

کاهش مقدار آکريل آميد و جذب روغن برش‌هاى سيب زمينى سرخ شده با استفاده از اثر همزمان پوشش‌دهى و قدرت آنتى اكسيدانى روغن كنجد

زهرا کشاورز^۱، راضيه نيازمند^{۲*}، اکرم آريان فر^۳

^۱دانشگاه آزاد اسلامى، واحد قوچان، گروه علوم و صنايع غذايى، قوچان، ايران

^۲گروه شيمى مواد غذايى، پژوهشکده علوم و صنايع غذايى، مشهد، ايران

^۳عضو هيات علمى گروه علوم و صنايع غذايى، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامى، خراسان رضوى، ايران

چکیده

با رشد و آگاهی مصرف کنندگان، تقاضا برای محصولات غذایی سالم‌تر افزایش پیدا کرده است. در این پژوهش، اثر پوشش‌دهی با صمغ‌های ریحان، زانتان و پکتین (غلظت ۰/۳ درصد) و همچنین محیط سرخ کردن (روغن سرخ کردنی، مخلوط روغن سرخ کردنی و یک درصد روغن کنجد) بر میزان آکريل آميد، جذب روغن و رطوبت بررسی شد. نتایج نشان داد که کمترین میزان آکريل آميد مربوط به برش‌های سيب زمينى پوشش‌دهى شده با پکتين ۰/۳ درصد و سرخ‌شده در حضور ۱ درصد روغن كنجد بود که میزان آکريل آميد را ۴۳/۸ درصد نسبت به سایر نمونه‌ها کاهش داد. بیشترین میزان رطوبت مربوط به برش‌های پوشش‌دهى شده با پکتين و سرخ شده در حضور یک درصد روغن كنجد بود که میزان رطوبت را ۳۹/۱۶ درصد افزایش و کمترین میزان جذب روغن مربوط به برش‌های پوشش‌دهى شده با صمغ ریحان و سرخ شده در حضور یک درصد روغن كنجد بود که میزان جذب روغن را ۱۷/۵۹ درصد کاهش داد.

واژه های کلیدی: پکتین، ریحان، زانتان، سيب زمينى

۱- مقدمه

با توجه به افزایش میزان بیماری‌ها که با بالا بودن مقدار چربی در جیره غذایی ارتباط دارند، تولید محصولات کم‌چرب یا عاری از چربی اهمیت بسیاری دارد. چپس و غذاهای آماده از محصولاتی هستند که در بین افراد جامعه بخصوص کودکان و جوانان به مقدار زیاد استفاده می‌شوند که متأسفانه دارای میزان روغن بالایی بوده و از این نظر برای مصرف کنندگان مضر می‌باشند. بنابراین تولید چپس یا خلال‌های سیب‌زمینی کم‌چرب ضمن داشتن خصوصیات مناسب می‌تواند در سلامت جامعه موثر باشد. در هنگام فرآیند سرخ کردن خواص حسی، فیزیکی و شیمیایی ماده غذایی تغییر می‌کند (۳). مشخص شده است طی این فرآیند به میزان زیادی آکریل‌آمید تشکیل می‌شود (۱۱). آکریل‌آمید باعث ایجاد اختلالات عصبی در انسان و حیوان، سوزش چشم و پوست، فلج سیستم عصبی، سرطان تخمدان و پستان می‌شود (۱۳) می‌شود. مکانیسم اصلی تشکیل آکریل‌آمید در غذاهای حرارت دیده، واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی بین گروه آمین آزاد ا سیدآمینه آسپارژین و یک منبع کربونیلی (مانند قند احیاء کننده) می‌باشد. یکی از راه‌های کاهش جذب روغن و آکریل‌آمید در محصولات سرخ شده، پوشش‌دهی آن‌ها قبل از سرخ شدن می‌باشد.

همچنین روش‌های مختلفی به منظور پایدارسازی روغن‌های سرخ کردنی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به اختلاط روغن‌های چند غیراشباع با انواع اشباع یا تک غیراشباع، هیدروژنه کردن روغن‌های غیراشباع، اصلاح ژنتیکی ساختار اسید چرب استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها اشاره کرد (۱۲). از جمله موثرترین روش‌های پایدار سازی روغن‌های سرخ کردنی، مخلوط کردن روغن‌های سرخ کردنی با روغن‌هایی است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند، مثل روغن‌های کنجد و سبوس برنج که به طور وسیعی برای این منظور به کار می‌روند. روغن کنجد به رغم سیرناشدگی بالا از پایدارترین روغن‌های خوراکی است (۶،۱۴). پایداری اکسایشی بالای آن عمدتاً به حضور گروهی از ترکیبات لیگنانی (۱۰) و میزان قابل ملاحظه ترکیبات توکوفرولی (۳۳۰ تا ۱۰۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت داده شده است.

