

## تأثیر استفاده از پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی بر میزان جذب روغن، خواص فیزیکی و ویژگی‌های حسی چیپس سیبزمینی

زهرا رستمی<sup>۱</sup>، مجتبی حقیقت<sup>۲</sup>، خدیجه خوش اخلاق<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان، ایران  
پست الکترونیکی: zahra.ro996@gmail.com

۲- استادیار تغذیه طیور، گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان، ایران

۳- استادیار فناوری مواد غذایی، گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۴

### چکیده

**سابقه و هدف:** استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش جذب روغن در مواد غذایی سرخ شده است. در این پژوهش اثر پوششی خوراکی برپایه آرد بادامزمینی فاقد چربی به همراه پلاستی‌سایزر سوربیتول بر میزان کاهش روغن، عدد اسیدی، عدد پراکسید، تردی بافت و خواص حسی چیپس سیبزمینی بررسی شد.

**مواد و روش‌ها:** ورقه‌های سیبزمینی با ضخامت ۱/۵-۱ میلی‌متر در محلول خوراکی از آرد بادامزمینی فاقد چربی به همراه سوربیتول به روش غوطه‌وری پوشش داده شدند. اثر پوشش بر میزان تغییرات رطوبت، میزان کاهش روغن، تردی بافت و خواص حسی چیپس بررسی شد و سپس، عدد اسیدی و عدد پراکسید نمونه‌ها در زمان‌های انبارداری صفر، هفته چهارم، هفته ششم و هفته هشتم اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که غلظت آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول عواملی مهم و مؤثر بر ویژگی‌های چیپس مانند حفظ رطوبت و کاهش جذب روغن هستند. نمونه‌های پوشش داده شده با محلول تهیه شده از ۶ درصد حجمی آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول ۶۰ درصد وزنی آرد بادامزمینی فاقد چربی بالاترین میزان رطوبت و کمترین میزان جذب روغن را داشتند ( $p < 0/05$ ). همچنین پوشش‌دهی باعث کاهش آماری معنی‌داری در میزان عدد پراکسید و عدد اسیدی در طول انبارداری شد ( $p < 0/05$ )، به طوری که کمترین میزان آن‌ها بعد از هشت هفته نگهداری در نمونه‌های پوشش داده شده با محلول تهیه شده از ۶ درصد حجمی آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول ۶۰ درصد وزنی آرد بادامزمینی فاقد چربی مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** پوشش‌دهی چیپس باعث شد تا ضمن کاهش میزان جذب روغن چیپس، از نظر خواص ارگانولپتیکی محصولی مشابه چیپس بدون پوشش به دست آید. بنابراین، کاربرد پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای، خواص حسی و ماندگاری محصول سرخ شده می‌شود.

**واژگان کلیدی:** چیپس، آرد بادامزمینی فاقد چربی، روش غوطه‌وری، کاهش جذب روغن، ویژگی‌های حسی

### ● مقدمه

روشی برای کاهش میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده احساس می‌شود؛ در سال‌های اخیر، تحقیقات فراوانی در جهت کاهش میزان جذب روغن در طول فرایند سرخ کردن انجام شده است؛ پوشش‌دهی محصولات قبل از فرایند سرخ کردن با پوشش‌های خوراکی، یکی از راه‌های کاهش جذب روغن و جلوگیری از تبادل رطوبت است؛ پوشش‌های خوراکی

از آنجایی که با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، تمایل به کاهش چربی و روغن در غذاهای پخته شده و سرخ شده افزایش یافته است و به دلیل خطر ناشی از مصرف چربی‌های اضافی و افزایش فشار و کلسترول خون، تلاش‌های زیادی در جهت کاهش یا جایگزین کردن روغن در محصولات پخته شده صورت گرفته است (۱)؛ از این رو ضرورت استفاده از

Bageri و همکاران در سال ۱۳۹۲ کاهش جذب روغن در سیبزمینی سرخ شده با استفاده از دو نوع پوشش خوراکی نشاسته خام و نشاسته اکسید شده را بررسی کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از پوشش نشاسته اکسید شده سیبزمینی تأثیر بیشتری در کاهش جذب چربی و افزایش محتوای رطوبتی نسبت به پوشش های نشاسته خام سیبزمینی داشت و پوشش نشاسته اکسید شده سیبزمینی با غلظت ۱۰ درصد و نسبت نشاسته به گلیسرول ۸۰ به ۲۰ به عنوان مناسب ترین پوشش برای کاهش جذب روغن در خلال های سیبزمینی پیشنهاد شد (۶).

آرد بادامزمینی فاقد چربی، غنی از پروتئین است و به منظور تأمین پروتئین گیاهی می توان از آن استفاده کرد (۷). دارای طیف وسیعی از خواص عملکردی بوده که به طور بالقوه می تواند در سیستم های مواد غذایی به عنوان نگهدارنده، امولسیفایر و عوامل ژل کننده استفاده شوند (۸). به علت دارا بودن آمینو اسید قطبی پروتئین ها و هم چنین کربوهیدرات، ظرفیت جذب آب آن بالاست (۹). آرد بادامزمینی فاقد چربی به دلیل ترکیبات حاوی قسمت آب دو ست، در کاهش جذب روغن مؤثر است (۱۱، ۱۰).

افزودن پلاستی سائیز سوربیتول باعث افزایش انعطاف پذیری فیلم های خوراکی در مقایسه با فیلم های فاقد پلاستی سائیز می گردد. پلاستی سائیزهای مثل پلی ال ها می توانند سبب بهبود خواص فیلم های نشاسته گردد (۱۲). استفاده از پوشش قبل از سرخ کردن یک لایه یک شکل و یکنواخت را در اطراف ماده غذایی ایجاد می کند و باعث می شود که محصولات سرخ شده تردی خود را با ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته و یا جذب رطوبت از محیط به داخل پوسته حفظ کنند، علاوه بر این عطر و طعم ماده غذایی بهبود می یابد (۱۳). پوشش های خوراکی به دلیل عملکرد خود به عنوان دیواره از انتقال رطوبت و اکسیژن به صورت نسبی نیز جلوگیری می کنند بنابراین سرعت هیدرولیز و اکسیداسیون روغن در طول انبار داری کاهش می یابد؛ لذا محصولات پوشش داده شده عمر نگهداری بالاتری دارند (۱۴).

