



مطالعه کارآیی عصاره آبی گلرنگ در جلوگیری از اکسیداسیون چیپس سیب‌زمینی

محمد جواد جانی^۱، سمیه رحیمی^{۲*}، سارا کوهی کمالی^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۲. استادیار، گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری‌های شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران
۳. گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

(تاریخ دریافت: 96/7/18، تاریخ بازنگری: 96/9/25، تاریخ پذیرش: 96/9/27)

چکیده

چیپس سیب‌زمینی یکی از انواع اسنک‌های پرطرفدار میان اقصای مختلف جامعه و به‌خصوص کودکان است که جهت تهیه آن، فرایند سرخ کردن عمیق در دماهای بالا استفاده می‌شود که می‌تواند به بروز واکنش‌های مخرب نظیر اکسیداسیون که یکی از دلایل اصلی فساد شیمیایی چیپس است، منجر شود. از این رو، در این تحقیق به مطالعه اثرات افزودن عصاره آبی گلرنگ در مقادیر 0/5، 1 و 2٪ به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی بر پایداری اکسیداتیو چیپس سیب‌زمینی به دو روش غوطه‌وری و پاششی طی 2 ماه نگهداری پرداخته شد. اندازه‌گیری میزان جذب روغن در چیپس‌ها نشان داد که با افزایش غلظت عصاره گلرنگ، میزان جذب روغن کاهش یافته و از سوی دیگر، عدد پراکسید نیز در نمونه‌ها روند نزولی را طی نمود. پس از گذشت 60 روز نگهداری، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عدد اسیدی به‌ترتیب در نمونه شاهد برابر با $1/06 \pm 0/05$ mg/g و نمونه غوطه‌ور شده در عصاره آبی 2٪ گلرنگ برابر با $0/75 \pm 0/009$ mg/g مشاهده گردید. اثر افزودن عصاره آبی گلرنگ به روش غوطه‌وری و پاششی و هم‌چنین غلظت‌های مختلف آن، بر روی میزان عدد آنیزیدین نیز معنی‌دار بوده ($p < 0/05$)، به نحوی که با افزایش غلظت عصاره، عدد آنیزیدین در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت. نتایج نشان دادند که اگرچه با افزایش مدت زمان نگهداری، عدد اسیدی، عدد پراکسید و عدد آنیزیدین با شیب ملایمی افزایش می‌یابند، ولی می‌توان به‌طور رضایت‌بخشی، از عصاره آبی گلرنگ و روش غوطه‌وری جهت بهبود پایداری اکسیداتیو چیپس سیب‌زمینی طی نگهداری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: چیپس سیب‌زمینی، اکسیداسیون، گلرنگ، عدد آنیزیدین.

1- مقدمه

خاستگاه اولیه گیاه گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. از خانواده *Compositae*. به مناطق شرق دریای مدیترانه بر می‌گردد. این جنس شامل 25 گونه است که از اسپانیا و شمال آفریقا تا هند گسترش پیدا کرده است و مصرف آن به‌عنوان افزودنی غذایی، رنگدانه طبیعی و یا مصارف دارویی به حدود 4000 سال پیش در چین بر می‌گردد [1]. قسمت مورد استفاده گیاه گلرنگ، گلبرگ‌های آن است که تا به امروز ترکیبات بسیاری مانند کوئینوچالکون‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب، استروئیدها، لیگنان‌ها، ترکیبات پلی فنولی و غیره از آن جدا شده اند [2]. گلبرگ‌های گلرنگ در طیف وسیعی از رنگ های سفید، زرد، نارنجی تا قرمز وجود دارند [4] که دارای رنگدانه زرد محلول در آب (30٪)، متشکل از دو رنگدانه اصلی (HSYA) Hydroxy safflor yellow A و Safflor yellow B (SYB) و رنگدانه قرمز نامحلول در آب Cartamin (83٪/0) هستند که از لحاظ شیمیایی جزو چالکون‌ها (C-glucosyl quinochalcone) و زیر شاخه‌ای از فلاونوئیدها می‌باشند [1، 4]. در حال حاضر از رنگدانه زرد گلرنگ در مواد غذایی مثل آب میوه، ماست، دسر، آب نبات، نوشابه، شکلات، ژله و محصولات قنادی استفاده می‌شود [5].

با گسترش استفاده از افزودنی‌های سنتزی در مواد غذایی و بروز اختلالات و عوارض ناشی از مصرف مستمر آن‌ها و در نتیجه به خطر افتادن سلامت افراد به‌ویژه گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه به‌خصوص کودکان و نوجوانان، لزوم جایگزینی و استفاده از افزودنی‌های طبیعی در مواد غذایی نمایان‌تر می‌شود که در این میان ترکیبات موثره استخراج شده از منابع گیاهی بسیار مورد اقبال قرار گرفته‌اند [6]. از آنتی اکسیدان‌های گیاهی با منشاء طبیعی می‌توان به ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها اشاره نمود [7]؛ فلاونوئیدها بازدارنده‌های قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و پراکسید بوده و می‌توانند حتی زمانی که با یون‌های فلزی کمپلکس تشکیل می‌دهند، بر رادیکال‌های آزاد اثر بگذارند. وجود گروه‌های هیدروکسیل در موقعیت‌های 3 و 5 و گروه‌های ارتو دی فنل در ساختار فلاونوئیدها به آن‌ها امکان مهار رادیکال‌های آزاد را طی مراحل اولیه اکسیداسیون

