی، تغییرات رشد کپک و مخمر و ویژگی‌های حسی محصول هدف بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۷۳ درصد تهیه شد. تخم مرغ تازه و شیر پاستوریزه نیز یک روز قبل از تولید کلوچه‌ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. همچنین مخمر خشک فعال (ساکارومایسس سروزیه) از کارخانه رضوی (مشهد-ایران) و سایر مواد نظیر شکر، نمک و روغن مایع از یک فروشگاه مواد غذایی، وانیل از شرکت رودیا (فرانسه) و گیاه پنیرک یا توله و آرد ارزن از یک عطاری معتبر در سطح شهر مشهد خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱-تهیه عصاره آبی گیاه پنیرک

جهت انجام عمل عصاره‌گیری از روش خیساندن گیاه در حلال (ماسراسیون) استفاده شد. اصول کلی این روش به اختصار به این صورت می‌باشد که مقدار ۲۵ گرم از گیاه پودر شده را به ارلن ۵۰۰ سی سی انتقال یافت و به میزان ۲۲۵ سی سی آب (حلال) به آن‌ها اضافه گردید. پس از مدت زمان ۷۲ ساعت نگهداری مخلوط گیاه و حلال بر دستگاه چرخان (شیکردار)، توسط گاز استریل ۴ لایه‌ای و قیف عصاره آبی از باقی مانده گیاه جدا گردید و جهت شفاف‌سازی و یکنواختی بیشتر عصاره توسط سانتریفوژ به مدت ۲۰ دقیقه عمل سانتریفوژ انجام شد. عمل تغلیظ عصاره و حذف حلال توسط دستگاه تبخیرکننده چرخان در درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد تحت شرایط خلاء انجام شد. عصاره آبی گیاه پنیرک تا زمان تولید کلوچه سنتی لاهیجان در شیشه استریل که توسط فویل آلومینیومی پوشانیده شده بود در دمای یخچال نگهداری شد [۳۰].

۲-۲-۲-تهیه کلوچه سنتی لاهیجان

برای تهیه کلوچه شاهد از ترکیبات مختلفی از جمل آرد سه بار الک شده ۱۰۰ درصد، روغن ۳۰ درصد، شکر ۲۰ درصد، تخم مرغ ۲۲ درصد، نمک ۰/۳ درصد، وانیل ۰/۱ درصد، مخمر ۰/۷

1. Rape seed displacement

فعالیت آنتی‌اکسیدانی یا درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد عصاره‌های متانولی حاصل از کلوچه، با استفاده از ۱، ۱، دی فنیل-۲-پیکریل هیدرازیل (DPPH) بر مبنای درصد مهار تولید رادیکال آزاد اندازه‌گیری شد. با استفاده از عصاره‌ها، غلظت‌های ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با متانول در ارلن مایر ۲۵۰ سی‌سی تهیه شد. ۲ سی‌سی از غلظت‌های مختلف در متانول به ۲ سی‌سی محلول ۰/۰۰۴ درصد DPPH در متانول اضافه گردید. بعد از ۹۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری در دمای اتاق جذب نوری نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتوفتومتری در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد [۳۷]. درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد برحسب رابطه ۱ محاسبه گردید؛

رابطه (۱)

= درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی

$100 \times (\text{جذب کنترل} / \text{جذب بلانک} - \text{جذب نمونه}) - 1$

بلانک حاوی ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره متانولی نمونه و ۲/۹ میلی‌لیتر حلال متانول بدون DPPH و کنترل شامل ۲/۹ میلی‌لیتر DPPH و ۰/۱ میلی‌لیتر حلال متانولی بدون عصاره نمونه بود.

۲-۲-۹- تغییرات رشد کپک و مخمر

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، ۲۰۰۰ شماره ۲-۱۰۸۹۹ استفاده گردید. برای این منظور ۱۰ گرم از نمونه به ۹۰ گرم محلول استریل رینگر اضافه شد. به مدت ۵ دقیقه زمان داده شد تا مواد به صورت محلول در آمد. از محیط کشت YGC Agar استفاده شد. به مقدار ۱ میلی‌متر از مواد اولیه که در محیط کشت رینگر حل شده بود در پلیت‌های استریل ریخته و بعد به محیط کشت اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۳۲]. این آزمون در روز اول و دو هفته، یکماه و دوماه پس از تولید انجام شد.

۲-۲-۱۰- ارزیابی حسی

آنالیز حسی شامل رنگ، بافت، بو و مزه و براساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای از بسیار خوب (امتیاز ۵) تا بسیار بد (امتیاز ۱) بود [۳۸]. لازم به ذکر است برای این منظور ۱۰ داور آموزش دیده انتخاب شد و این آزمون ۲ ساعت پس از پخت انجام شد. انتخاب داورها براساس روش مثلثی بود. بدین صورت که سه نمونه آب نمک (دو نمونه کاملاً یکسان بودند و

تصویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J^۲ (ساخت مؤسسه ملی بهداشت^۳، ایالات متحده آمریکا) قرار گرفت. با فعال کردن قسمت ۸ بیت^۴، تصاویر سطح خاکستری^۵ ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی^۶، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید. این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است. که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین معناست که میزان حفرات موجود در بافت کلوچه (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم‌افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۳۳ و ۳۴].

۲-۲-۶- بافت

در این پژوهش، تغییرات بافت کلوچه توسط آزمون نفوذسنجی با استفاده از دستگاه بافت‌سنج در بازه زمانی ۲ ساعت، دو هفته، یکماه و دوماه پس از پخت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. بیشینه نیروی لازم برای عبور کامل یک میله به قطر ۳/۲ میلی‌متر، سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه با ۳۰ درصد فشردگی انجام شد [۳۵].

۲-۲-۷- اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی عصاره حاصل از کلوچه سنتی لاهیجان حاوی آرد ارزن و عصاره پنیرک طبق روش اوردومز و گومیز (۲۰۰۶)، توسط رنگ‌سنجی به روش فولین-سیوکالتو تعیین شد. در این روش ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره استخراجی (۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با متانول) با ۲/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین-سیوکالتو ۰/۲ نرمال و ۲ میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد به خوبی مخلوط شد. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از معادله خط رسم شده بر مبنای اسید گالیک و به صورت میلی‌گرم در گرم عصاره (ماده خشک) بیان گردید [۳۶].

۲-۲-۸- تعیین خاصیت آنتی‌اکسیدانی

2. Image Processing and Analysis in Java
3. National Institutes of Health
4. Bit
5. Gray level images
6. Binary Images

نگهداری (۲ ساعت، دو هفته، یکماه و دومه پس از پخت) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش آرد ارزن در فرمولاسیون کلوچه سنتی لاهیجان میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی کاهش یافت. این در حالی است که رطوبت نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۳۰ درصد آرد ارزن طی دو هفته نگهداری با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P < 0.05$) و تنها رطوبت نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن طی دومه نگهداری با نمونه شاهد مشابهت داشت. لازم به ذکر است کاهش میزان رطوبت کلوچه‌ها با افزایش درصد جایگزینی آرد گندم با آرد ارزن طی دومه نگهداری رابطه مستقیم داشت. چاندی و همکاران (۲۰۱۵) از سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در فرمولاسیون کلوچه استفاده نمودند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد، افزایش بیش از ۲۵ درصد آرد ارزن در فرمولاسیون کلوچه سبب کاهش جذب آب و رطوبت محصول نهایی شد. این محققان علت این امر را فقدان گلوتن موجود در آرد ارزن دانستند و بیان کردند جهت جبران خسارات ناشی از آردهای بدون گلوتن در فرمولاسیون محصولات نانویی باید از جایگزین مناسب گلوتن نظیر انواع هیدروکلوئیدها استفاده نمود [۱۵]. ماماتا و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی اثر آرد ارزن در سطوح متفاوت ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد بر خصوصیات تغذیه‌ای و تکنولوژیکی نان بر پایه آرد گندم پرداختند. نتایج این محققان نیز حاکی بر کاهش میزان رطوبت با افزایش سطحی جایگزینی آرد گندم با آرد ارزن بود [۹].