در این تحقیق، اثر پوشش خوراکی تشکیل شده از آرد بادامزمینی فاقد چربی بر کاهش میزان جذب روغن و کیفیت چیپس سیبزمینی بررسی شد.

## • مواد و روش ها

**مواد:** سیبزمینی رقم آگریا از یک مزرعه در فریدن استان اصفهان تهیه شد و در دمای ۵-۴ درجه سلسیوس نگهداری

مختلفی شامل مشتق های آب دوست سلولز، برخی پروتئین ها و صمغ ها برای کاهش میزان جذب روغن طی سرخ کردن استفاده شده اند (۳، ۲).

مؤثر بودن استفاده از پوشش پروتئینی مخلوط کنسانتره پودر آب پنیر و سفیده تخم مرغ بر کاهش جذب روغن چیپس سیبزمینی توسط Aminlari و همکاران در سال ۲۰۰۵ بررسی شد. آن ها قطعات سیبزمینی تهیه شده را بعد از بلانچینگ، در محلولی از سدیم کازئینات مخلوط کنسانتره پودر آب پنیر و سفیده تخم مرغ غوطه ور کردند و در مخلوطی از روغن ذرت و روغن هیدروژنه تجاری سرخ نمودند. پوشش دهی چیپس با پروتئین، منجر به کاهش قابل توجهی در جذب روغن شد. پوشش دهی چیپس سیبزمینی با سدیم کازئینات، مخلوط کنسانتره پروتئین آب پنیر و پروتئین سفیده تخم مرغ به ترتیب منجر به کاهش جذب روغن به میزان ۱۴/۵ و ۱۲ درصد شد (۴).

اثر پوشش دهی خلال های سیبزمینی با متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بر کاهش جذب روغن طی فرایند سرخ کردن سیبزمینی توسط Garcia و همکاران در سال ۲۰۰۲ بررسی شد. آن ها گزارش کردند که پوشش متیل سلولزی برای کاهش جذب روغن، مؤثرتر از پوشش هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بود. میزان کاهش جذب روغن در محصول سرخ شده ۴۰/۵ - ۳۵/۲ درصد و میزان افزایش محتوای آبی ۲۵/۷ - ۶/۳ درصد گزارش شد. از طرفی بافت محصول پوشش دهی شده با نمونه های بدون پوشش تفاوتی نداشت و تنها اختلاف بسیار ناچیزی در رنگ وجود داشت که قابل قبول بود (۲).

Jani در سال ۱۳۹۵ به بررسی امکان استفاده از عصاره طبیعی گلرنگ در بهبود رنگ و پایداری اکسیداتیو چیپس سیبزمینی پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد، استفاده از عصاره آبی گلرنگ به صورت پاششی و غوطه وری در سطح های ۰/۵، ۱ و ۲ درصد در چیپس سیبزمینی باعث کاهش در جذب روغن مخصوصا در نمونه های غوطه وری می گردد. در این تحقیق، نمونه تهیه شده به روش غوطه وری حاوی ۲ درصد عصاره زرد گلرنگ به دلیل بیشترین کاهش در عدد پراکسید، عدد اسیدی و عدد آنیزیدین و همچنین بهترین بافت و رنگ طی ۶۰ روز نگهداری و دریافت بالاترین امتیاز پذیرش کلی از نظر شاخص های حسی به عنوان بهترین تیمار شناخته شد با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، عصاره آبی گلرنگ می تواند جهت بهبود رنگ و پایداری اکسیداتیو چیپس سیبزمینی مورد استفاده قرار گیرد (۵).

۱۰ دقیقه خشک و برای سرخ کردن آماده شدند. ورقه‌های پوشش داده شده و خشک شده در روغن در دمای ۱۸۰ درجه سیلیسیوس در سرخ کن مدل آدرین ساخت ایران به مدت ۳ دقیقه سرخ و سپس در دمای اتاق خنک شدند (۱۵).

جدول ۱. تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق

| تیمارها   | میزان آرد بادامزمینی بدون چربی<br>(درصد وزن حجمی) | پلاستی سایزر<br>(درصد وزنی LPF) |
|-----------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| C۰ (شاهد) | -                                                 | -                               |
| C۱        | ۳                                                 | ۳۰                              |
| C۲        | ۴                                                 | ۴۰                              |
| C۳        | ۵                                                 | ۵۰                              |
| C۴        | ۶                                                 | ۶۰                              |

**اندازه‌گیری میزان رطوبت:** نمونه‌های خام و سرخ‌شده توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سیلیسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند سپس میزان رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد (۱۹).  
**اندازه‌گیری میزان روغن:** میزان روغن موجود در ورقه‌های سرخ شده به روش سوکسله با حلال n-هگزان اندازه‌گیری شد. ۵ گرم از نمونه در یک کارتوش در مخزن دستگاه سوکسله مدل C-500 ساخت کشور ایران گذاشته شد. n-هگزان اضافه و مجموعه را به مبرد متصل و روی هیتر گذاشته شد. بعد از ۵ ساعت هیتر خاموش و بعد از سرد شدن بالن حاوی روغن وزن شد (۱۹).

**اندازه‌گیری عدد پراکسید:** مقدار عدد پراکسید به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. ۳۰ میلی‌لیتر از مخلوط اسید استیک (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران) و کلروفرم (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران) به ۵ گرم روغن استخراج شده اضافه شد. پس از اضافه شدن ۰/۵ میلی‌لیتر محلول اشباع یدید پتاسیم (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران) به مدت ۱ دقیقه در تاریکی گذاشته شد. آن گاه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و چند قطره معرفه نشاسته اضافه و محلول را با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران) تا از بین رفتن رنگ آبی تیترا داده شد (۱۹).

**اندازه‌گیری عدد اسیدی:** مقدار عدد اسیدی به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. ۳۰ میلی لیتر الکل خنثی و ۲ میلی‌لیتر معرف فنل فتالین (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران) به ۳ گرم از روغن استخراج شده افزوده شد و آن را روی هیتر جوشانده که با اولین جوشش از هیتر برداشته شد و با محلول سود ۰/۰۱ نرمال (شرکت سازنده دکتر مجلی، ایران)

و قبل از سرخ کردن به مدت دو هفته در دمای محیط نگهداری شدند. بادامزمینی خام با پوسته از مرکز تهیه و توزیع استان گیلان تهیه شد. سوربیتول از شرکت پیشگامان شیمی آریا (تهران، ایران)، روغن سرخ کردنی پالم اولئین از شرکت روغن نباتی گوهر دانه آفاق (اراک، ایران) تهیه شد و در دمای ۲۲-۱۸ درجه سیلیسیوس نگهداری شدند.