می‌دهد که بدین ترتیب قادرند از پیشرفت اکسیداسیون جلوگیری نمایند [8]. تحقیقات نشان داده‌اند که گلرنگ خاصیت ضد انعقاد، ضد پیری، ضد خستگی، ضد التهاب، ضد درد و هم‌چنین آنتی اکسیدانی دارد [3] که اثر آنتی اکسیدانی رنگدانه زرد آن، مشابه اثر آنتی اکسیدانی اسید کافئیک و اسید آسکوربیک می‌باشد [11]. قابل ذکر است که امروزه استفاده از آنتی اکسیدان‌های سنتزی مانند BHA، BHT و TBHQ در برخی از کشورها ممنوع شده و تحقیقات نشان داده‌اند که BHA و BHT کاملاً فرار بوده و در دماهای بالا تجزیه می‌شوند [9]. از آنجایی که روغن‌ها طی سرخ کردن عمیق در دماهای بالا، دچار واکنش‌های شیمیایی نظیر هیدرولیز، پلیمریزاسیون و اکسیداسیون به‌دلیل حضور اکسیژن و آب ناشی از ماده غذایی می‌شوند [10]، لذا اعمال تمهیداتی که از بروز آن‌ها جلوگیری نماید، ضروری به نظر می‌رسد. اکسیداسیون باعث کاهش خواص تغذیه‌ای غذاهای حاصل از سرخ کردن مانند از بین رفتن اسیدهای چرب ضروری، اسیدهای آمینه ضروری، تخریب ویتامین‌ها و کاهش قابلیت هضم پروتئین‌ها شده و هم‌چنین، تغییراتی را در خواص حسی ماده غذایی نظیر ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ، بافت، بو و طعم ماده غذایی ایجاد می‌نمایند. از سوی دیگر، رادیکال‌های آزاد و اکسیژن فعال تولید شده طی اکسیداسیون، برای سلامتی انسان مضر بوده و موجب بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان و پیری زودرس می‌شوند [9، 11]. چیپس یک نوع اسنک یا میان وعده تهیه شده از برش‌های نازک سیب زمینی محسوب می‌شود که به‌دلیل تغییراتی که در خواص فیزیکی و حسی آن طی فرایند سرخ کردن رخ می‌دهد، جزو محبوب‌ترین تنقلات شور طی 150 سال اخیر بوده است [12، 13]. از آنجایی که در فرایند سرخ کردن عمیق چیپس، میزان چربی از حدود 0/1٪ اولیه در غده سیب زمینی به 40٪ در چیپس آماده شده می‌رسد [14]، ایجاد و توسعه بد طعمی و رنسدیتی در نتیجه اکسیداسیون روغن در طی نگهداری چیپس، یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده کیفی آن محسوب می‌گردد. از این رو، اکسیداسیون به‌عنوان یکی از دلایل اصلی فساد شیمیایی چیپس مطرح است که نتیجه آن رنسدیتی، بد طعمی، تخریب کیفیت تغذیه‌ای، رنگ، طعم، بافت و سلامت چیپس است [15]. طی

کیفیت محصول می‌شود، لذا در این تحقیق سعی بر آن است که از عصاره آبی گلبرگ‌های گیاه گلرنگ با رنگ زرد درخشان و خاصیت آنتی‌اکسیدانی که از ساختار فلاونوئیدی آن نشأت می‌گیرد، جهت پایداری اکسیداتیو چیپس سیب زمینی و افزایش مدت زمان ماندگاری آن استفاده شود.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

در این تحقیق از گلبرگ‌های خشک گلرنگ تهیه شده از شرکت آدنیس گل دارو (ایران)، سیب زمینی (رقم آگریا) خریداری شده از کشت و صنعت اردبیل (ایران) و روغن سرخ کردنی پالم اولئین (گل بهار پارسیان، ایران) استفاده شد. در ضمن، تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده نیز از شرکت Mreck (آلمان) خریداری گردیدند.

2-2- تهیه نمونه‌های چیپس سیب زمینی

نمودار جریان تهیه نمونه‌های چیپس سیب زمینی در این پژوهش در شکل (1) نشان داده شده است؛ بدین ترتیب که سیب زمینی‌های سالم، یکدست و حتی الامکان با اندازه یکسان، انتخاب، شسته، پوست گیری و سپس با استفاده از دستگاه برش زن صنعتی Ypto، مدل EB12، ساخت کشور آمریکا، به ورقه‌هایی به ضخامت 1/3 mm برش داده شدند. جهت آنزیم بری، ورقه‌ها به مدت 5 min در معرض دمای 85 °C تیمار و سپس در روغن با دمای حدود 180 °C به مدت 4 min سرخ شدند [26]. سپس، در روش پاششی، عصاره گلرنگ بر روی چیپس‌های سیب زمینی سرخ شده، پاشش و نمونه‌ها، در آون Ghouse ساخت کشور آلمان، با دمای 100 °C به مدت 5 min خشک شدند. در روش غوطه‌وری، ورقه‌های سیب زمینی قبل از سرخ کردن، به مدت حداقل 3 min در عصاره گلرنگ در دمای اتاق، غوطه‌ور شده و پس از خشک شدن در دمای 100 °C و به مدت 5 min، در روغن سرخ شدند. نمونه‌های نهایی چیپس مطابق با جدول (1)، کدگذاری گردیده و پس از خنک شدن در بسته‌های غیرشفاف از جنس پلی اتیلن بسته بندی و در دمای محیط تا 60 روز نگهداری شدند. لازم به توضیح است که از عصاره آبی گلرنگ در غلظت‌های

سرخ کردن ورقه‌های سیب زمینی، تغییرات پیچیده دیگری از جمله تغییرات فیزیکی (افزایش گرانشی، چگالی، افزایش تیرگی، تمایل به ایجاد کف، کاهش نقطه دود، کاهش کشش سطحی)، شیمیایی (افزایش عدد پراکسید، افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد، افزایش ترکیبات با وزن مولکولی بالا، کاهش پایداری روغن، کاهش میزان ترکیبات غیر اشباع) و ارگانولپتیکی (کاهش طعم و مزه) نیز در روغن مصرفی روی می‌دهند که اثر مستقیمی بر کیفیت و سلامت چیپس طی مدت زمان نگهداری دارند [16].

تاکنون محققان مختلفی به بررسی اثرات افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی بر پایداری اکسیداتیو چیپس سیب زمینی پرداخته‌اند؛ لولوس و همکاران اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پونه کوهی در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ [17]، لالاس و دورتوگلو اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره رزماری [18]، رحمان اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پوسته بادام زمینی در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT [19] و ژانگ و همکاران نیز اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ بامبو [20] را همگی بر پایداری اکسیداتیو چیپس سیب زمینی مورد مطالعه قرار داده و نتایج تمامی آن‌ها حاکی از توانایی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در حفاظت از چیپس و جلوگیری از اکسیداسیون طی نگهداری بود. از جمله پژوهش‌هایی که تاکنون در مورد گلرنگ صورت گرفته، می‌توان به ارزیابی اثرات درمانی عصاره هیدروالکلی گلرنگ بر قند خون و لیپید موش صحرائی دیابتی [21]، بررسی پایداری دمایی رنگدانه‌های زرد و قرمز گلرنگ در دماها و pHهای مختلف [5]، مطالعه اثر نوع حلال بر استخراج ترکیبات پلی فنلی و فلاونوئیدها از گلبرگ‌های گلرنگ [22]، بررسی پایداری نوری رنگدانه زرد گلرنگ در فاز مایع و یا جامد طی نگهداری [23]، تعیین اثر بازدارندگی رنگدانه زرد گلرنگ در مهار آنزیم تیروزیناز (عامل قهوه‌ای شدن میوه و سبزی) [24] و استخراج رنگدانه‌های گلرنگ توسط سامانه مافوق صوت [25] اشاره نمود.