ارزیابان از این موضوع اطلاعی نداشتند) در اختیار تعدادی از داوطلبان ارزیابی حسی قرار گرفت و افرادی که به دو نمونه مشابه اشاره نمودند به عنوان داوران حسی جهت آزمون انتخاب شدند.

۲-۱۱- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج هر دو بخش در قالب یک طرح با استفاده از نرم افزار Mini-Tab17 تجزیه و تحلیل شد. بدین ترتیب میانگین سه تکرار برای تمام آزمون‌ها و ۳۰ تکرار (تعداد داور×تعداد پخت) برای ویژگی‌های حسی در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی ($P < 0.05$) انجام و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بخش اول

در بخش اول این تحقیق به بررسی سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در کلوچه سنتی لاهیجان پرداخته شد. سطوح انتخابی آرد ارزن براساس خطا و آزمون و مطالعات پیشین در زمینه محصولات نانویی بر پایه آردهای مختلف انتخاب گردید.

۳-۱-۱- رطوبت

جدول ۱ نشان‌دهنده میزان رطوبت کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) طی دومه

Table 1 The effect of different levels of millet flour on moisture of cookie during 2 months.

Millet Flour (%)	Moisture (%)			
	2 hours	2 weeks	1 month	2 months
0	13.17±0.39 ^a	12.47±0.21 ^a	10.31±0.96 ^a	10.09±0.27 ^a
15	13.10±0.15 ^a	12.49±0.55 ^a	10.07±1.10 ^a	10.15±1.11 ^a
30	12.98±0.76 ^a	12.26±0.91 ^a	8.54±0.61 ^b	6.90±0.98 ^b
45	11.09±0.44 ^{ab}	9.42±0.63 ^b	7.70±0.41 ^{bc}	6.71±0.26 ^b
60	10.11±0.27 ^b	9.29±0.78 ^b	6.88±0.12 ^c	6.80±0.19 ^b

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

۳-۱-۲- حجم مخصوص

آرد ارزن با نمونه شاهد به لحاظ حجم مخصوص مشابهت داشت و بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد.

شکل ۱ نشان‌دهنده حجم مخصوص کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد تنها نمونه حاوی ۱۵ درصد

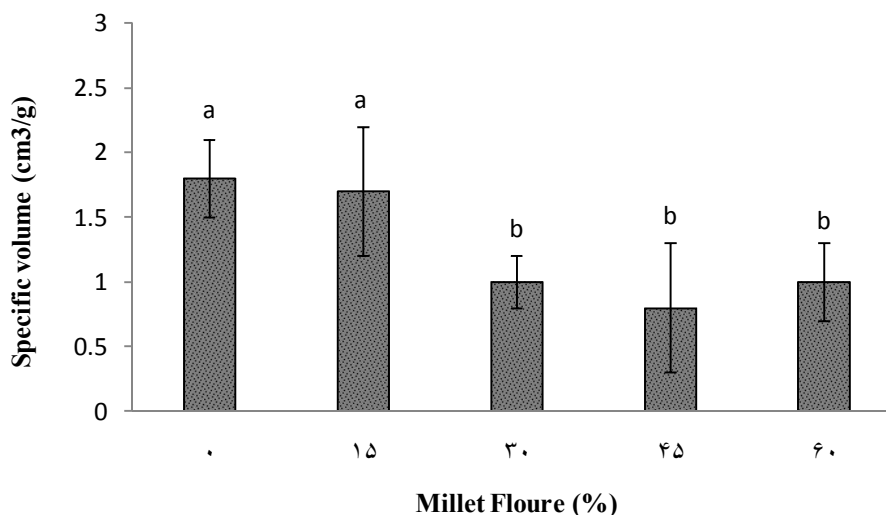


Fig 1 The effect of different levels of millet flour on specific volume of cookie
Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

آرد ارزن می‌تواند تحت تأثیر میزان و سرعت تبخیر آب طی فرایند پخت محصول هدف باشد. از آنجا که شبکه گلوتنی ضعیف است و در فرمولاسیون کلوچه‌های ترکیبی (گندم-ارزن) از هیدروکلوئیدها استفاده نشده است، سرعت خروج رطوبت در نمونه‌های ترکیبی بخصوص در سطوح بالای آرد ارزن (۴۵ و ۶۰ درصد) در مقایسه با نمونه شاهد طی فرایند پخت به سرعت اتفاق می‌افتد و همین امر منجر افزایش لحظه‌ای حجم کلوچه و در نهایت کاهش شدید آن طی زمان پخت می‌شود. در راستای استفاده از آرد ارزن در فرآورده‌های نانویی و اثر آن بر حجم نیز مطالعاتی انجام شده است. چاپالوار و همکاران (۲۰۱۳)، فتحی و همکاران (۲۰۱۶)، شعبانی و همکاران (۲۰۱۸)، چاندی و همکاران (۲۰۱۵) و پاتل و همکاران (۲۰۱۹) با کاربرد آرد ارزن به ترتیب در نوعی شیرینی، کیک، مافین، کلوچه و کیک اسفنجی نتایج مشابهی در زمینه حجم محصول هدف گزارش کردند [۴، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶].

۳-۱-۳- تخلخل

شکل ۲ نشان‌دهنده تخلخل کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن از میزان تخلخل بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بود. این در حالی است که بین میزان تخلخل نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد ارزن و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد.

حجم فرآورده‌های نانویی فاکتور مهمی است که در ظاهر و بازارپسندی محصول نقش مهمی دارد و ویژگی مهمی در ارزیابی محصول هدف است. حجم این دسته از مواد غذایی تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی نظیر تعداد حباب‌های هوای ورودی به خمیر یا خروجی از آن (طی فرایند مکانیکی بهم‌زدن خمیر، حباب هوا وارد می‌شود و طی ورز دادن، قالب زدن، چانه‌گیری بخشی از حباب‌های هوا خارج می‌گردد) یا حباب‌های تولید شده از فعالیت بیولوژیکی (فعالیت مخمر) و شیمیایی (نظیر بیکنگ پودر و جوش شیرین)، حفظ و نگهداری آن‌ها در خمیر و حین تولید یا سرخ کردن و همچنین تبخیر مناسب آب، وجود انواع افزودنی‌ها نظیر صمغ‌ها، امولسیفایرها، پروتئین‌ها و غیره بستگی دارد و اگر در یک مورد اختلالی ایجاد شود، حجم کاهش می‌یابد.