هدف از این پژوهش بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی روغن کنجد و پوشش‌دهی بر مقدار آکریل‌آمید و جذب روغن برش‌های سیب زمینی سرخ شده طی فرآیند سرخ کردن عمیق می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

سیب‌زمینی گونه آگریا از بازارمیوه و تره‌بار مشهد، دانه ریحان، روغن سرخ کردنی نینا و روغن کنجد از فروشگاه‌های محلی شهر مشهد تهیه گردید. پکتین (سیب، با درجه متیلاسیون ۷۰-۷۵ درصد و ۱۰ درصد رطوبت) و زانتان از شرکت سیگما تهیه شدند. الکل ۹۶ درصد، اتیل اتر، هگزان نرمال و سایر حلال‌ها و مواد شیمیایی با درجه آزمایشگاهی از کالای طب تجهیز آوران شرق مشهد تهیه شدند.

۲-۱-۱- آماده‌سازی مخلوط روغن و کنجد

روغن سرخ کردنی نینا به عنوان محیط سرخ کردنی استفاده شد. روغن کنجد در سطح یک درصد به روغن سرخ کردنی اضافه شد.

۲-۱-۲- پوشش‌دهی

غلظت ۰/۳ درصد (وزنی/وزنی) زانتان، ریحان و پکتین در آب دیونیزه تهیه شدند. از آن جایی که سه پوشش زانتان، ریحان و پکتین در آب سرد محلولند، برای تهیه محلول‌های آنها از آب با دمای معمولی ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. هر محلول به مدت معینی (۳۰ دقیقه) تا حصول محلولی یکنواخت در همزن دور بالا هم‌زده شد و سپس به منظور هیدراته شدن کامل به مدت یک شب در دمای اتاق نگهداری شد (۲).

۲-۱-۳- پوشش‌دهی نمونه‌ها

سیب‌زمینی‌ها پس از پوست‌گیری با استفاده از قالب دستی به برش‌هایی با اندازه $0.2 \pm 1 \times 1 \times 5$ سانتی‌متر برش زده شدند. در این مرحله نمونه‌ها در دمای محیط داخل محلول‌های هیدروکلوئیدی به مدت ۳ دقیقه فرو برده شدند. سپس برش‌ها در داخل صافی گذاشته شدند (۱).

۴-۱-۲- فرآیند سرخ کردن

فرآیند سرخ کردن در سرخ کن خانگی (Sunny، مدل ۲۲۰-SDF، ساخت کشور چین) با قابلیت تنظیم دما در دو محیط روغن سرخ کردن و مخلوط روغن سرخ کردن با روغن کنجد یک درصد صورت گرفت. برای اطمینان از یکنواختی دمای روغن قبل از سرخ کردن، روغن مورد استفاده یک ساعت قبل از سرخ کردن در دمای مورد نظر (180 ± 5 درجه سانتیگراد) حرارت داده شد. نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه سرخ شدند و در انتهای فرآیند، بلافاصله از سرخ کن خارج و روغن اضافی سطح آنها با کاغذ جاذب گرفته شد و پس از خنک شدن، داخل فویل آلومینیومی پیچیده شده و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. عملیات سرخ کردن در دو تکرار صورت گرفت (۱۷).

۲-۲- آزمون‌ها

۴-۱-۲- اندازه‌گیری رطوبت

اندازه‌گیری میزان رطوبت نمونه‌های سرخ شده مطابق با روش استاندارد AACC، شماره ۱۹۸۶ اندازه‌گیری شد و میزان رطوبت بر مبنای نگهدارندگی رطوبت از رابطه (۱-۲) محاسبه گردید (۱۸)

رابطه ۱-۲

$100 * (1 - \text{محتوای رطوبت شاهد} / \text{محتوای رطوبت تیمارها}) =$
نگهدارندگی رطوبت

۴-۲-۲- اندازه‌گیری جذب روغن

جذب روغن سيب زميني از روش سوکسله هنکل اندازه‌گیری شد و درصد جذب روغن از رابطه ۲-۲، بر مبنای وزن خشک محاسبه گردید (۲).

رابطه ۲-۲

$\text{وزن نمونه قبل از سوکسله گذاری} - \text{وزن نمونه بعد از سوکسله گذاری} = \text{درصد جذب}$
وزن نمونه قبل از سوکسله گذاری

۴-۲-۳- اندازه‌گیری آکريل آميد

آکريل آميد با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافي و بر اساس روش‌های (۷، ۱۶) با انجام برخی اصلاحات اندازه‌گیری شد.