بدین ترتیب، از آنجایی که چیپس جزء تنقلاتی است که ممکن است چندین ماه بعد از تولید آن مصرف شود و اکسیداسیون روغن نیز در آن امری غیرقابل اجتناب است که منجر به ایجاد بوی ماندگی، طعم تند و در نتیجه افت

جدول (1) نمونه‌های چیپس سیب زمینی تهیه شده در این تحقیق

Table 1 The potato chips samples prepared in this research

غلظت عصاره گلرنگ (%) Safflowers extract concentration (%)	زمان افزودن عصاره گلرنگ The time of adding safflower extract	کد چیپس Chips code
-	-	C0 (شاهد)(control)
0.5	بعد از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش پاششی) After frying of potato slices (spraying method)	C1
1	بعد از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش پاششی) After frying of potato slices (spraying method)	C2
2	بعد از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش پاششی) After frying of potato slices (spraying method)	C3
0.5	قبل از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش غوطه‌وری) before frying of potato slices (immersion method)	C4
1	قبل از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش غوطه‌وری) before frying of potato slices (immersion method)	C5
2	قبل از سرخ کردن برش های سیب زمینی (روش غوطه‌وری) before frying of potato slices (immersion method)	C6

0/5، 1 و 2٪ در نمونه‌های چیپس استفاده شد که جهت

استخراج، در ابتدا مقدار لازم از گلرنگ آسیاب شده، توزین و در 100 mL آب مقطر به مدت 2 ساعت خیس خورده و هم زده شدند؛ سپس برای جداسازی عصاره که حاوی رنگدانه‌های زرد گلرنگ می‌باشد، مخلوط فوق را از صافی (مش 200) عبور داده و درون ظروف تیره در بسته جمع آوری گردید [17].

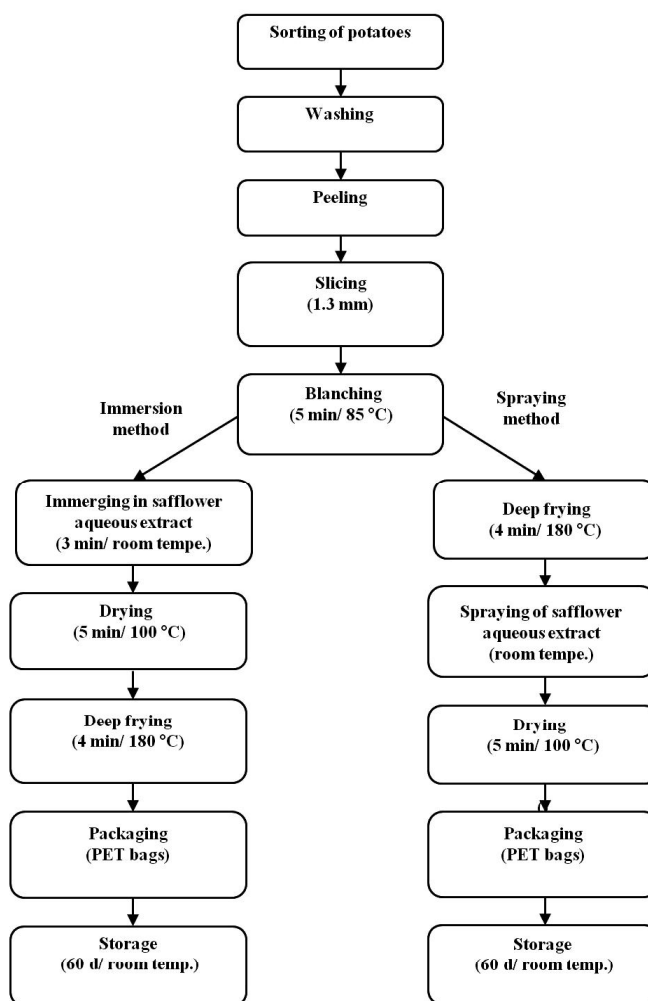
$$\text{جذب روغن (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \quad (1)$$

2-4- استخراج روغن به روش سرد در چیپس سیب زمینی

جهت انجام آزمایش‌های پایداری اکسیداتیو لازم است که در ابتدا روغن به روش سرد استخراج شود. لذا، مقدار 50 g چیپس، خرد شده و پس از توزین، حلال نرمال-هگزان به‌طوری که کاملاً سطح نمونه را بپوشاند، به آن اضافه گردید. این مخلوط، بدون اعمال حرارت، هم خورده و سپس برای مدت زمانی ساکن باقی ماند تا فاز مایع شفاف گردد. سپس، فاز مایع با کاغذ صافی از فاز جامد جدا و حذف حلال از روغن استخراج شده با کمک دستگاه تبخیر کننده چرخان تحت خلاء Laborota 4001، ساخت کشور آلمان و در دمای 50-55 °C انجام گرفت. روغن استخراج شده در شیشه‌های تیره رنگ جمع‌آوری و جهت آزمون‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت [28].

2-3- اندازه‌گیری میزان جذب روغن در چیپس سیب زمینی

جهت اندازه‌گیری میزان جذب روغن در نمونه‌های چیپس از روش سوکسله استفاده شد. بدین منظور، حدود 10 g از چیپس خرد شده توزین و داخل کاغذ صافی ریخته و سپس به درون کارتوش دستگاه سوکسله Heraeus ساخت کشور آمریکا، منتقل شد. از نرمال-هگزان به‌عنوان حلال و اعمال حرارت استفاده شد که پس از حدود 4 ساعت گردش حلال درون نمونه‌ها، حلال حاوی روغن، جمع‌آوری و پس از تبخیر حلال، مقدار روغن جذب شده توزین و محاسبه گردید. در رابطه زیر، W_1 و W_2 به‌ترتیب نشان دهنده وزن چیپس و کاغذ صافی قبل



شکل (1) نمودار جریان تهیه نمونه‌های چیپس سیب زمینی در این پژوهش

Fig. 1 The flow diagram of potato chips preparation in this research

5-2- اندازه‌گیری عدد اسیدی در چیپس سیب زمینی

گردید:

$$\text{عدد اسیدی (mg/g)} = \frac{28.2 \times N \times V}{W} \quad (2)$$

در رابطه فوق، N: نرمالیتة سود مصرفی، V: حجم سود مصرفی (بر حسب میلی لیتر) و W: وزن نمونه روغن (بر حسب g) هستند [29].