### تهیه آرد بادامزمینی فاقد چربی (LPF lean peanut flour):

ابتدا توسط دستگاه آسیاب مدل Box 5101 ساخت کشور سوئد، به روش غلتکی آرد کامل از بادامزمینی به دست آمد. آرد بادامزمینی فاقد چربی به روش استخراج سرد توسط n-هگزان (شرکت سازنده پارس شیمی، ایران) تهیه شد. آرد بادامزمینی را با n-هگزان حل کرده سپس به مدت ۸ ساعت در تاریکی گذاشته شد، بعد از ۸ ساعت مایع رویی با کاغذ صافی جدا شد، سپس آرد فاقد چربی بادامزمینی در آون خلأ در دمای  $103 \pm 2$  به مدت ۳۰ دقیقه حلال‌زدایی شد. مقدار پروتئین بادامزمینی ۵۴/۳ درصد به دست آمد که به روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد (۱۶، ۱۷).

**تهیه پوشش خوراکی:** مقادیر مناسب از آرد بادامزمینی فاقد چربی به مقدار (۳، ۴، ۵ و ۶ بر حسب گرم) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲ دقیقه حل شد. پلاستی سایزر سوربیتول به مقدار مناسب (۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد وزنی آرد بادامزمینی فاقد چربی) پس از ۲ دقیقه در دمای  $23 \pm 2$  درجه سیلیسیوس به آرد فاقد چربی بادامزمینی اضافه شد (مطابق جدول ۱). مخلوط حاصل با استفاده از همزن با دور بالا (۹۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد. سپس محلول را روی گرمکن همزن‌دار به مدت ۲۰ دقیقه همزده تا به دمای ۸۰ درجه سیلیسیوس برسد و با کمک سود ۰/۱ نرمال، pH محلول به ۱۰ رسانده شد (۱۷، ۱۸). مقدار مناسب آرد بادامزمینی فاقد چربی و پلاستی‌سایزر براساس روش غوطه‌وری مطابق جدول ۱ تعیین شد.

**روش آماده سازی ورقه‌های سیب زمینی:** سیب‌زمینی‌ها پس از پوست‌گیری با پوست‌گیر سایشی مدل BST 809 PS ساخت کشور ایران توسط دستگاه اسلایسر مدل BST 803 BM ساخت کشور ایران به صورت ورقه‌هایی با ضخامت ۱/۵-۱ میلی‌متر و قطر ۷-۶ سانتی‌متر در آمدند. سپس برش‌های حاصل به مدت ۱/۵ دقیقه در آب جوش ۹۵-۹۰ درجه سیلیسیوس آنزیم‌بری شده و بلافاصله با آب سرد شسته شدند. ورقه‌های چپس در محلول پوشش‌دهنده، به مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس نمونه‌ها در آون (شرکت سازنده پات آریا صنعت، ایران) با دمای ۳۷-۳۵ درجه سیلیسیوس به مدت

در نمونه C۴ و C۳ کمترین میزان جذب روغن را داشتند. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت پوشش‌دهی به طور معنی‌داری باعث افزایش رطوبت و کاهش چربی شد ( $p < 0.05$ ).

نتایج تأثیر پوشش‌دهی چیپس سیب‌زمینی با آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول بر عدد پراکسید و عدد اسیدی در دوره هشت هفته ماندگاری در جدول ۴ آورده شده است. استفاده از پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول، به صورت معنی‌داری باعث کاهش عدد پراکسید و عدد اسیدی در زمان‌های صفر، هفته چهارم، هفته ششم و هفته هشتم در مقایسه با شاهد شد ( $p < 0.05$ ). به طوری که نمونه C۴ کمترین عدد پراکسید و عدد اسیدی در هفته هشتم را نشان داد ( $p < 0.05$ ).

نتایج آزمون بافت و حسی (جدول ۵) نشان می‌دهد که نمونه C۴ نسبت به دیگر نمونه‌های پوشش داده شده و نمونه فاقد پوشش کمترین مقدار نیرو را برای برش نیاز داشت ولی این اختلافات معنی‌دار نمی‌باشند ( $p > 0.05$ ). هم‌چنین نتایج حسی نشان داد که، پوشش‌دهی اثر معنی‌داری بر رنگ و تردی چیپس سیب‌زمینی نداشت ( $p > 0.05$ ). از طرفی اثر پوشش‌دهی اثر معنی‌داری بر طعم چیپس سیب‌زمینی داشت ( $p < 0.05$ ). به طوری که از نظر طعم C۴ بالاترین امتیاز را داشتند. از نظر قابلیت پذیرش کلی، نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه شاهد برتری معنی‌داری داشتند ( $p < 0.05$ ) به طوری که C۴ به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد.

جدول ۲. ویژگی‌های مواد اولیه

| آزمون                                   | مقدار             |
|-----------------------------------------|-------------------|
| <b>سیب زمینی</b>                        |                   |
| ماده خشک (درصد وزنی)                    | $19.5 \pm 0.6$    |
| خاکستر کل (درصد وزنی)                   | $0.6 \pm 0.02$    |
| قند احیا (درصد وزنی)                    | $0.45 \pm 0.05$   |
| وزن مخصوص                               | $1.78 \pm 0.0001$ |
| <b>روغن سرخ کردنی</b>                   |                   |
| عدد اسیدی (میلی گرم بر گرم)             | $0.1 \pm 0.003$   |
| عدد پراکسید (میلی اکی‌والان بر کیلوگرم) | $0.2 \pm 0.002$   |

داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار هستند (انحراف معیار  $\pm$  میانگین).

تا پیدایش رنگ صورتی کم رنگ و ثابت (به مدت ۳۰ ثانیه) تیترا شد (۱۹).

**بررسی تردی بافت:** نیروی برشی به عنوان شاخص تعیین بافت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی مقاومت بافت، از پروب تیغه‌ای با ضخامت ۲mm و طول ۴۰mm، مخصوص چیپس سیب‌زمینی (دستگاه بافت‌سنج مدل Instron4301، شرکت Hounsfield) و آزمون (compressive test) استفاده شد. در این آزمون نمونه بر روی پایه مسطح تو خالی به ابعاد ۴۰mm قرار گرفت و پروب به وسط آن با سرعت ۶۰mm/min فرود آمد. حداکثر مقاومت (Fmax) ورقه‌های چیپس تا زمان ترک خوردگی برای توصیف سختی بافت نمونه اندازه‌گیری شد (۵).