آرد ارزن یک آرد بدون گلوتن است. زمانی که بخشی آرد گندم که پروتئین اصلی آن گلوتن است با یک آرد بدون گلوتن جایگزین می‌شود، شبکه گلوتنی که مسئولیت ویژگی‌های تکنولوژیکی را بر عهده دارد، تضعیف می‌گردد. این امر منجر به کاهش توانایی شبکه گلوتنی در نگهداری حباب‌های هوای ورودی به خمیر یا حباب‌های تولید شده توسط مخمر می‌شود (عمل‌آوری کلوچه‌ها در این پژوهش به صورت بیولوژیکی و توسط مخمر انجام شد) و هر چقدر فرایند استراحت جهت ورآمدن خمیر تکمیل و صحیح انجام شود، ولی به دلیل ضعف شبکه گلوتنی، خمیر توانایی حفظ و نگهداری حباب‌های هوا را ندارد و به موجب آن حجم کاهش می‌یابد. از سوی دیگر یکی از دلایل کاهش حجم کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت

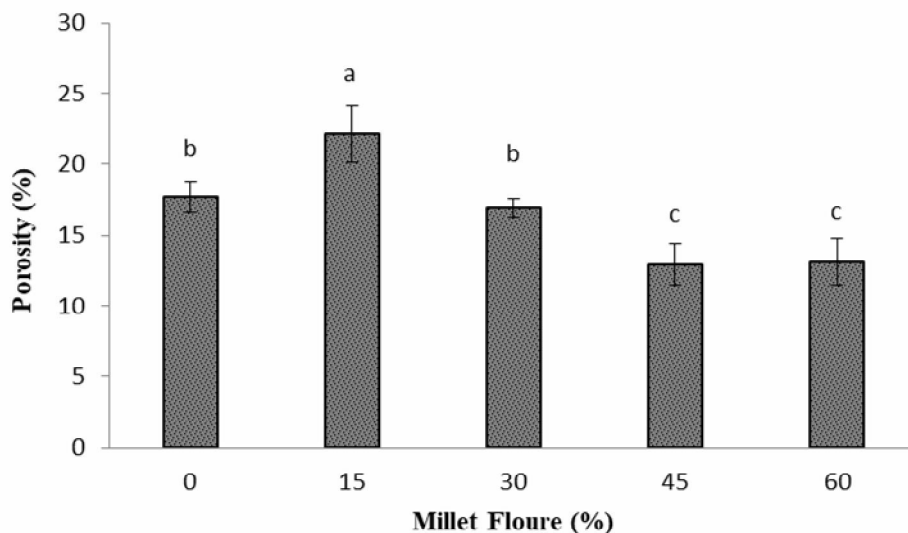


Fig 2- The effect of different levels of millet flour on porosity of cookie
Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

و چندین حباب هوا در اثر پاره شدن به یکدیگر ملحق شده‌اند.

۳-۱-۴- بافت

جدول ۲ نشان‌دهنده میزان سفتی بافت کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت آرد ارزن (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) طی دو ماه نگهداری (۲ ساعت، دو هفته، یکماه و دو ماه پس از پخت) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش بیش از ۱۵ درصد آرد ارزن در فرمولاسیون کلوچه سنتی لاهیجان میزان سفتی بافت نمونه‌های تولیدی طی دو هفته پس از نگهداری افزایش یافت. این در حالی است که میزان سفتی بافت نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن طی یکماه نگهداری با نمونه شاهد مشابهت داشت و بین این دو نمونه تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده نگردید. نکته قابل توجه در این بخش آنست که نمونه‌های حاوی ۴۵ و ۶۰ درصد آرد ارزن پس از یک و دو ماه نگهداری کمترین عدد سفتی بافت بر حسب نیوتن را در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشتند. این بدان معنا نیست که این دو نمونه از بافت نرم‌تری در مقایسه با سایر نمونه‌ها برخوردار بودند، بلکه این دو نمونه به دلیل عدم حفظ رطوبت طی مدت زمان نگهداری بافتی بسیار خشک داشتند که به محض برخورد پروب دستگاه بافت‌سنج، نمونه‌ها از وسط به دو نیم تقسیم گردیدند و به عبارتی نمونه‌ها طی آزمون بافت‌سنجی در زمان یک و دو ماهه دچار شکستگی شدند و همین امر منجر به عدم انجام صحیح آزمون بافت‌سنجی (آزمون نفوذ) شد.

یکی از پارامترهای مهم مغز بافت محصولات نانویی، تخلخل است که به طور کل اشاره به ساختار منافذ در مغز این دسته از مواد غذایی دارد و یکی از عوامل تأثیرگذار بر خواص کیفی مغز بافت فرآورده‌های صنعت پخت محسوب می‌شود. از طرفی میزان تخلخل مغز بافت تحت تأثیر تعداد حفرات موجود در مغز بافت و همچنین نحوه توزیع و پخش این حفرات می‌باشد، که هرچه تعداد حفرات و سلول‌های گازی بیشتر باشد و توزیع و پخش آن‌ها یکنواخت‌تر صورت گرفته باشد، میزان تخلخل محصول نهایی بیشتر خواهد بود [۳۹]. در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد با افزایش جایگزینی بیش از ۳۰ درصد از آرد گندم با آرد ارزن ساختار درونی و شبکه گلوتهی بهم خورده و توزیع و پخش سلول‌های گازی و حفظ و نگهداری آن‌ها با اختلال مواجه شده است و این عوامل سبب کاهش تخلخل بافت درونی کلوچه‌ها شده است. لازم به ذکر است در نمونه‌های حاوی ۴۵ و ۶۰ درصد آرد ارزن پدیده تونلینگ مشاهده شد. پدیده تونلینگ به ایجاد حفره‌هایی که به طور معمول در قسمت میانه محصولات نانویی پیشروی می‌کند، اطلاق می‌شود [۴۰]. به احتمال زیاد علت این امر آنست که شبکه گلوتهی موجود در خمیر به دلیل حضور آرد ارزن که فاقد گلوتهن است در مقادیر بیش از ۳۰ درصد، بیشتر از حد انتظار ضعیف شده و قابلیت نگهداری حباب‌های هوا و استحکام بخشیدن به دیواره این حباب‌ها جهت حفظ آن‌ها در برابر پاره شدن ناشی از انبساط حین فرایند پخت مهیا نگردیده

Table 2 The effect of different levels of millet flour on firmness of cookie during 2 months.

Millet Flour (%)	Firmness (N)			
	2 hours	2 weeks	1 month	2 months
0	1.4±0.2 ^c	1.8±0.5 ^b	2.6±.2 ^b	3.5±0.7 ^b
15	1.7±0.5 ^c	2.0±0.1 ^b	2.9±0.5 ^b	3.2±0.4 ^b
30	2.9±0.1 ^b	4.0±0.5 ^a	6.1±0.2 ^a	6.7±0.3 ^a
45	2.7±0.6 ^b	3.8±0.3 ^a	1.4±0.6 ^c	1.2±0.5 ^c
60	3.9±0.2 ^a	4.2±0.5 ^a	1.7±0.5 ^c	1.4±0.4 ^c

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

۳-۲-بخش دوم

براساس نتایج بدست آمده از بخش دوم، نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن بدون نیاز به مواد هیدروکلوئیدی به عنوان نمونه برتر انتخاب شد. در بخش دوم این تحقیق به بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره گیاه پنیرک در سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام در کلوجه سنتی لاهیجان پرداخته شد. در این بخش دو نمونه شاهد وجود داشت. شاهد یک نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم بدون حضور آرد ارزن و عصاره گیاه پنیرک بود. همچنین نمونه برتر از بخش یک به عنوان شاهد دو در نظر گرفته شد.