6-2- اندازه‌گیری عدد پراکسید در چیپس سیب

زمینی

عدد پراکسید روغن پالم اولئین و نمونه‌های چیپس، طی

عدد اسیدی عبارت است از mg هیدروکسید پتاسیم یا سدیم مورد نیاز جهت خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک g نمونه که در این پژوهش، برای ارزیابی کیفیت روغن سرخ کردنی مورد استفاده (پالم اولئین) و هم چنین روغن استخراج شده به روش سرد از نمونه‌های چیپس، طی زمان‌های صفر، 30 و 60 روز نگهداری در دمای محیط اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقدار 3 g از روغن توزین و سپس 30 mL اتانول-بنزن خنثی شده و 2 mL معرف فنل فتالئین به آن افزوده شد. این ترکیب با محلول سود 0/1 N تا پیدایش رنگ صورتی کمرنگ و ثابت تیترا شده و مقدار آن با استفاده از رابطه زیر محاسبه

زمان‌های صفر، 30 و 60 روز نگهداری در دمای محیط اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقدار 1 g از روغن استخراج شده از چیپس به روش سرد توزین و در 30 mL از مخلوط اسید استیک 96٪ و کلروفرم به نسبت 2 : 3 (V:V) محلول گردید. سپس 0/5 mL محلول اشباع یدید پتاسیم به آن اضافه و به مدت 60 s به شدت تکان داده شد که با 30 mL آب مقطر رقیق گردید. ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم 0/01 M تیترا شده و قبل از رسیدن به نقطه پایانی تیتراسیون (محو شدن رنگ زرد)، حدود 0/5 mL محلول نشاسته 0/01 به آن اضافه و تیتراسیون تا محو شدن رنگ آبی ادامه یافت. عدد پراکسید با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد که در آن،

$$\text{عدد آنیزیدین} = \frac{V \times [1.2 \times (A_1 - A_2 - A_0)]}{W} \quad (4)$$

در نهایت عدد آنیزیدین با جایگذاری در رابطه فوق محاسبه شد که در آن V، حجمی که در آن نمونه حل شده بر حسب mL (معادل 25 mL)، A_1 میزان جذب محلول آزمون واکنش یافته، A_2 میزان جذب محلول آزمون واکنش نیافته، A_0 ، میزان جذب محلول شاهد و W، وزن نمونه بر حسب g هستند [29].

2-8- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این پژوهش کلیه آزمون‌ها حداقل در 3 تکرار انجام شدند و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه 16 و روش تجزیه واریانس (ANOVA) یکطرفه استفاده شد که در صورت معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

3- نتایج و بحث

3-1- بررسی ویژگی‌های اکسیداتیو روغن سرخ‌کردنی

روغن پالم اولئین مورد استفاده جهت سرخ کردن چیپس‌های سیب زمینی در این تحقیق، دارای عدد پراکسید $0/011 \pm 0/003\%w$ و عدد اسیدی $0/720 \pm 0/002 \text{ mEq O}_2/\text{kg}$ بر حسب اسید اولئیک، بود که مطابق با استاندارد ملی ایران برای روغن‌های سرخ‌کردنی، مقدار این شاخص‌ها باید کم‌تر از

زمان‌های صفر، 30 و 60 روز نگهداری در دمای محیط اندازه‌گیری شد. بدین منظور، مقدار 1 g از روغن استخراج شده از چیپس به روش سرد توزین و در 30 mL از مخلوط اسید استیک 96٪ و کلروفرم به نسبت 2 : 3 (V:V) محلول گردید. سپس 0/5 mL محلول اشباع یدید پتاسیم به آن اضافه و به مدت 60 s به شدت تکان داده شد که با 30 mL آب مقطر رقیق گردید. ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم 0/01 M تیترا شده و قبل از رسیدن به نقطه پایانی تیتراسیون (محو شدن رنگ زرد)، حدود 0/5 mL محلول نشاسته 0/01 به آن اضافه و تیتراسیون تا محو شدن رنگ آبی ادامه یافت. عدد پراکسید با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد که در آن،

W ، N ، V ، به ترتیب بیانگر غلظت محلول تیوسولفات سدیم (بر حسب M)، تفاضل حجم محلول تیوسولفات مصرفی جهت نمونه مورد آزمون و شاهد (بر حسب mL) و وزن نمونه (بر حسب g) هستند (29، 30).

$$\text{عدد پراکسید} (\text{mEq O}_2/\text{kg}) = \frac{1000 \times N \times V}{W} \quad (3)$$

2-7- اندازه‌گیری عدد آنیزیدین در چیپس سیب زمینی

اندازه‌گیری عدد آنیزیدین روشی برای تعیین مقدار آلدئیدها در روغن‌ها و چربی‌ها طی اکسیداسیون می‌باشد که در فواصل زمانی 30 روزه برای نمونه‌های چیپس اندازه‌گیری شد. جهت تهیه محلول واکنشگر آنیزیدین، با توجه به سمیت آن و زمان محدود انجام آزمون در این روش، حداقل مقدار مورد نیاز برای آزمون، یعنی 0/125 g پارا-آنیزیدین در بالن 50 mL توزین شده و در اسید استیک حل و به حجم رسانده شد. سپس مقدار 5 g از روغن استخراج شده در بالن 25 mL توزین شده و با ایزو اکتان به حجم رسانده شد. جهت تهیه محلول آزمون واکنش نیافته (A_2)، 5 mL از این محلول به لوله آزمایش منتقل شده و 1 mL اسید استیک به آن افزوده شده، درب آن بسته و به خوبی تکان داده شد. هم‌چنین جهت تهیه محلول آزمون واکنش یافته (A_1)، 5 mL دیگر از محلول مورد آزمون به لوله آزمایش منتقل و 1 mL واکنشگر آنیزیدین به آن افزوده شده، درب آن بسته و به خوبی تکان داده شد.

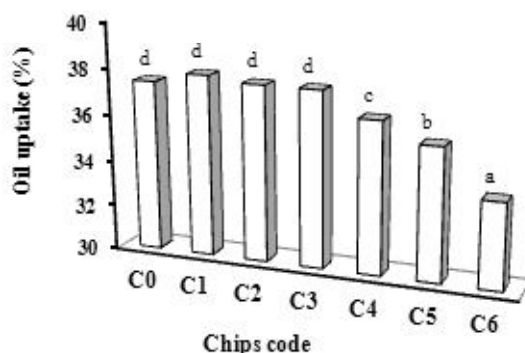
کاهش جذب روغن در چیپس سیب زمینی داشتند دریافتند که این ترکیبات قادرند باعث کاهش جذب روغن در چیپس سیب زمینی شوند [33].