**ارزیابی حسی:** آزمون حسی شامل ارزیابی ویژگی‌های رنگ، مزه، بافت و پذیرش کلی، با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای و به روش رتبه بندی توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده انجام شد. در این آزمون، امتیاز ۸ برای ویژگی‌های بسیار عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی‌های بسیار ضعیف در نظر گرفته شد (۵).

**تجزیه و تحلیل آماری:** تجزیه آماری در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS و روش تجزیه واریانس (ANOVA) یکطرفه استفاده شد، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد.

## • یافته‌ها

نتایج حاصل از مواد اولیه سیب‌زمینی و روغن سرخ کردنی در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج تأثیر استفاده از پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی و پلاستی‌سایزر سوربیتول با غلظت‌های مختلف بر محتوای رطوبت و روغن نمونه‌های چیپس سیب‌زمینی در جدول ۳ آورده شده است.

تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که پوشش‌های آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول، باعث افزایش آماری معنی‌داری در رطوبت نمونه‌های چیپس سیب‌زمینی شدند ( $p < 0.05$ ) به طوری که نمونه C۴ بالاترین رطوبت را (۶۳/۹۴ درصد افزایش) داشت.

همچنین استفاده از پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول، باعث کاهش آماری معنی‌داری در جذب روغن نمونه‌های چیپس سیب‌زمینی شدند ( $p < 0.05$ ) به طوری که

**جدول ۳. درصد رطوبت و درصد جذب روغن در تیمارهای مختلف چیپس سیب زمینی**

| تیمار                          | میزان رطوبت        | میزان جذب چربی     |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| C۰ (شاهد)                      | $1/90^d \pm 0/020$ | $36/80^a \pm 0/17$ |
| C۱ (۳٪ وزن حجمی - ۳۰٪ وزن LPF) | $1/89^d \pm 0/023$ | $36/91^a \pm 0/07$ |
| C۲ (۴٪ وزن حجمی - ۴۰٪ وزن LPF) | $2/24^c \pm 0/011$ | $34/99^b \pm 0/08$ |
| C۳ (۵٪ وزن حجمی - ۵۰٪ وزن LPF) | $4/04^b \pm 0/023$ | $33/31^c \pm 0/01$ |
| C۴ (۶٪ وزن حجمی - ۶۰٪ وزن LPF) | $5/27^a \pm 0/141$ | $32/24^d \pm 0/04$ |

داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار هستند (انحراف معیار  $\pm$  میانگین).

حروف متفاوت کنار اعداد نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح اطمینان ۹۵٪ است ( $p < 0/05$ ).

اعداد دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0/05$ ).

**جدول ۴. تأثیر پوشش‌دهی با آرد بادام‌زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر عدد پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) و عدد اسیدی (میلی‌گرم بر گرم) چیپس سیب‌زمینی در زمان هشت هفته ماندگاری در دمای ۲۵ °C**

| تیمارها                        | هفته اول           | هفته چهارم         | هفته ششم           | هفته هشتم          |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>عدد پراکسید</b>             |                    |                    |                    |                    |
| C۰ (شاهد)                      | $2/64^b \pm 0/005$ | $4/22^a \pm 0/046$ | $5/14^a \pm 0/021$ | $5/42^a \pm 0/037$ |
| C۱ (۳٪ وزن حجمی - ۳۰٪ وزن LPF) | $2/80^a \pm 0/005$ | $4/19^a \pm 0/117$ | $4/97^b \pm 0/030$ | $5/32^b \pm 0/032$ |
| C۲ (۴٪ وزن حجمی - ۴۰٪ وزن LPF) | $2/35^c \pm 0/010$ | $3/63^b \pm 0/145$ | $3/88^c \pm 0/070$ | $4/38^c \pm 0/011$ |
| C۳ (۵٪ وزن حجمی - ۵۰٪ وزن LPF) | $1/51^d \pm 0/005$ | $2/74^c \pm 0/181$ | $2/96^d \pm 0/058$ | $3/46^d \pm 0/091$ |
| C۴ (۶٪ وزن حجمی - ۶۰٪ وزن LPF) | $1/22^e \pm 0/005$ | $2/14^d \pm 0/085$ | $2/27^e \pm 0/039$ | $2/60^e \pm 0/026$ |
| <b>عدد اسیدی</b>               |                    |                    |                    |                    |
| C۰ (شاهد)                      | $0/34^a \pm 0/000$ | $0/84^a \pm 0/010$ | $0/91^a \pm 0/020$ | $1/07^a \pm 0/025$ |
| C۱ (۳٪ وزن حجمی - ۳۰٪ وزن LPF) | $0/34^a \pm 0/011$ | $0/83^a \pm 0/011$ | $0/89^a \pm 0/011$ | $1/07^a \pm 0/015$ |
| C۲ (۴٪ وزن حجمی - ۴۰٪ وزن LPF) | $0/33^b \pm 0/005$ | $0/77^b \pm 0/020$ | $0/80^b \pm 0/005$ | $0/87^b \pm 0/015$ |
| C۳ (۵٪ وزن حجمی - ۵۰٪ وزن LPF) | $0/31^c \pm 0/005$ | $0/67^c \pm 0/020$ | $0/76^c \pm 0/010$ | $0/83^c \pm 0/005$ |
| C۴ (۶٪ وزن حجمی - ۶۰٪ وزن LPF) | $0/30^d \pm 0/005$ | $0/61^d \pm 0/011$ | $0/72^d \pm 0/005$ | $0/79^d \pm 0/005$ |

داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار هستند (انحراف معیار  $\pm$  میانگین).

حروف متفاوت کنار اعداد نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح اطمینان ۹۵٪ است ( $p < 0/05$ ).

اعداد دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0/05$ ).