۳-۲-۱- ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی

شکل ۳ و ۴ به ترتیب نشان‌دهنده ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی کلوجه‌های حاوی سطوح متفاوت عصاره پنیرک (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش عصاره پنیرک در فرمولاسیون کلوجه، میزان ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت. به طوری که کمترین ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در دو نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و فاقد آرد تریپتیکاله و عصاره پنیرک و نمونه حاوی ۸۵ درصد آرد گندم، ۱۵ درصد آرد ارزن و فاقد عصاره پنیرک) و بیشترین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه حاوی ۵۰۰ پی‌پی‌ام از این عصاره مشاهده شد. اونور و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنول کل عصاره متانولی تعدادی از گیاهان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که رابطه مستقیمی بین میزان فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره این گیاهان وجود دارد [۴۲]. نتایج پژوهش این ارتباط مستقیم میان ترکیبات فنولی و خواص آنتی‌اکسیدانی را به وضوح نشان داد.

در بازه زمانی دو ساعت پس از پخت علاوه بر بیاتی محصول و کاهش رطوبت که از لحظه خروج نمونه‌ها از فر آغاز می‌شود، پارامترهایی نظیر حجم و تخلخل محصول تولیدی نیز بر سفتی بافت محصول به طور مؤثری اثرگذار است. بدین صورت که هرچه حجم و تخلخل محصول بیشتر باشد، سفتی بافت نمونه کمتر خواهد بود. اما طی ماندگاری محصول فرایند رتروگراداسیون نشاسته مؤثرترین عامل بر بافت محصول است و هرچه شدت بیاتی بیشتر باشد، نمونه طی انبارمانی بافت سفت‌تری خواهد داشت. ایوا و همکاران (۲۰۱۷) به مقایسه اثر سطوح متفاوت (۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد) آرد ارزن، گندم سیاه، نخود، ذرت و کینوا بر نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج پرداختند. نتایج به وضوح نشان داد آرد کینوا، گندم سیاه و نخود سبب بهبود بافت درونی نان و آرد ذرت و ارزن سبب تخریب بافت (افزایش سفتی بافت درونی و شکننده شدن سطح رویی) نان شد [۱۰]. ماریا و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه ۱۰ و ۲۰ گرم آرد شاه بلوط (براساس ۱۰۰ گرم آرد موجود در فرمولاسیون اولیه) جهت غنی‌سازی نان بدون گلوتن پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که افزودن آرد شاه بلوط سبب افزایش رنگ قهوه‌ای، کاهش حجم، افزایش اندازه حفرات مغز، افزایش سرعت بیاتی و کاهش چسبندگی و قابلیت ارتجاعیت شد. همچنین نتایج نشان داد که سختی پوسته کاهش یافت [۴۱]. ماماتا و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی اثر آرد ارزن در سطوح متفاوت ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد بر خصوصیات تغذیه‌ای و تکنولوژیکی نان بر پایه آرد گندم پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش سطح آرد ارزن در فرمولاسیون نان حجم، وزن، حجم مخصوص و ارتفاع نان کاهش و سفتی بافت آن افزایش یافت [۹].

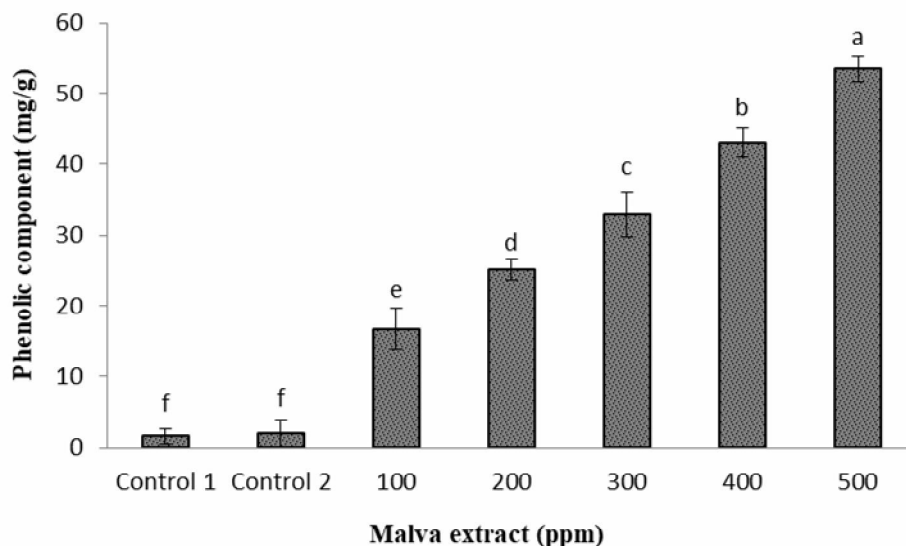


Fig 3 The effect of different levels of *Malva* extract on total phenol of cookie
Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

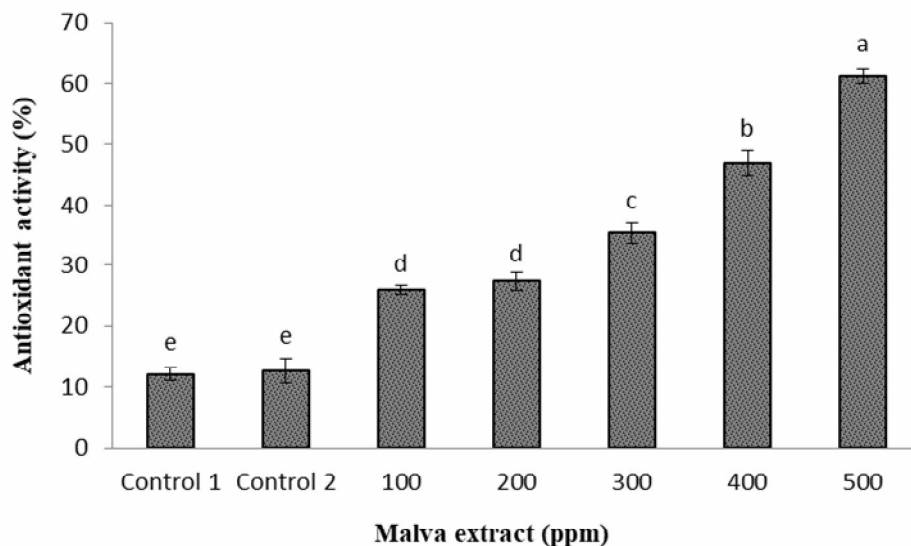


Fig 4 The effect of different levels of *Malva* extract on antioxidant activity of cookie
Different letters show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

عنوان منبع غنی از ترکیبات فنولی و یک آنتی‌اکسیدان طبیعی جهت تولید محصولات فراسودمند به فرمولاسیون مواد غذایی اضافه کرد [۴۵]. شکراللهی و حشمتی (۱۳۹۵) با مروری بر جنبه‌های مختلف گیاه دارویی پنیرک و یافته‌های تحقیقات نوین به این نتیجه دست یافتند ترکیبات اصلی گیاه پنیرک، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی می‌باشند و حضور مالوین، دلفینیدین، مالویدین، بتاکاروتن، سیانین، تانن‌ها، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها، موسیلاژ و به ویژه آنتی‌اکسیدان‌ها در این گیاه، عامل خواص ضد اکسیدانی، ضد میکروبی، ضد ویروسی و ضد دردی و اثر بر بهبود التهاب است که در تحقیقات آزمایشگاهی به اثبات رسیده است [۴۶]. طاهانژاد و همکاران