برای عدد پراکسید و $0/07\%w$ ، بر حسب اسید اولئیک، برای عدد اسیدی باشد [31]؛ لذا روغن سرخ کردنی مورد استفاده دارای ویژگی‌های اکسیداتیو مناسبی بوده است.

2-3- بررسی اثر متغیرها بر میزان جذب روغن چیپس سیب زمینی

مطابق با نمودار شکل (2)، میزان جذب روغن در نمونه‌های پاششی و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند در حالی که در نمونه‌های غوطه‌وری با افزایش غلظت عصاره گلرنگ، میزان جذب روغن کاهش پیدا کرد که دلیل آن را می‌توان تا حدودی به خاصیت ممانعت‌کنندگی این عصاره از خروج رطوبت و ورود روغن به داخل ورقه‌های چیپس دانست به طوری که اختلاف میزان جذب روغن در نمونه چیپس شاهد (C0) با نمونه C6، نمونه غوطه‌ور شده در عصاره گلرنگ با غلظت $2/4\%$ ، به حدود 4% بالغ می‌شود که بسیار قابل توجه است. در مطالعه‌ای که علی پور و همکاران بر روی اثر پوششی کاراگینان در کاهش جذب روغن در چیپس سیب زمینی و خلال نیمه سرخ شده انجام دادند، دریافتند که استفاده از کاراگینان به‌عنوان پوششی در کاهش جذب روغن چیپس موثر بود [32] که علیرغم این مساله که در این تحقیق هدف از افزودن گلرنگ به چیپس، بررسی اثرات پوشش دهی آن نبوده است، ولی با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. هم‌چنین در تحقیقی که دارائی گرمه‌خانی و مقصودلو بر روی تاثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی سلولز، زانتان، گوار و کتیرا بر

افزایش عدد اسیدی روغن در حین حرارت دهی و نگهداری، مربوط به هیدرولیز تری گلیسریدها می‌باشد [34]. بنابراین هیدرولیز تری گلیسریدها منشا اصلی اسیدهای چرب آزاد است، هرچند امکان دارد مقادیر اندکی نیز بر اثر واکنش‌های اکسایشی به وجود آید. هم‌چنین در ادامه روند اکسیداسیون، اسیدهای چرب به آلدهیدها و کتون‌ها تبدیل می‌شوند که باعث افزایش عدد اسیدی در نمونه‌ها خواهد شد [35]. همان‌طور که در جدول (2) مشخص است، اثر افزودن عصاره آبی گلرنگ و غلظت‌های مختلف آن بر روی میزان عدد اسیدی در نمونه‌هایی که به صورت غوطه‌وری تهیه شده بودند، معنی‌دار است ($p < 0/05$) که علت این نتیجه می‌تواند به سبب حضور عصاره گلرنگ در حین فرایند سرخ کردن و حرارت دهی باشد که با جلوگیری از خروج رطوبت از ورقه‌های سیب زمینی و ممانعت از بروز هیدرولیز تری گلیسریدها، از افزایش عدد اسیدی جلوگیری نموده است. از سوی دیگر خاصیت ضد اکسیداسیونی عصاره گلرنگ نیز مطرح است که با افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ (در نتیجه افزایش میزان رنگدانه‌های زرد)، مقدار عدد اسیدی کاهش یافته است. جوکار و همکاران در بررسی تاثیر



شکل (2) نمودار میزان جذب روغن در نمونه‌های چیپس سیب زمینی بلافاصله پس از تهیه (روز صفر) (کدهای نمونه‌ها مطابق با جدول 1 هستند). حروف متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح اطمینان 95% است ($p < 0/05$).

Fig. 2 The oil uptake of potato chips samples immediately after preparation (day 0) (the sample codes are according to Table 1). Different letters show significant difference in 95% of confidence level ($p < 0.05$).

جدول (2) مقدار عدد اسیدی (mg/g) نمونه‌های چیپس سیب زمینی طی 60 روز نگهداری در دمای محیط

Table 2 The acid value (mg/g) of potato chips samples during 60 days storage at room temperature

روز 60 Day 60	روز 30 Day 30	روز صفر Day 0	تیمار Chips code
1.06±0.05 ^d	0.94±0.00 ^e	0.45±0.00 ^d	C0
1.03±0.01 ^d	0.84±0.00 ^d	0.45±0.00 ^d	C1
1.03±0.01 ^d	0.84±0.00 ^d	0.45±0.00 ^d	C2
1.03±0.01 ^d	0.84±0.00 ^d	0.45±0.00 ^d	C3
0.94±0.01 ^c	0.70±0.01 ^c	0.42±0.00 ^c	C4
0.84±0.01 ^b	0.65±0.01 ^b	0.40±0.00 ^b	C5
0.75±0.01 ^a	0.61±0.01 ^a	0.39±0.00 ^a	C6

داده‌ها میانگین حداقل 3 تکرار هستند (انحراف معیار ± میانگین). حروف متفاوت کنار اعداد در هر ستون نشان دهنده معنی دار بودن تیمارها در سطح اطمینان 95% است ($p < 0.05$). The data are resulted from at least 3 repetitions (mean±SD). Different letters at each column show significant difference in 95% of confidence level ($p < 0.05$).

تازه باید کم‌تر از 5 بر اساس روش لی و واحد $\text{mEq O}_2/\text{kg}$ و یا کم‌تر از 10 بر اساس واحد بین المللی باشد [30]. مطابق با جدول (3)، اثر تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق بر عدد پراکسید معنی‌دار بوده ($p < 0.05$) و میزان محتوای پراکسید نمونه‌ها در طی زمان انجام تحقیق، افزایش یافته است.