**جدول ۵. تأثیر پوشش‌دهی با آرد بادام‌زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر آزمون بافت و آزمون حسی چیپس سیب زمینی**

| تیمار                          | نیرو (نیوتن)         | طعم                  | رنگ                  | تردی                 | پذیرش کلی         |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| C۰ (شاهد)                      | $1/80^{ab} \pm 0/15$ | $5/66^c \pm 0/14$    | $5/50^{ab} \pm 0/00$ | $4/83^{bc} \pm 0/38$ | $4/16^d \pm 0/28$ |
| C۱ (۳٪ وزن حجمی - ۳۰٪ وزن LPF) | $1/74^{ab} \pm 0/26$ | $5/83^c \pm 0/14$    | $5/66^{ab} \pm 0/14$ | $4/41^c \pm 0/14$    | $4/66^d \pm 0/14$ |
| C۲ (۴٪ وزن حجمی - ۴۰٪ وزن LPF) | $1/60^b \pm 0/23$    | $6/50^b \pm 0/00$    | $5/83^a \pm 0/14$    | $5/41^a \pm 0/28$    | $5/91^c \pm 0/14$ |
| C۳ (۵٪ وزن حجمی - ۵۰٪ وزن LPF) | $2/04^a \pm 0/12$    | $6/75^{ab} \pm 0/25$ | $5/33^b \pm 0/38$    | $5/50^a \pm 0/00$    | $6/66^b \pm 0/62$ |
| C۴ (۶٪ وزن حجمی - ۶۰٪ وزن LPF) | $1/90^{ab} \pm 0/19$ | $7/00^a \pm 0/25$    | $5/83^a \pm 0/28$    | $5/08^{ab} \pm 0/14$ | $7/50^a \pm 0/25$ |

داده‌ها میانگین حداقل ۳ تکرار هستند (انحراف معیار  $\pm$  میانگین).

حروف متفاوت کنار اعداد نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تیمارها در سطح اطمینان ۹۵٪ است ( $p < 0/05$ ).

اعداد دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند ( $p > 0/05$ ).

## • بحث

سیب‌زمینی رقم آگریای منطقه فریدن که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت، به علت داشتن ماده خشک حدود ۱۹/۵ درصد و خاکستر کل ۰/۶ درصد، برای تولید چیپس سیب‌زمینی مناسب بود (جدول ۲) که با نتایج Jani (۱۳۹۵) و استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷۶۴ مطابقت دارد (۵، ۱۹). روغن پالم اولئین مورد استفاده جهت سرخ کردن چیپس‌های سیب‌زمینی دارای عدد پراکسید حدود ۰/۲ (میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) و عدد اسیدی حدود ۰/۱ (میلی‌گرم بر گرم) بود که در محدوده استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷۶۴ برای روغن‌های سرخ‌کردنی بوده و لذا دارای ویژگی‌های اکسیداتیو مناسب می‌باشد (۱۹).

**تأثیر پوشش آرد بادام‌زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر محتوای رطوبت چیپس سیب‌زمینی:** همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود میزان حفظ رطوبت در نمونه‌های پوشش‌دهی شده و نمونه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $p < 0.05$ ). پوشش‌دهی ورقه‌های چیپس منجر به افزایش نگهداری رطوبت (افزایش  $3 \pm 60\%$  در صد) در نمونه‌های چیپس تولیدی می‌شود، همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده شد بالاترین میزان نگهداری رطوبت بهتر مربوط به C۴ و C۳ بود و پایین‌ترین میزان قابلیت نگهداری رطوبت مربوط به C۱ بود. در حین فرآیند سرخ کردن عمیق، آب نقش مهمی در جذب روغن به عهده دارد به طوری که با سرخ کردن محصول آب داخل بافت سیب‌زمینی تبخیر شده که این امر باعث ایجاد فشار بخاری در محصول می‌شود که این فشار بخار همانند پمپ به داخل بافت عمل می‌کند و باعث خروج رطوبت از مرکز سیب‌زمینی به سمت خارج بافت می‌شود. در مقابل توسط مکانیسم کندانس شدن که ناشی از کاهش فشار بخار آب می‌باشد، حالت خلأ ایجاد شده و روغن به جای رطوبت خروجی وارد فضای داخل بافت سیب‌زمینی می‌شود، که هرچه مقدار رطوبت تبخیر شده بیشتر باشد، تخلخل بیشتری حاصل شده و انتظار می‌رود مقدار روغن بیشتری جذب شود (۲۱، ۲۰). پوشش‌های آرد بادام‌زمینی فاقد چربی و سوربیتول به دلیل خاصیت ممانعت‌کنندگی که در مقابل خروج رطوبت دارند، باعث می‌شوند که رطوبت داخل بافت سیب‌زمینی حفظ شده در نتیجه مقدار اتلاف رطوبت در حین سرخ کردن را کاهش می‌دهد. در تحقیقی که Daraei و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب‌زمینی پرداختند نتایج حاصل از پوشش‌دهی خلال‌ها نشان داد که پوشش‌دهی با مواد

هیدروکلوئیدی به علت خاصیت سدکنندگی منجر به کاهش اتلاف رطوبت خلال‌ها در هنگام سرخ کردن شد، همچنین Suzana و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر تیمارهایی چون نوع روغن، خشک کردن مقدماتی، آنزیم‌بری در محلول کلرور کلسیم و غوطه‌وری در محلول کربوکسی متیل سلولز را بر جذب روغن چیپس سیب‌زمینی طی سرخ کردن بررسی کردند نتایج نشان داد نمونه‌های آنزیم‌بری شده در کلرور کلسیم و غوطه‌وری در محلول هیدروکلوئیدی نسبت به نمونه‌هایی که در آب معمولی آنزیم‌بری شده بودند میزان رطوبت بیشتری داشتند که به علت خاصیت ممانعت‌کنندگی در مقابل خروج رطوبت بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۲۱، ۲۰).