ترکیبات فنولی به فنول‌های ساده، اسیدهای فنولیک، مشتقات هیدروکسی سینامیک و فلاونوئیدها طبقه‌بندی می‌شوند. عملکرد بسیاری از ترکیبات فنولی به عنوان آنتی‌اکسیدان قوی توسط محققان گزارش شده است [۳۷]. عصاره پنیرک حاوی ترکیبات فنولی، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها و توکوفرول می‌باشد [۴۳ و ۴۴] و دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است، میتوان نتیجه گرفت که این عصاره به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی، توانایی واکنش با رادیکال‌های حاصل از اکسیداسیون (O_2 , OH, LO, LOO, L) را داشته و موجب قطع واکنش‌های زنجیری و افزایش زمان اکسیداسیون کند و کاهش سرعت اکسیداسیون خودبخودی می‌شود و می‌توان آن را به

مورد نظر تا ۵۰ درصد کاهش پیدا کند [۴۷]. از آنجا که عصاره پنیرک حتی در غلظت‌های پائین هم طی یک ماه توانست منجر به کاهش حداقل ۵۰ درصد رشد کپک و مخمر در مقایسه با نمونه‌های فاقد عصاره (دو نمونه شاهد) شود، بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک ضد قارچی طبیعی در محصولات نانوائی استفاده نمود. البته لازم به ذکر است در این زمینه باید آزمایش‌های تکمیلی نیز انجام شود و تمام پارامترهای مؤثر در فرآورده‌های آردی جهت حصول بهترین کیفیت در کنار هم سنجیده شود. والتر و همکاران (۲۰۱۱)، فعالیت ضد میکروبی تعدادی از گیاهان مورد استفاده در کشور پاکستان را مورد پژوهش قرار دادند. گیاه پنیرک نیز یکی از گیاهان مورد بررسی این پژوهشگران بود. نتایج نشان داد که گیاه پنیرک دارای اثر ضد میکروبی می‌باشد [۴۸]. دولگر و همکاران (۲۰۰۴) به بررسی اثر ضد میکروبی تعدادی از گیاهان سنتی مورد استفاده در کشور ترکیه پرداختند. این پژوهشگران اثر ضد میکروبی عصاره اتانولی گیاه پنیرک را تأیید نمودند [۴۹]. شکراللهی و حشمتی (۱۳۹۵) با مروری بر جنبه‌های مختلف گیاه دارویی پنیرک و یافته‌های تحقیقات نوین به این نتیجه دست یافتند ترکیبات اصلی گیاه پنیرک، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی می‌باشند و حضور مالوین، دلفینیدین، مالویدین، بتاکاروتن، سیانین، تانن‌ها، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها، موسیلاژ و به ویژه آنتی‌اکسیدان‌ها در این گیاه، عامل خواص ضد اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد ویروسی که در تحقیقات آزمایشگاهی به اثبات رسیده است [۴۶]. محمدعینی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثرات ضد میکروبی اندام هوایی و ریشه گیاه پنیرک پرداختند. نتایج این محققان تأییدکننده خاصیت ضد میکروبی عصاره گیاه پنیرک بخصوص بخصوص اندام‌های هوایی این گیاه بود [۲۸].

(۱۳۹۱) به بررسی خاصیت آنتی‌رادیکالی عصاره پنیرک (در سطوح صفر، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) پرداختند. نتایج این محققان حاکی از آن بود که با افزایش غلظت عصاره پنیرک، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از افزایش درصد مواد مؤثره از جمله افزایش میزان فنول کل آن باشد. زیرا ترکیبات فنولی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل ملاحظه‌ای هستند [۲۴]. تبارکی و همکاران (۲۰۱۲)، ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پنیرک را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که عصاره متانولی این گیاه دارای ترکیبات فنولی عمده می‌باشد [۲۱]. مارونه و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که گیاه پنیرک دارای ترکیبات فنلی می‌باشد [۲۷].

۳-۲-۲- رشد کپک و مخمر

جدول ۴ نشان‌دهنده اثر غلظت‌های متفاوت عصاره پنیرک (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام) در روز اول، دو هفته، یکماه و دوماه پس از تولید بر میزان رشد کپک و مخمر است. نتایج نشان داد، در تمام بازه‌های زمانی افزایش غلظت در کاهش رشد کپک و مخمر مؤثر بود. به طوری که با افزایش بیش از ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره (۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام) در فرمولاسیون کلوچه سنتی حاوی آرد ارزن طی دوماه نگهداری کپک و مخمری مشاهده نگردید. این در حالی است که بار قارچی نمونه‌های حاوی ۱۰۰ پی‌پی‌ام عصاره طی یکماه بیش از ۵۰ درصد کمتر از بار قارچی دو نمونه شاهد که فاقد عصاره پنیرک هستند، بود. براساس پژوهش گندمی و همکاران (۲۰۰۹) یک عصاره یا اسانس گیاهی زمانی یک جلوگیری‌کننده از رشد مثبت تلقی می‌شود که شکل‌گیری عامل

Table 3 The effect of different levels of *Malva* extract on Microbial activity of cookie during 2 months.

<i>Malva</i> extract (ppm)	Microbial activity (log cfu/g)			
	2 hours	2 weeks	1 month	2 months
Control 1	-	3.44±0.39 ^a	5.41±0.22 ^a	8.91±0.17 ^a
Control 2	-	3.57±1.02 ^a	5.09±0.71 ^a	8.94±0.31 ^a
100	-	2.29±0.91 ^b	3.66±1.02 ^b	5.99±1.27 ^b
200	-	1.07±0.76 ^c	1.29±0.24 ^c	2.21±0.46 ^c
300	-	-	-	-
400	-	-	-	-
500	-	-	-	-

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

حسی شاهد در مقایسه با نمونه انتخابی این بخش (اول) قرار نگرفته بود و در نتیجه در بخش دوم به این مقوله در کنار ویژگی‌های حسی نمونه‌های حاوی عصاره پنیرک پرداخته شد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد امتیاز رنگ نمونه شاهد یک از شاهد دو کمتر بود. این در حالی است که بین امتیاز رنگ نمونه‌های حاوی عصاره پنیرک و رنگ نمونه شاهد دو اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید. این امر بدان معنی است که حضور آرد ارزن بر رنگ نمونه‌های تولیدی اثرگذار بود و این اثر مثبت در جهت بهبود رنگ بود. به گفته ارزیابان حسی نمونه شاهد یک از سایر نمونه‌ها روشن‌تر بود. همچنین نتایج حاکی از مشابهت امتیاز بافت تمام کلوچه‌های تولیدی بود و بین امتیاز بافت کلوچه‌ها در ارزیابی حسی اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد. از سوی دیگر نتایج حاکی از برتری امتیاز بو و مزه نمونه حاوی ۱۰۰ تا ۳۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک بود. این در حالی بود که کمترین امتیاز بو و مزه به نمونه‌های حاوی ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک تعلق گرفت. علاوه بر این نتایج نشان داد امتیاز بو و مزه دو نمونه شاهد (یک و دو) مشابه بود و بین این دو نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نگردید.