مقدار عدد پراکسید روغن پالم اولئین مورد استفاده در این تحقیق برابر با $0.72 \pm 0.00 \text{ mEq O}_2/\text{kg}$ بوده است که پس از کاربرد به حدود $4.75 \pm 0.04 \text{ mEq O}_2/\text{kg}$ در نمونه شاهد پس از 60 روز نگهداری رسیده است در حالی که پس از 60 روز کم‌ترین مقدار آن در نمونه C6، مشاهده شد ($2.03 \pm 0.10 \text{ mEq O}_2/\text{kg}$). از سوی دیگر، با افزایش غلظت عصاره گلرنگ، مقدار عدد پراکسید در نمونه‌ها کاهش یافت که دلیل آن را می‌توان به اثر ضد اکسیداسیونی رنگدانه‌های زرد موجود در عصاره آبی گلرنگ که ساختار فنولی و فلاونوئیدی دارند، نسبت داد [2]. به‌طور کلی، نمونه‌های غوطه‌وری عدد پراکسید کم‌تری را از نمونه‌های پاششی و نمونه شاهد نشان دادند که دلیل آن را می‌توان به حضور عصاره گلرنگ در این نمونه‌ها، حین فرایند سرخ کردن نسبت داد به‌طوری که ترکیبات فلاونوئیدی موجود در این عصاره به دلیل داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی و دادن اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد تولید شده در حین فرایند، از پیشرفت اکسیداسیون جلوگیری نموده، در حالی که در نمونه‌های پاششی تاثیر خاصیت ضد اکسیداسیونی این عصاره، فقط در زمان نگهداری و تنها روی سطح می‌تواند موثر باشد. در تحقیقی که رحمان

پوشش‌های هیدروکلونیدی پکتین، آلزینات سدیم و کربوکسی متیل سلولز بر چیپس سیب زمینی دریافتند که این پوشش‌ها با جلوگیری از خارج شدن رطوبت بیش از حد از ورقه‌های سیب زمینی، مانع بالا رفتن عدد اسیدی در تیمارها نسبت به نمونه شاهد می‌شوند [26]. قابل توجه است که پاشش عصاره آبی گلرنگ پس از سرخ شدن ورقه‌های چیپس بر روی آن‌ها، نمونه‌های C1، C2 و C3، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشته است ($p > 0.05$) اگر چه عدد اسیدی کم‌تری در نمونه‌های پاششی مشاهده گردید.

از سوی دیگر، مشخص است که با گذشت مدت زمان نگهداری، میزان عدد اسیدی در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت و پس از گذشت 2 ماه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عدد اسیدی به ترتیب در نمونه شاهد ($1.06 \pm 0.05 \text{ mg/g}$) و نمونه C6، نمونه غوطه‌ور شده در عصاره آبی 2٪ گلرنگ، ($0.75 \pm 0.01 \text{ mg/g}$) مشاهده گردید که البته نشان دهنده اثر قابل توجه عصاره گلرنگ در جلوگیری از اکسیداسیون در چیپس طی نگهداری می‌باشد.

3-4- بررسی اثر متغیرها بر عدد پراکسید چیپس سیب زمینی

عدد پراکسید به‌عنوان شاخص محصولات اولیه اکسیداسیون که هیدروپراکسیدها می‌باشند، شناخته شده و نشان دهنده مراحل اولیه تغییرات اکسیداتیو در ماده غذایی است [34] و لذا شاخص بسیار مهمی در تعیین فساد در فراورده‌های چرب محسوب می‌گردد. مقدار عدد پراکسید در روغن و مواد چرب

جدول (3) مقدار عدد پراکسید (mEq O₂/kg) نمونه‌های چیپس سیب زمینی طی 60 روز نگهداری در دمای محیط

Table 3 The peroxide value (mEq O₂/kg) of potato chips samples during 60 days storage at room temperature

روز 60 Day 60	روز 30 Day 30	روز صفر Day 0	تیمار Chips code
4.75±0.04 ^d	4.50±0.10 ^f	2.50±0.10 ^c	C0
4.53±0.15 ^{cd}	4.03±0.15 ^e	2.52±0.04 ^c	C1
4.20±0.17 ^c	3.50±0.10 ^d	2.50±0.10 ^c	C2
4.20±0.10 ^c	3.48±0.23 ^d	2.46±0.06 ^c	C3
3.40±0.40 ^b	3.03±0.15 ^c	2.03±0.05 ^b	C4
3.06±0.11 ^b	2.43±0.11 ^b	1.53±0.15 ^a	C5
2.03±0.10 ^a	1.76±0.10 ^a	1.50±0.10 ^a	C6

داده‌ها میانگین حداقل 3 تکرار هستند (انحراف معیار ± میانگین). حروف متفاوت کنار اعداد در هر ستون نشان دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح اطمینان 95% است ($p < 0/05$). The data are resulted from at least 3 repetitions (mean±SD). Different letters at each column show significant difference in 95% of confidence level ($p < 0.05$).

نحوی که با افزایش غلظت عصاره گلرنگ، عدد آنیزیدین در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت و در تمامی روزهای مورد بررسی، کم‌ترین مقدار آن در نمونه C6 و بیش‌ترین مقدار در نمونه شاهد مشاهده گردید. نتایج نشان دادند که با افزایش مدت زمان نگهداری، عدد آنیزیدین افزایش می‌یابد (جدول 4) که دلیل آن می‌تواند مرتبط با تبدیل ترکیبات اولیه اکسیداسیون به ترکیبات ثانویه آن در طول 60 روز نگهداری باشد به نحوی که این افزایش در فاصله زمانی صفر تا 30 روز بیش‌تر از 30 تا 60 روز است که نشان دهنده شدت افزایش تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون طی مراحل اولیه نگهداری می‌باشد. در پژوهشی که هوهولا و اوروپولو بر روی پایداری اکسیداتیو چیپس سیب زمینی طی نگهداری انجام دادند، دریافتند که در طول مدت زمان نگهداری، عدد آنیزیدین در تمامی نمونه‌ها به‌طور خطی افزایش یافت و دلیل آن را افزایش تولید ترکیبات ثانویه اکسیداسیون دانستند [37]، که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. از سوی دیگر، نمونه‌های تهیه شده به روش غوطه‌وری، عدد آنیزیدین کم‌تری را از نمونه‌های پاششی نشان داد، که دلیل آن را می‌توان به حضور عصاره گلرنگ در فرایند سرخ کردن در نمونه‌های غوطه‌وری مرتبط دانست؛ با توجه به این که ترکیبات ثانویه اکسیداسیون مشتق شده از ترکیبات اولیه بوده و ترکیبات اولیه بیش‌تر در حین فرایند تولید و در ابتدای نگهداری محصول تشکیل می‌شوند، لذا حضور مستقیم عصاره گلرنگ در این مراحل، با کاهش دادن تولید محصولات اولیه، در نهایت باعث کاهش تولید محصولات ثانویه مانند آلدهیدها

بر روی بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره پوست بادام زمینی بر روی شاخص پراکسید چیپس سیب زمینی انجام داد، نتیجه گیری نمود که با افزایش درصد عصاره پوست بادام زمینی، عدد پراکسید در طول 6 ماه نگهداری، کاهش چشمگیری یافت [19]. بنسبمیرا و همکاران نیز با بررسی ویژگی‌های اکسیداتیو روغن حاوی عصاره آویشن طی تیمار حرارتی، نشان دادند که نمونه بدون آویشن میزان پراکسید بالاتری را نسبت به روغن حاوی آویشن داشت [36]. هم‌چنین، عشقی و همکاران با بررسی اثر آنتی اکسیدانی کورکومین زردچوبه بر روغن سویا، دریافتند که با افزایش غلظت کورکومین اثر آنتی اکسیدانی آن افزایش و در نتیجه عدد پراکسید کاهش یافت [6] که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