**تأثیر پوشش آرد بادام‌زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر درصد روغن چربی:** همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود میزان جذب روغن در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با نمونه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $p < 0.05$ ). پوشش‌دهی ورقه‌های سیب‌زمینی با پوشش آرد بادام‌زمینی فاقد چربی و سوربیتول منجر به کاهش مقدار چربی (کاهش  $3 \pm 15\%$  درصد) در چیپس‌های تولیدی شد، به طوری که بالاترین مقدار چربی به ترتیب در نمونه‌های C۱ و شاهد مشاهده شد و نمونه‌های C۴ و C۳ به ترتیب با مقادیر چربی ۳۲/۲۴ و ۳۳/۳۱ درصد پایین‌ترین مقدار چربی را دارا بودند. پوشش‌دهی ورقه‌های سیب‌زمینی منجر به ایجاد فیلمی بر روی سطح چیپس شده که در اثر فرآیند سرخ شدن این فیلم خشک شده و همانند یک لایه محافظ عمل می‌نماید که مانع از خروج رطوبت در حین سرخ شدن می‌شود (۲۲، ۲۰). همچنین به علت پروتئین موجود در آرد بادام‌زمینی فاقد چربی به عنوان قسمت آب دوست، مانع از ورود روغن در داخل بافت چیپس می‌شود (۱۷، ۹). در نتیجه انتظار می‌رود که محصول پوشش‌دهی شده در مقایسه با تیمار شاهد دارای مقدار رطوبت بالاتر و ماده خشک پایین‌تری باشد که این خود منجر به کاهش میزان چربی چیپس نهایی می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در تحقیقی که Sarmadizadeh و همکاران (۱۳۹۰) بر اثر پروتئین سویا و سوربیتول بر شاخص جذب روغن در خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی انجام دادند، نتیجه گرفتند که با افزایش درصد پروتئین سویا و سوربیتول جذب روغن کاهش می‌یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد و همچنین در تحقیقی که Torabi و همکاران (۱۳۹۶) بر روی اثر پوشش هیدروکلوئیدی بر روی شاخص جذب روغن در چیپس سیب‌زمینی انجام دادند نتیجه گرفتند که با پوشش هیدروکلوئیدی باعث کاهش جذب روغن می‌شود که با نتایج

حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۲۳، ۱۷). علاوه بر این که پودر بادام زمینی فاقد چربی و پلاستی سایزر باعث کاهش جذب روغن در چیپس می شود، استفاده از غلظت بالاتر پلاستی سایزر ممکن است تأثیر منفی بر کیفیت فیلم های تهیه شده از پودر بادام زمینی فاقد چربی بگذارد و باعث افزایش جذب روغن شود (۲۰). Talja و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که استفاده زیاد از پلاستی سایزر در فرمول تهیه پوشش سبب ایجاد پوشش چسبناک و چرمی مانند و از بین رفتن ساختار پوشش می شود. بنابراین استفاده از مقادیر مناسب پلاستی سایزر برای ایجاد خصوصیات مطلوب در پوشش لازم و ضروری می باشد (۱۲).

**تأثیر پوشش آرد بادام زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر عدد پراکسید روغن چیپس سیب زمینی در مدت زمان هشت هفته نگهداری:** عدد پراکسید به عنوان شاخص محصولات اولیه اکسیداسیون که هیدروپراکسیدها می باشند شناخته شده و نشان دهنده مراحل اولیه تغییرات اکسیداتیو در ماده غذایی است (۲۴)، بنابراین شاخص بسیار مهمی در تعیین فساد در فرآورده های چرب محسوب می گردد. عدد پراکسید کلیه نمونه های پوشش داده شده و فاقد پوشش، از زمان صفر تا هفته هشتم، به تدریج افزایش یافت (جدول ۴). استفاده از پوشش آرد بادام زمینی فاقد چربی و سوربیتول، به میزان قابل ملاحظه ای، سرعت نفوذ اکسیژن و سرعت تشکیل ترکیبات پراکسیدی در چیپس های تولیدی را به تعویق انداخت. نتایج نشان می دهد که استفاده از پوشش های آرد بادام زمینی فاقد چربی و سوربیتول، در مقایسه با گروه شاهد به صورت معنی داری، باعث کاهش عدد پراکسید در زمان های صفر، هفته چهارم، هفته ششم، هفته هشتم می شود ( $p < 0.05$ ). در میان انواع پوشش های آرد بادام زمینی فاقد چربی انتخاب شده، C۴ بیشترین تأثیر را در کاهش سرعت تشکیل ترکیبات پراکسیدی داشت (جدول ۴). هم چنین Aminlari و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که استفاده از پوشش پروتئینی برای تولید چیپس سیب زمینی کم چرب، عدد پراکسید روغن استخراجی چیپس را در طول زمان ماندگاری (هفته هشتم تا دوازدهم) را به طور مؤثری کاهش می دهد. در تحقیقی که Rahman و همکاران (۲۰۰۴) بر روی بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره پوست بادام زمینی (پروآنتوسیانیدین) بر روی شاخص پراکسید چیپس سیب زمینی انجام دادند، نتیجه گرفتند که با افزایش درصد عصاره پوست بادام زمینی (پروآنتوسیانیدین)، عدد پراکسید در طول ۶ ماه نگهداری، کاهش چشمگیری یافت که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۳، ۱۴).

**تأثیر پوشش آرد بادام زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر عدد اسیدی روغن چیپس سیب زمینی در مدت زمان هشت هفته نگهداری:** افزایش عدد اسیدی روغن در حین حرارت دهی و نگهداری، مربوط به هیدرولیز تری گلیسریدها می باشد (۲۴). بنابراین هیدرولیز تری گلیسریدها منشاء اصلی اسیدهای چرب آزاد است، هرچند ممکن است مقادیر اندکی نیز بر اثر واکنش های اکسایشی به وجود آید. هم چنین در ادامه روند اکسیداسیون، اسیدهای چرب به آلدئیدها و کتون ها تبدیل می شوند که باعث افزایش عدد اسیدی در نمونه ها خواهد شد (۲۵). عدد اسیدی کلیه نمونه های پوشش داده شده و پوشش داده نشده از زمان صفر تا هفته هشتم، به تدریج افزایش یافت. استفاده از پوشش های آرد بادام زمینی فاقد چربی و سوربیتول، سرعت هیدرولیز روغن و افزایش عدد اسیدی را به تعویق انداخت (جدول ۴). به طوری که عدد اسیدی نمونه های چیپس شاهد از هفته ششم از حد استاندارد ملی شماره ۳۷۶۴ بیشتر شد. اما عدد اسیدی کلیه نمونه های پوشش داده شده تا پایان هفته هشتم در حد استاندارد باقی ماند. استفاده از غلظت های مختلف آرد بادام زمینی فاقد چربی و سوربیتول، انتخاب شده در مقایسه با گروه شاهد به صورت معنی داری باعث کاهش عدد اسیدی در زمان های صفر، هفته چهارم، هفته ششم و هفته هشتم شد ( $p < 0.05$ ). در میان انواع پوشش های به کار رفته در کلیه زمان های صفر تا هفته هشتم، C۴ بیشترین تأثیر را در کاهش عدد اسیدی داشت (جدول ۴). در تحقیقی که Jani (۱۳۹۵) بر روی بررسی امکان استفاده از عصاره طبیعی آبی گلرنگ در شاخص عدد اسیدی چیپس سیب زمینی انجام داد، نتیجه گرفت که با افزایش درصد عصاره گلرنگ، عدد اسیدی در طول ۶۰ روز نگهداری، کاهش چشمگیری یافت که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (۵، ۱۹).