اسلام و همکاران (۲۰۱۰)، فعالیت ضد میکروبی عصاره‌های آبی و اتانولی گیاه پنیرک را در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند. نتایج این پژوهش ضمن تأیید اثر ضد میکروبی گیاه پنیرک نشان داد که اثر ضد میکروبی عصاره اتانولی بیشتر از عصاره آبی گیاه پنیرک می‌باشد [۵۰]. ترکیبات فنلی یکی از ترکیبات مؤثر در اثر ضد میکروبی می‌باشد لذا می‌توان بخشی از اثر ضد میکروبی گیاه پنیرک را به ترکیبات فنلی موجود در این گیاه مرتبط دانست. پژوهش‌های زیادی اثر ضد میکروبی عصاره‌های مختلف گیاهان دارویی را گزارش کرده‌اند. بسیاری از این پژوهشگران طی سال‌های اخیر ترکیبات فنولیک برگ گیاه را یکی از دلایل اثر ضد میکروبی گیاهان دانستند [۵۱ و ۵۲].

۳-۲-۳- ویژگی‌های حسی

جدول ۵ نشان‌دهنده ویژگی‌های حسی کلوچه‌های حاوی سطوح متفاوت عصاره پنیرک (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) است. در این بخش رنگ، بافت، بو و مزه نمونه‌های تولیدی ارزیابی شدند. یکی از مهمترین دلایل در نظر گرفتن شاهد یک (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم و فاقد آرد ارزن و عصاره پنیرک) و شاهد دو (نمونه حاوی ۸۵ درصد آرد گندم، ۱۵ درصد آرد ارزن و فاقد عصاره پنیرک) در بخش دوم آن بود که در بخش اول این پژوهش ویژگی‌های

Table 3 The effect of different levels of *Malva* extract on sensory properties of cookie during 2 months.

<i>Malva</i> extract (ppm)	Sensory Properties			
	Color	Texture	Odor	Taste
Control 1	2.44±0.81 ^b	4.11±1.05 ^a	3.74±0.57 ^b	2.91±1.15 ^b
Control 2	4.12±0.05 ^a	4.29±0.34 ^a	3.59±0.73 ^b	3.07±0.29 ^b
100	3.89±1.15 ^a	4.17±0.19 ^a	4.80±0.21 ^a	4.67±0.15 ^a
200	4.07±0.23 ^a	4.00±0.00 ^a	4.57±0.29 ^a	4.29±0.83 ^a
300	4.12±0.57 ^a	4.27±0.73 ^a	4.46±0.33 ^a	4.57±0.71 ^a
400	3.95±0.19 ^a	4.00±0.00 ^a	2.12±0.71 ^c	1.44±1.15 ^c
500	3.91±1.06 ^a	4.31±0.52 ^a	2.44±0.29 ^c	1.67±1.23 ^c

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P < 0.05$).

محصولات خوراکی قضاوت می‌کنند و به این علت است که در بسیاری از موارد بین رنگ و خصوصیات ذکر شده همبستگی خوبی وجود دارد. درکی که از رنگ بوجود می‌آید به مشاهده کننده و شرایطی که رنگ در آن دیده می‌شود، بستگی دارد [۵۴، ۵۵ و ۵۶].

چاوی و ساریتا (۲۰۱۲) به بررسی ویژگی‌های نان ترکیبی حاوی آرد گندم و ارزن را بررسی نمودند. براساس نتایج این

از بین ویژگی‌های مواد غذایی، رنگ مهمترین ویژگی دیداری است که اغلب به کیفیت غذا نیز ربط داده می‌شود. رنگ سطحی ماده غذایی اولین ویژگی کیفی آن است که مورد ارزیابی مصرف‌کننده قرار می‌گیرد [۵۳] و می‌تواند بر پذیرش ماده غذایی حتی قبل از ورود غذا به دهان تأثیر بگذارد. مصرف‌کنندگان اغلب از روی رنگ در مورد ارزش غذایی، ایمنی، عطر و طعم، زمان نگهداری و سایر ویژگی‌های

به انواع بهبوددهنده از جمله هیدروکلونیدها توانست به لحاظ حجم، تخلخل و بافت با نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم برابری کند. از این رو نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن به عنوان نمونه برتر از بخش اول این پژوهش انتخاب شد و در بخش دوم اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی عصاره گیاه پنیرک بر این نمونه جهت تولید کلوچه فراسودمند بررسی گردید. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش عصاره پنیرک در فرمولاسیون کلوچه سنتی لاهیجان که حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن بود، میزان فنول کل و خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی نمونه کلوچه‌های تولیدی افزایش یافت. لازم به ذکر است در نمونه‌های حاوی بیش از ۲۰۰ پی‌پی‌ام عصاره پنیرک (۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) هیچگونه کپک و مخمری طی دو ماه نگهداری مشاهده نگردید. همچنین نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های حاوی ۱۰۰ تا ۳۰۰ پی‌پی‌ام را به عنوان نمونه برتر معرفی نمود. بنابراین براساس کل نتایج تحقیق پیش رو می‌توان نمونه حاوی ۸۵ درصد آرد گندم، ۱۵ درصد آرد ارزن و ۳۰۰ پی پی ام عصاره گیاه پنیرک را به عنوان یک کلوچه سنتی فراسودمند و عصاره پنیرک را نیز به عنوان یک ضدکپک و آنتی‌اکسیدان طبیعی به بازار محصولات نانوایی و سایر مواد غذایی پیشنهاد نمود.

۵- سپاسگزاری

بخشی از این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه زابل به شماره گرنت UOZ-GR-9618-51 انجام شده است. بدینوسیله نویسنده سوم از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه زابل سپاسگزاری می‌نماید.

۶- منابع

- [1] Park, J., CHIO, I. and Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh Okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT-Food Science and Technology*. 63: 660-666.
- [2] Chhavi, A. & Sarita, S. (2012). Evaluation of composite millet breads for sensory and nutritional qualities and gly-cemic response. *Malaysian journal of Nutrition*, 18 (1): 89-101.
- [3] Naas, (2012). Integration of millets in fortified foods, National Academy of

محققان نشان دادند با حضور آرد ارزن در فرمولاسیون نان، اسیدآمین‌های ضروری، انرژی، ویتامین‌های گروه ب، منیزیم، کلسیم، آهن، پتاسیم، منیزیم و روی افزایش یافت. این محققان نیز رنگ تیره‌تر نان‌های حاوی آرد ارزن را در مقایسه با نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم گزارش کردند [۲]. کاراپاسامی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی اثر آرد ارزن بر رنگ نان پرداختند. نتایج این محققان نشان داد ایجاد برخی از ترکیبات فعال در فرمولاسیون نان سبب انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن (مایلارد و کاراملیزاسیون) در حین پخت شد و به موجب آن رنگ بافت و سطح نان تیره گردید [۸]. دیوانی و همکاران (۲۰۱۶) نان سفید حاوی آرد گندم با درجه استخراج پائین را با استفاده از آرد ارزن در سطوح متفاوت صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد غنی‌سازی نمودند و به بررسی ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی محصول تولیدی پرداختند. این محققان گزارش کردند کاربرد حداکثر ۲۰ درصد آرد ارزن در فرمولاسیون نان بر ویژگی‌های حسی نظیر ظاهر، رنگ پوسته و بافت درونی، مزه، سفتی بافت و پذیرش کلی اثر منفی نداشت و نمونه‌های غنی‌شده حداکثر با ۲۰ درصد آرد ارزن به لحاظ ویژگی‌های حسی با نمونه شاهد برابری داشتند [۱۱]. از آنجا که اختلاف فرمولاسیون نمونه شاهد یک و دو در پژوهش پیش رو تنها حضور ۱۵ درصد آرد ارزن (به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم) در شاهد دو در مقایسه با شاهد یک بود، می‌توان گفت نتایج این تحقیق با نتایج دیوانی و همکاران (۲۰۱۶) مشابهت داشت. در مطالعه‌ای دیگر چاپالوار و همکاران (۲۰۱۳) سطوح متفاوت آرد ارزن در تهیه شیرینی را بررسی نمودند. نتایج این پژوهشگران نشان داد استفاده از آرد ارزن تا حداکثر ۳۰ درصد، هیچگونه تغییرات فیزیکی، شیمیایی و حسی نامطلوبی بخصوص بر بافت محصول وارد نمود و محصول تولیدی از نظر مصرف‌کننده با نمونه شاهد که حاوی آرد گندم بود، مشابه بود [۴].