3-5- بررسی اثر متغیرها بر عدد آنیزیدین چیپس سیب زمینی

عدد آنیزیدین جهت سنجش تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون مانند آلدهیدها، کتون‌ها و آنیدریدها از اسیدهای چرب غیر اشباع به‌کار می‌رود که می‌تواند بر روی طعم مواد غذایی سرخ شده به شدت تاثیر گذار باشد. هرچه میزان این اندیس کم‌تر باشد نشان دهنده این است که میزان اکسیداسیون ثانویه کم‌تر بوده است [34]. مطابق با داده‌های به‌دست آمده، اثر افزودن عصاره آبی گلرنگ به‌صورت غوطه‌وری و یا پاششی و هم‌چنین غلظت‌های مختلف آن‌ها بر روی میزان عدد آنیزیدین در سطح اطمینان 95٪ معنی‌دار بوده است ($p < 0/05$)؛ به

جدول (4) مقدار عدد آنیزیدین نمونه‌های چیپس سیب زمینی طی 60 روز نگهداری در دمای محیط

Table 4 The anisidine value of potato chips samples during 60 days storage at room temperature

روز 60 Day 60	روز 30 Day 30	روز صفر Day 0	تیمار Chips code
2.85±0.06 ^d	2.75±0.02 ^b	1.50±0.10 ^d	C0
2.78±0.06 ^d	2.66±0.04 ^b	1.28±0.10 ^c	C1
2.77±0.06 ^d	2.48±0.04 ^{ab}	1.28±0.10 ^c	C2
2.50±0.06 ^c	2.31±0.21 ^{ab}	1.13±0.10 ^{bc}	C3
2.54±0.06 ^c	2.16±0.14 ^a	1.04±0.10 ^{ab}	C4
2.22±0.06 ^b	2.07±0.21 ^a	0.97±0.10 ^{ab}	C5
2.07±0.06 ^a	2.04±0.52 ^a	0.93±0.10 ^a	C6

داده‌ها میانگین حداقل 3 تکرار هستند (انحراف معیار ± میانگین). حروف متفاوت کنار اعداد در هر ستون نشان دهنده معنی دار بودن تیمارها در سطح اطمینان 95% است ($p < 0.05$). The data are resulted from at least 3 repetitions (mean±SD). Different letters at each column show significant difference in 95% of confidence level ($p < 0.05$).

که در این پژوهش از آن به دو روش پاششی و غوطه‌وری در راستای افزایش پایداری چیپس سیب زمینی در برابر اکسیداسیون طی نگهداری استفاده شد. مطابق با نتایج حاصل شده، استفاده از این عصاره می‌تواند باعث کاهش جذب روغن، عدد اسیدی، عدد پراکسید و عدد آنیزیدین، به‌خصوص در نمونه‌های تهیه شده به روش غوطه‌وری گردد؛ لذا پیشنهاد می‌شود در راستای کاربرد این عصاره در چیپس، طی تحقیقات آتی، ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در آن مورد بررسی و شناسایی واقع شوند.

و کتون‌ها خواهد شد، در حالی که در نمونه‌های پاششی این تاثیر فقط می‌تواند در زمان نگهداری صورت گیرد.

4- نتیجه‌گیری

به‌دلیل تمایل مصرف کنندگان به مصرف غذاهای سالم و مغذی، امروزه کاربرد ترکیبات با منشاء طبیعی در بهبود ویژگی‌های کیفی فراورده‌های غذایی گسترش قابل توجهی یافته است. عصاره آبی گلرنگ به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فلاونوئیدی، نقش آنتی اکسیدانی برجسته‌ای دارد

منابع

- [4] Machewad, G.M., Ghatge, P., Chappalwar, V., Jadhav, B. Chappalwar, A. (2012). Studies on extraction of safflower pigments and its utilization in ice cream. *Food Process. Tech.*, 3, 172–175.
- [5] Yoon, J.M., Cho, M.H., Park, J.E., Kim, Y.N., Hahn, T.R., Paik, Y.S. (2003). Thermal stability of the pigments hydroxy safflor yellow A, safflor yellow B, and precarthamin from safflower (*Carthamus tinctorius*). *Food Chem. Tox.*, 839–843.
- [6] عشقی، ن.؛ حسینی، ف.؛ خداپرست، م.؛ بلوریان، ش. (1392) مقایسه کارایی آنتی اکسیدانی کورکومین زرد چوبه
- [1] Yue, S.H., Tang, Y., Li, S.H., Dung, J. (2013). Chemical and biological properties of quinochalcone C-glycosides from the flowres of *Carthamus tinctorius*. *Molecules.*, 18 (12), 15220–15254.
- [2] Suleimanov, T. (2004). Phenolic compounds from *Carthamus tinctorius*. *Chem. Nat. Comp.*, 40, 13–15.
- [3] Zhou, X., Tang, L., Xu, Y., Zhou, G., Wang, N.Z. (2014). Towards a better understanding of medicinal uses of *Carthamus tinctorius* L. in traditional Chinese medicine: A phytochemical and pharmacological review. *J. Ethnopharmacol.*, 151, 27–43.