**تأثیر پوشش آرد بادام زمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر ویژگی های فیزیکی (تردی) چیپس سیب زمینی:** سختی بافت چیپس سیب زمینی رابطه معکوس با میزان تردی آن دارد به طوری که هر چقدر میزان سختی بافت بیشتر باشد، میزان تردی آن کمتر خواهد بود (۲۶). کمترین مقدار سختی در نمونه C۲ مشاهده گردید (مطابق جدول ۵). در تمامی روز های مورد بررسی، اختلاف آماری معنی داری بین سختی نمونه شاهد با نمونه های تهیه شده به روش غوطه وری مشاهده نمی شود ( $p > 0.05$ ). به عبارت دیگر، افزودن آرد بادام زمینی فاقد چربی و سوربیتول به چیپس به روش غوطه وری تغییر چندانی در بافت چیپس ایجاد نمی کند و

دارد ( $p < 0.05$ ). در نهایت با افزایش غلظت آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول امتیاز ویژگی‌های حسی (طعم) افزایش یافت. بدین ترتیب قابل توجه است که افزودن آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول به چیپس سیبزمینی نه تنها ویژگی‌های حسی (طعم) آن را تضعیف ننموده است بلکه موجب برتری آن بر نمونه شاهد از لحاظ شاخص طعم و پذیرش کلی نیز گشته است اما پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول تأثیری در شاخص رنگ و تردی بر چیپس سیبزمینی نداشته در نتیجه از لحاظ شاخص‌های رنگ و تردی پوشش‌های مختلف آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول توسط ارزیاب‌های آموزش دیده با شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد ( $p > 0.05$ ) که با نتایج Sarmadizadeh و همکاران (۱۳۹۰) و Jani (۱۳۹۵) مطابقت داشت (۱۷، ۵).

نتایج این تحقیق نشان داد که یکی از کاربردهای مهم فیلم‌های خوراکی تهیه شده از آرد بادامزمینی فاقد چربی، پوشش‌دهی محصولات سرخ شده است. این پوشش‌ها با حفظ خواص ارگانولپتیکی محصول و بالا بردن ارزش تغذیه‌ای آن باعث افزایش زمان ماندگاری از طریق کاهش میزان روغن و حفظ رطوبت محصول پس از سرخ شدن می‌شوند. همچنین پوشش‌دهی چیپس باعث می‌شود تا ضمن کاهش میزان جذب روغن چیپس، با کاهش عدد پراکسید، عدد اسیدی می‌تواند باعث جلوگیری از فرایند اکسیداسیون شود.

پوشش‌دهی چیپس باعث می‌شود از نظر خواص ارگانولپتیکی محصولی مشابه نمونه‌های چیپس سرخ شده بدون پوشش به دست آید. بنابراین، کاربرد آرد بادامزمینی فاقد چربی باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای، خواص حسی و بهداشتی محصولات سرخ شده می‌شود و در ادامه پیشنهاد می‌شود اثر پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی بر ماندگاری و خواص کیفی محصولات سرخ‌شده طی مدت نگهداری بررسی شود.

که با نتایج Sarmadizadeh و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. همچنین در تحقیقی که Bagheri و همکاران (۱۳۹۲) بر روی بررسی کاهش جذب روغن در سیبزمینی‌های سرخ شده با استفاده از پوشش‌های خوراکی انجام دادند، نتیجه گرفتند که استفاده از پوشش خوراکی (نشاسته اکسید شده و نشاسته خام) تأثیر چندانی بر بافت چیپس نمی‌گذارد که با نتایج حاصل این پژوهش مطابقت داشت (۱۷، ۶).

با توجه به اینکه مقدار سختی بافت در نمونه C۳ نسبت به نمونه C۴ بیشتر است، می‌توان گفت در نمونه C۴ غلظت آرد بادامزمینی مورد استفاده در پوشش بیشتر است و همان‌طور که گفته شد بادامزمینی فاقد چربی منبع خوبی از پروتئین است پس ظرفیت جذب آب که یکی از خصوصیات عملکردی پروتئین است، در نمونه C۴ این عملکرد بیشتر است. در نتیجه نمونه C۴ میزان رطوبت بیشتری نسبت به نمونه C۳ دارد که انتظار می‌رود تردی بافت نمونه C۴ بیشتر از نمونه C۳ باشد. در تحقیقی که Dharsenda و همکاران (۲۰۱۵) بر روی بررسی خصوصیات تغذیه‌ای و عملکردی کوکی‌های آرد بادامزمینی (بادامزمینی فاقد چربی) انجام دادند، نتیجه گرفتند استفاده از آرد بادامزمینی فاقد چربی به جای گندم باعث تولید کوکی‌هایی با طعم و بافت بهتر شد که به علت ظرفیت جذب آب بالای پروتئین‌های موجود در کوکی‌های حاصل از آرد بادامزمینی فاقد چربی است که با نتایج حاصل این پژوهش مطابقت داشت (۱۰).

**تأثیر پوشش آرد بادامزمینی فاقد چربی (LPF) و سوربیتول بر ویژگی‌های حسی چیپس سیبزمینی:** نتایج حاصل از جدول ۵ نشان داد که پذیرش کلی پوشش‌های مختلف آرد بادامزمینی فاقد چربی و سوربیتول توسط ارزیاب‌های آموزش دیده با شاهد، اختلاف آماری معنی‌داری

## References

- Albert S and Mittal GS. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Res Int* 2002; 35: 445-458.
- Garcia MA, Ferrero CA, Bertola NA, Martino M, Zaritzky N. Edible coating from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2002; 3: 391-7.
- Rahman MS, Al-Belushi RM, Guizani N and Al-Saidi J. Fat oxidation in freeze-dried grouper during storage at different temperature and moisture contents. *Journal Food Chem* 2009; 114, 1257-1264.
- Aminlari M, Ramezani R, and Khalili MH. Production of protein-coated low-fat potato chips. *Food Science and Technology International* 2005; 11(30): 177-181.
- Jani M. Using natural safflower extract to improve the color and oxidative stability of potato chips. Quds: Islamic Azad University, M.C. Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology; 2016. [in Persian]
- Bagheri R, Golestan L, Maghsoudloo, Shahidi Yasaghi A. Reduction of oil absorption in fried potatoes using edible coating. *Journal of Innovation in Food Science and Technology* 2014; Year 6, Issue 1, 1-8. [In Persian]