۴- نتیجه گیری

این پژوهش به منظور تولید یک نوع کلوچه فراسودمند انجام شد. بدین منظور محصول هدف کلوچه سنتی لاهیجان بود که در آن بخشی از آرد گندم (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰) با آرد ارزن به دلیل فواید ارزشمند تغذیه‌ای آن جایگزین شد. نتایج به وضوح نشان داد نمونه حاوی ۱۵ درصد آرد ارزن بدون نیاز

- of the heat moisture treated Proso millet flour in production of gluten-free pound cake. *Journal of food quality*, 39: 611-619.
- [14] Shaabani, S. Yarmand, M. S., Kiani, H. and Emam-Djomeh, Z. (2018). Protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten-free muffins and batter based on millet flour. *LWT*, 90: 362-372.
- [15] Chandi, G. K., Lok, C. W., Jie, N. Y. and Seetharaman, K. (2015). Functionality of kamut and millet flours in macro wire cut cookie systems. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1): 556-561.
- [16] Patel, P. and Thorat, S. S. (2019). Studies on chemical, textural and color Characteristics of decorticated finger millet (*Eleusine coracana*) fortified cake. *The Pharma Innovation Journal*, 8(3): 64-67.
- [17] Riedl, I. (1976). *Malvaceae*. In: Rechinger, K. H., editor. *Flora Iranica*. Graz: Akad. Druck- und Verlag-Anst.
- [18] Pakravan, M. (2006). New findings of genus *Malva* L. (*Malvaceae*) in Iran. *Iranian Journal of Botany*, 11(2): 247-249 [In Persian].
- [19] Lust, J. (1974). *The Herb Book: The most complete catalog of herbs ever published*. 1st ed. Toronto: Courier Corporation.
- [20] Henry, A.G. and Piperno, D. R. (2008). Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet: a case study from Tell al-Raqa. I, Syria. *Journal of Archaeology Science*, 35: 1943-1950.
- [21] Tabaraki, R., Yosefi, Z. Asadi Gharneh, H. A. (2012). Chemical composition and antioxidant properties of *Malva sylvestris* L. *Journal of Agriculture Research*, 8(1): 59-68.
- [22] Scherrer, A.M. Motti, R. and Weckerle, C. S. (2005). Traditional plant use in the areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy). *Journal of Ethno pharmacology*. 97(1): 129-143.
- [23] Kultur, S. Medicinal plants used in Kırklareli province (Turkey). (2007). *Journal of Ethno pharmacology*. 111(2): 341-364.
- [24] Taha Nezhad, M., Barzegar, M., Sahari, M. A. and Naghdi Badi, H. A. (2012). Evaluation antiradical activity of Mallo (*Malva sylvestris* L.) extracts and its application in the oil system. *Iranian Journal of Med Plants*, 11(42): 86-97 [In Persian].
- [25] Arzi, A., Nazari Khorasgani, Z. and Rahmani, M. (2013). Study the effects of *Malva sylvestris* hydro-alcoholic extract on Agricultural Sciences, New Delhi. Policy Paper NO. 54: 15P.
- [4] Chappalwar, V. M., Peter, D., Bobde, H. & John, S. M. (2013). Quality characteristics of cookies prepared from oats and finger millet based composite flour. *IRACST-Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, 3: 677-683.
- [5] Beswa, D. (2008). Assessment of the feasibility of using a wheat-finger millet composite flour for bread making, Submitted in fulfillment of requirement for the degree master technology in food technology in the faculty of science at the university of Johannesburg.
- [6] Subedi, I., Harnisch, C., Kater, G. & Adhikari, T. (2012). Millet (*Eleusine coracana*) flour fortification in composite bread. *Journal of Food Science and Technology*. Nepal, 7: 86-89.
- [7] Iordachescu, G., Neagu, C. & Costea, T. (2013). Sensory evaluation of functional bread obtained rice and millet flour basis. *Inside Food Symposium*.
- [8] Karuppasamy, P., Malathi, D., Banumath, P., Varadharaju, N. & Seetharaman, K. (2013). Evaluation of quality characteristics of bread from kodolittle and foxtail millets. *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 2: 35-39.
- [9] Mamata, M., Nirmala, Y. & Valerie, O. (2015). Quality evaluation of little millet (*Panicum miliare*) incorporated functional bread. *Journal of Food Science and Technology*. 52(12): 8357-8363.
- [10] Iva, B., Marian, T., Jan, M., Ludek, H., Oldrich, F. & Viera, S. (2017). The comparison of the effect of added amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread. *Journal of Cereal Science*, 75: 158-164.
- [11] Devani, B. M., Jani, B. L., Mansukhal, B. K. and Devendra, M. (2016). Study on quality of white bread enriched with finger millet flour. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 9(5): 903-907.
- [12] Vijayakumar, T.P. & Mohankumar, J. B. (2009). Formulation and characterization of millet flour blend incorporated composition flour. *International Journal of Agriculture Sciences*, 1: 46-54.
- [13] Fathi, B., Aalami, M., Kashaninezhad, M. and Sadeghi Mahoonak, A. (2016). Utilization