- fish (*Catla catla*) frying on the quality characteristics of sunflower oil. *Food Chem.*, 106(2), 634–639.
- [16] بلوریان، ش.؛ گلی موحد، غ.؛ افشاری، م.؛ مدد نوعی، ف.؛ کرمی، ف. (1389) بررسی مقاومت حرارت و کارایی مخلوط روغن پالم اولئین و کلزا در سرخ کردن چیپس سیب زمینی. *مجله پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد 3، شماره 1، ص 31-46.
- [17] Lolos, M., Oreopoulou, V., Tzia, C. (1999). Oxidative stability of potato chips: effect of frying oil type, temperature and antioxidants. *J. Sci. Food Agr.*, 79(11), 1524–1528.
- [18] Lalas, S., Dourtoglou, V. (2003). Use of rosemary extract in preventing oxidation during deep-fat frying of potato chips. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 80(6), 579–583.
- [19] Rehman, Z. (2003). Evaluation of antioxidant activity of methanolic extract from peanut hulls in fried potato chips. *Plant Food Hum. Nutr.*, 58, 75–83.
- [20] Zhang, Y.U., Chen, J., Xiaoling, Z., Xiaoqin, W., Zhang, Y. (2007). Addition of antioxidant of bamboo leaves (AOB) effectively reduces acrylamide formation in potato crisps and french fries. *J. Agr. Food Chem.*, 55, 523–528.
- [21] رحیمی، پ.؛ عسگری، ص.؛ مدنی، ح.؛ محزونی، پ. (1388) اثر عصاره هیدروالکلی گل گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در کاهش قند خون در موش‌های صحرایی دیابتی شده با آلوکسان. *فصلنامه دانش و تندرستی*، جلد 4، شماره 2، ص 1-5.
- [22] Salem, N., Msaada, K., Hamdaoui, G., Limam, F., Marzouk, B. (2011). Variation in Phenolic Composition and Antioxidant Activity during Flower Development of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 59, 4455–4463.
- [23] Shin, Y., Yoo, D. (2012). Storage stability and color reproducibility of yellow and red dyes extracted from *Carthamus tinctorius* L. *Textile Color Finish.*, 24 (3), 165–172.
- با آنتی اکسیدان‌های طبیعی و سنتزی در سیستم مدل غذایی (روغن سویا). *مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، جلد 5، شماره 1، ص 13-22.
- [7] Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F., Hafezi, S. (2008). Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turk J. Biol.*, 32, 43–49.
- [8] سلمانیان، ش.؛ صادقی ماهونک، ع.؛ اعلمی، م.؛ قربانی، م. (1392) ارزیابی فعالیت ضد رادیکالی، آنتی اکسیدانی و تعیین ترکیبات فلاونوئیدی میوه ولیک (*Crataegus elbursensis*). *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد 8، شماره 1، ص 177-185.
- [9] Womeni, H.M., Dejjkeng, F.T., Anjaneyulu, B., Karuna, M.S.L., Prasad, R.B.N., Linder, M. (2016). Oxidative stabilization of RBD palm olein under forced storage conditions by old Cameroonian green tea leaves methanolic extract. *J. Soc. Nutr. Food Sci.*, 3, 33–40.
- [10] Choe, E., Min, D.B. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. *J. Food Sci.*, 72 (5), 77–86.
- [11] صداقت بروجنی، ل.؛ حجت الاسلامی، م.؛ کرامت، ج.؛ قاسمی پیربلوطی، ع. (1391). اثر آنتی اکسیدانی اسانس میوه گلپر برفی (*Heracleum lasiopetalum* Boiss) بر خواص شیمیایی چیپس سیب زمینی. *داروهای گیاهی*، جلد 3، شماره 4، ص 256-249.
- [12] Pedreschi, F., Moyano, P. (2004). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *Food Sci Tech.*, 38, 599–604.
- [13] Pedreschi, F., Leon, J., Mery, D., Moyano, P. (2006). Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Res Int.*, 39, 1092–1098.
- [14] Gamble, M.H., Rice, P. (1988). The effect of slice thickness on potato crisp yield and composition. *J Food Eng.*, 8, 31–46.
- [15] Manral, M., Pandey, M.C., Jayathilakan, K., Radhakrishna, K., Bawa, A.S. (2008). Effect of

- کردن بر میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده سیب زمینی. پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، جلد ۵، شماره ۱، ص ۲۱-۲۷.
- [33] Daraei Garmakhany, A., Maghsoudlou, Y. (2008). Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, 110, 1045–1049.
- [34] پاک ترمی، م.؛ قجر بیگی، پ.؛ مولودی، ف. (1394). مقایسه پایداری حرارتی روغن کنجد بکر و روغن هسته انگور. دو ماه نامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، جلد 19، شماره 5، ص 261-268.
- [35] نوری، ط.؛ فهیم دانش، م.؛ سحری، م. (1395). بررسی استخراج ترکیبات فنلی برگ‌های رزماری به روش امواج فراصوت و تاثیر آن بر خواص ارگانولپتیکی، فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن زیتون بکر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، جلد 53، شماره 13، ص 113-125.
- [36] Bensmira, M., Jiang, B., Nsabimana, C., Jian, T. (2007). Effect of lavender and thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperatures. *Food Res. Int.*, 40, 341–346.
- [37] Houhoula, D., Oreopoulou, V. (2004). Predictive study for the extent of deterioration of potato chips during storage. *J. Food Eng.*, 65, 427–432.
- [24] Chen, Y.S., Lee, S.M., Lin, C.C., Liu, C.Y., Wu, M.C., Shi, W.L. (2013). Kinetic study on the tyrosinase and melanin formation inhibitory activities of carthamus yellow isolated from *Carthamus tinctorius* L. *J. Biosci. Bioeng.*, 3, 242–245.
- [25] Mirzajani, F., Bernard, F., Zeinali, S.M., Goodarzi, R. (2015). Identification of hydroxyl- safflower yellow A, safflower yellow B, and precarthaminin safflower using LC/ESI-MSMS. *J. Food Meas. Charact.*, 9 (3), 332–336.
- [26] جوکار، م.؛ نیکپور، ه.؛ امین لاری، م.؛ رضانی، ر.؛ مظلومی، م. ت. (1385). تولید آزمایشگاهی چیپس سیب زمینی کم چربی با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی. فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد 1، شماره 3، ص 9-17.
- [27] ترابی، ر.؛ حجتی، م.؛ برزگر، م.؛ جوینده، ح. (1396). اثر پوشش‌های هیدروکلوئیدی در جلوگیری از تشکیل آکریل آمید و کاهش جذب روغن در چیپس سیب زمینی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد 12، شماره 1، ص 109-120.
- [28] سعیدی اصل، م.؛ ایرجی فر، م.؛ فهیم دانش، م. (1391). ارزیابی روغن استخراج شده از چیپس‌های سیب زمینی موجود در بازار ایران. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد 1، شماره 3، ص 165-174.
- [29] AOCS. (2009). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (5th edition). Champaign, IL, USA: AOCS Press.
- [30] زمین دار، ن.؛ شاهدی، م. (1385). بررسی بافت، رنگ و مقدار پراکسید چیپس فرموله شده سیب زمینی از ارقام آگریا و مارفونا در زمان انبار داری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 3، ص 249-255.
- [31] سازمان ملی استاندارد ایران. (1394). روغن‌ها و چربی‌های خوراکی-روغن سرخ کردنی-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 4152.
- [32] علی پور، م.؛ کاشانی نژاد، م.؛ مقصدلو، ی.؛ جعفری، م. (1388). بررسی اثر کاراگینان، دمای روغن و زمان سرخ