7. Singh P, Kumar R, Sabapathy SN, Bawa S. Functional and Edible uses of Soy Protein Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2008; 7(1):14-28.
8. Kanu PJ, Kerui Z, Ming ZH, Haifeng Q, Kanu JB, Kexue Z. Sesame Protein(*Mucunapruriens*) flour. *Food Research International* 2007; 37:355-365.
9. Lawal OS , Adebowale KO. Effect of acetylation and succinylation on solubility profile, water absorption capacity, oil absorption capacity and emulsifying properties of muncuna bean (*Mucuna pruiens*) protein concentrate. *Nahrung/Food* 2004; 48(2): 129-136.
10. Dharsenda T, Dabhi1 M, Jethva1 M , Kapopara M. Nutritional and Functional Characterization of Peanut Okara (Defatted Peanut) Flour Cookies. *Journal of grain processing and storage* 2015; Vol 2, Issue 2, Pages 24-28.
11. Yusuf AA, Ayedun H, Sanni LO. Chemical composition and functional properties of raw and roasted Nigerian benni seed (*Sesamum indicum*) and Bambara groundnut (*Vigna subterranean*). *Food Chemistry* 2018;111: 277-282.
12. Talja RA, Helén H, Roos YH, Jouppila K. Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. *Carbohydrate Polymers* 2007; (67). 288–295.
13. Malikarjunan P, Chinan MS, and Philips RD. Edible coating for deep-fat frying of starchy products, *Food Science and Technology* 1997; 30(7) :709\_714.
14. Aminlari, M., Ramezani, R., Khalili, M.H.. Production of protein-coated low-fat potato chips . *J. Food Science and Technology International* 2004; 11(3),2-5.
15. Khalili M. Investigation of the application of protein coating in the production of low-fat potato chips. Shiraz University , M.C. Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology; 2001. [in Persian]
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cereals and grains - Measurement of nitrogen and calculation of crude protein - Kojeldal method. No 19052. 1st.Edition: INSO; 2014. [In Persian]
17. Sarmadizadeh D, Badii F, Ehsani MR, Maftoonazad N, Goodarzi F. Effects of soy-protein isolate coating on the properties of French fries using response surface methodology. *Iran. J Nutr Sci Food Technol* 2010; 6(2):75-.86. [In Persian]
18. randenburg AH, Weller CL, Testin RF. Edible Films and Coatings from Soy Protein. *J Food Sci* 1993; 58(5): 1086-9.
19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Chips and Slices of French Fries - Features and Test Method. No 3764. 3rd revision: INSO; 2018. [In Persian]
20. Daraei Garmehkhani A, Mirzaei HA, Maghsoudlou Y, Kashaninezhad M. Effect of hydrocolloids on amount of oil uptake and quality attribute of potato French fries. *J Ag ric Sci Natur Resour* 2009; 16(3): 123-135. [in Persian]
21. Suzana RB, Vesna L, Desanka R, Borislav S. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering* 2004; (64), 237–241.
22. Duran M, Pedreschi F, Moyano P, Troncoso E. Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. *Journal of Food Engineering* 2008; 81:257-265.
23. Torabi R, Hojjati M, Barzegar M, Joyandeh H. The effect of hydrocolloid coatings in preventing the formation of acrylamide and reducing oil absorption in potato chips. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industry* 2017, Twelfth Year, First Issue, 1-9. [In Persian]
24. Pak Termi M, Qajar Beigi P, Moloudi F. Comparison of thermal stability of virgin sesame oil and grape seed oil. *Kermanshah University of Medical Sciences Bimonthly* 2015; Year 19, Number 5, 267-281. [In Persian]
25. Nouri T, Fahim Danesh M, Sahari M. Extraction of phenolic compounds of rosemary leaves by ultrasound method and its effect on organoleptic, physicochemical and oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology* 2016; No. 53, Volume 13, 125-113. [In Persian]
26. Leeratanarak N, Devahastin S, Chiewchan N. Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying technique. *Journal of Food Engineering* 2006; 77; 635–643.

## Effects of Lean Peanut Flour Coating on Oil Absorption and Organoleptic Characteristics of Potato Chips

Rostami Z<sup>\*1</sup>, Haghighat M<sup>2</sup>, Khoshakhlagh Kh<sup>3</sup>

- 1- *\*Corresponding Author: MSc in Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Golpayegan Branch, Iran. Email: zahra.ro996@gmail.com*
- 2- *Assistant Prof, Dept, Poultry Nutrition, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Golpayegan Branch, Iran*
- 3- *Assistant Prof, Dept, Science Food Tecnology, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Golpayegan Branch, Iran*

Received 5 Mar, 2021

Accepted 26 Jul, 2021

**Background and Objectives:** Use of edible coatings is one of the most important methods to decrease absorption of oils in frying foods. In this study, effects of oral coating on oil reduction, acid number, peroxide number, texture brittleness and sensory characteristics of potato chips were investigated using fat peanut flour with plasticizer sorbitol.

**Materials & Methods:** Potato slices with a thickness of 1.5 mm were dipped in an oral solution of lean peanut flour with sorbitol using immersion method. Effects of coating on moisture changes, oil reduction, texture brittleness and sensory characteristics of the chips were investigated and then acid number and peroxide number of the samples were assessed at Weeks 0, 4, 6 and 8 of the storage.

**Results:** Results showed that the concentration of lean peanut flour and sorbitol was an effective and important factor in characteristics of chips such as moisture retention and decreased oil absorption. Samples coated with solution prepared from 6% by volume of lean peanut flour and 60% sorbitol by weight of lean peanut flour included the highest moisture content and the lowest oil absorption ( $p < 0.05$ ). Moreover, coating significantly decreased the peroxide and acid numbers during storage ( $p < 0.05$ ). Therefore, the lowest values were observed after eight weeks of storage in samples coated with a solution of 6% by volume of lean peanut flour and 60% sorbitol by weight of lean peanut flour.

**Conclusion:** Coating of the chips caused decreases in the absorption of oil regarding organoleptic characteristics of the products, similar to that no coating of the chips did. Therefore, use of lean peanut flour coating improves nutritional values and sensory and health characteristics of the fried food products.

**Keywords:** Chips, Lean peanut flour, Immersion method, Reduction of oil absorption, Sensory properties