- flour substitution with grapefruit fiber on physicochemical and sensory characteristics of cookie. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 11(4):37-49 [In Persian].
- [36] Ordoezy, A. A., Gomez, J. D. Vattuone, M. A. and Isla, M. I. (2006). Antioxidant activities of sechium edule (Jacq) swarts extracts. *Food Chemistry*, 97: 452-458.
- [37] Burits, M. and Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of Nigella sativa essential oil. *Phytotherapy Research*, 14, pp: 323-323.
- [38] Nobors, L. (2000). Sweet choices: Sugar replacement for foods and beverages. *Food Technology*, 56: 28-35.
- [39] Sahraian, B., Naghipour, F., Karimi, M. & Ghiafeh davoodi, M. (2013). Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. *Food Hydrocolloid*. 30: 698-703.
- [40] Del Vecchio, A. J. (1975). Emulsifiers and their use in soft wheat products. *Bakers Digest*, 49(4): 28-36.
- [41] Maria, P., Massimiliano, R., Martina, C., Francesca, F., and Emma C. (2016). Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT – food science and technology*, 70: 88-95.
- [42] Unver, A. Arsalan, D., Ozcan, M. M. and Akbulut, M. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of some spices. *World Appl. Science. Journal*, 6: 373-377.
- [43] Farina, A. Doldo, A. Cotichini, V. Rajevic, M., Quaglia, M. G. and Mulinacci, N. (1995). HPTLC and reflectance mode densitometry of anthocyanins in *Malva sylvestris* L. a comparison with gradient-elution reversed-phase hplc, *Jornal of Pharm Biomed Anal*, 14(1-2): 203-2012.
- [44] Zargari, A. [Medicinal plants]. (1995). 5th ed. Tehran: Tehran University: 34-38 [In Persian].
- [45] Mustafa, A. and Ali, M. (2011). New steroidal lactones and homomonoterpenic glucoside from fruits of *Malva sylvestris* L. *Journal of Acta Pol Pharm*, 68(3): 393-401.
- [46] Shokrollahi, Sh. And Heshmati, Gh. A. (2016). Different aspects of Mallow (*Malva sylvestris*) and results of new research finding: A Review. *Journal of Neyshabur University of Medical Science*, 4(1): 1-8 [In Persian].
- [47] Gandomi, H., Misaghi, A., Akondzadeh, A., Bolaei, S., Khosravi, A., Abbasifar, A. and Jabelli, A. 2009. Effect of Zataria multiflora Bolss, Essential oil on growth carrageenan-induced inflammation in made rat paw. *Jentashapir*, 4(1): 1-10.
- [26] Cleverston Gasparetto, J., Ferreira Martinsa, C. A., Hayashia, S. S., Feleith Otuky, M. and Pontarolo, R. (2012). Ethno botanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *Journal of Pharma Pharmacol*, 64(2): 172-189.
- [27] Marouane, W., Soussi, A., Murat, J. Bezzine, S. and El Feki, A. (2011). The protective effect of *Malva sylvestris* L. on rat kidney damaged by vanadium. *Journal of Lipids Heath Disease*, 10: 65-70.
- [28] Mohammad Eini, A., Shayegh, J. and Moharrami Fard, M. (2014). Comparison of antibacterial effect of *Malva sylvestris* L. (Aerial and Root Oranges) by MIC. *Journal of Shaheed Sadoughi University Medical Science*, 21(6): 816-822 [In Persian].
- [29] Basaran, D. and Ahmet, G. Antimicrobial activity of certain plants used in Turkish traditional medicine. *Asian Journal of Plant Science*. 3(1): 104-107 [In Persian].
- [30] Alizadeh Behbahani. B., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Zendeboodi, F., Gholian, M. M. and Vasiee, A. (2013). Effect of aqueous and ethanolic extract of Eucalyptus camaldulensis L. on food infection and intoxication microorganisms "in vitro". *Journal of Paramedical Science*, 4(3):89-99.
- [31] Azarhoosh, Kh., Sharifi, A. and Estiri, S. H. (2017). The effect of sugar substitution with wild persimmon syrup on antioxidant, phenolic component and sensory properties of functional cookie. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(1): 123-131 [In Persian].
- [32] AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [33] Sabanis, D., Tzia, C. and Papadakis, S. (2008). Effect of different raisin juice preparations on selected properties of gluten-free bread. *Food and Bioprocess Technology*, 1(4): 374-383.
- [34] Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. (2006). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: Low temperatures and HPMC addition. *Journal of Food Engineering*, 72: 92-99.
- [35] Kooshali Safari, Z., Ghotbi, M. and Nasirani Roozbeh, L. (2018). The effect of

- involved in cell defence system using cDNA microarray. *Toxicology in vitro*, 22(3):567-81.
- [52] Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Izumi, S. and Hirata, T. (2004). Composition and antifungal activity of essential oils isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum*. *Flavour and Fragrance Journal*. 19(1):62-8.
- [53] Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F. and Leon, J. (2006). Color measurement in L* a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39: 1084-1091.
- [54] Pedreschi, F., Leon, J., Mery, D. and Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39: 1092-1098.
- [55] Romani, S., Rocculi, P., Mendoza, F. and Rosa, M. D. (2009). Image characterization of potato chip appearance during frying. *Journal of Food Engineering*, 93: 487-494.
- [56] Sahin, S. and Sumnu, S. G. (2010). *Advances in deep-fat drying of foods*. CRC press, new York.
- and aflatoxin formation by *Aspergillus Flavus* in culture media and cheese. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 47: 2397-2400.
- [48] Walter, C., Shinwari, Z. K., Afzal, I. and Malik, R. N. (2011). Antibacterial activity in herbal products used in *Pakistan*. *Pak J Bot.* 43:155-62.
- [49] Dulger, B. and Gonuz A. (2004). Antimicrobial activity of certain plants used in Turkish traditional medicine. *Asian Journal of Plant Science*, 3(1):104-7.
- [50] Islam M, Ali E, Saeed MA, Jamshaid M, Khan MTJ. Antimicrobial and Irritant activities of the extracts of *Malva Parviflora* L., *Malvastrum Coromandelianum* L. and *Amaranthus viridis* L.–A Preliminary Investigation. *Pak J Pharmacy*. 2010;20:3-6.
- [51] Hayder, N., Bouhleb, I., Skandrani, I., Kadri, M., Steiman, R. and Guiraud, P. (2008). In vitro antioxidant and antigenotoxic potentials of myricetin-3-o-galactoside and myricetin-3-o-rhamnoside from *Myrtus communis*: modulation of expression of genes



Evaluation of antioxidant activity and antimicrobial effect of *Malva* extract (*Malva sylvestris* L.) in traditional Lahijan cookies (based on wheat-millet flour)

Pourhaji, F.¹, Sahraiyani, B.^{2*}, Haghayegh, Gh.³

1. PhD, Food Science & Technology, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Food Quality and Safety Research Department, ACECR, Khorasan Razavi Branch, Iran.
3. Department of Food Science and Technology, Agricultural Faculty, University of Zabol, Zabol, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received 2020/ 12/ 03 Accepted 2021/ 01/ 26</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Functional cookie, Millet, <i>Malva</i> extract, Antioxidant, Antimicrobial activity.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsct.18.119.243</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: Baharehsahraiyani@yahoo.com</p>	<p>Millet is a rich source of essential amino acids, vitamins and minerals. Also, <i>Malva</i> extract has phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial properties. The purpose of the first part of this study was to investigate the effect of replacing part of wheat flour (0, 15, 30, 45 and 60%) with millet flour in cookies. In this section, technological characteristics (moisture, specific volume, porosity and texture) were evaluated. In the second part, in order to produce functional cookies, antioxidant and microbial activity and sensory properties of the selected sample in the first part were affected by 0, 100, 200, 300, 400 and 500 ppm of <i>Malva</i> extract. The results showed that the sample containing 15% of millet flour was the best cookie of the first part with the highest specific volume (1.73 cm³ / g), porosity (22.1%) and moisture (10.15%) and favorable texture (3.28 N) during two months of storage. The results of the second part showed the total phenol content increased from 1.6 to 53.5 mg / g by increasing <i>Malva</i> extract in the cookie formulation. However, the antioxidant activity of the sample containing 500 ppm of <i>Malva</i> extract increased from 12.1% to 61.2% compared to the control. The samples containing more than 200 ppm of <i>Malva</i> extract didn't have mold and yeast during two months of storage. Also, the samples containing 100 to 300 ppm <i>Malva</i> extract obtained the highest color, texture, odor and taste score in the sensory evaluation. Therefore, samples containing 85% wheat flour, 15% millet flour and 300 ppm of <i>Malva</i> extract can be offered to the bakery industry as a functional cookie.</p>