۴-۲-۴- تجزيه و تحليل آماری

بررسی تأثیر پوشش بر میزان جذب روغن و آکريل آميد برش‌های سيب زميني براساس آزمون توکی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای تجزيه و تحليل نتایج از نرم افزار مینی تب ۱۶ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی صورت پذیرفت (در سطح اطمینان ۹۵ درصد). کلیه آزمایش‌ها با دو تکرار انجام شدند.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- رطوبت

نتایج تجزيه واریانس حاکی از این بود که اختلاط یک درصد روغن کنجد با روغن سرخ کردن بر میزان رطوبت نمونه‌های سيب زميني پوشش دهی شده تأثیرگذار بود. میزان رطوبت برش‌های سيب زميني پوشش دهی شده و سرخ شده در حضور یک درصد روغن کنجد به ترتیب ۱۲/۷۲، ۳۴/۲۰ و ۳۹/۱۶ درصد بیشتر از برش‌های پوشش دهی شده و سرخ شده در روغن سرخ کردن بود. نتایج قاسم و همکاران (۲۰۰۹)، نیز بیانگر این مطلب بود که طی سرخ کردن در حرارت اولیه، نمونه هیچ تبخیر رطوبتی را از خود نشان نمی‌دهد. از دست دادن ناگهانی رطوبت به علت وجود حباب‌های هوا در محیط است که سبب ترک خوردگی و در نتیجه خروج سریع آب از محصول می‌گردد. در نتیجه از آن‌جایی که روغن کنجد سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد، بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن کنجد در برابر اکسایش روغن سرخ کردن، مانع خروج رطوبت از محصول می‌گردد. باتوجه به این خاصیت انتظار می‌رفت که رطوبت برش‌های پوشش داده شده و سرخ شده در حضور یک درصد روغن کنجد بیش از برش‌های پوشش داده شده و سرخ شده در روغن سرخ کردن باشد که نتایج مطابق انتظار بود.

جدول ۱-۳ داده‌های مربوط به نگهدارندگی رطوبت پوشش‌های ریحان، پکتین و زانتان را نشان می‌دهد که کاملاً با داده‌های درصد رطوبت مطابقت دارد. نتایج حاکی از این مطلب بود که بین میزان نگهدارندگی رطوبت در برش‌های پوشش دهی شده و سرخ شده در حضور یک درصد روغن کنجد و برش‌های پوشش داده شده و سرخ شده در روغن سرخ شدنی اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). در میان کلیه تیمارها بیشترین میزان نگهدارندگی رطوبت مربوط به نمونه پوشش دهی شده با

رطوبتی خلال‌های سرخ‌شده در حضور یک درصد روغن کنجد با روغن سرخ‌کردنی، احتمالاً به دلیل تاثیر ساختار اسید چربی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بر پایداری روغن‌های مورد مطالعه بود؛ به طوری که با افزایش پایداری روغن، میزان رطوبت افزایش یافت و این امر به افزایش محتوی رطوبتی نمونه‌ها منجر گردید (۴).

پوشش پکتین و سرخ‌شده در حضور یک درصد روغن کنجد بود. دلیل این امر می‌تواند به قابلیت بالای پکتین در جذب آب و واکنش پکتین با ترکیبات ساختاری و بخش‌های پکتیکی سیب-زمینی باشد. فیلم مقاوم به روغن که طی سرخ‌کردن در اطراف برش‌های سیب‌زمینی در نتیجه تشکیل ژل حرارتی پکتین تشکیل می‌شود، می‌تواند عامل جلوگیری از کاهش محتوی رطوبت در نمونه‌های پوشش‌دار شده باشد. همچنین اختلاف در محتوی

جدول ۳-۱- اثر روغن کنجد و پوشش‌ها (غلظت ۰/۳ درصد) بر رطوبت و درصد نگهدارندگی رطوبت برش‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده

نوع پوشش	غلظت کنجد (درصد)	درصد رطوبت	درصد نگهدارندگی رطوبت
بدون پوشش	۰	۳۸/۳۴ ± ۰/۷۹ ^C	-۱۱/۲۸ ± ۰/۲۲ ^b
	۱	۴۰/۶۵ ± ۰/۱۱ ^b	-۱۶/۳۲ ± ۱/۷۳ ^C
	۰	۳۷/۳۵ ± ۲/۶۵ ^d	-۱۸/۴۹ ± ۵/۷۷ ^d
ریحان	۱	۴۴/۳۹ ± ۰/۳۶ ^b	-۳/۱۳ ± ۰/۷۹ ^b
	۰	۵۰/۷۸ ± ۰/۵۴ ^b	۱۰/۸۲ ± ۱/۱۷ ^b
پکتین	۱	۵۴/۳۵ ± ۱/۴۵ ^a	۱۸/۶۱ ± ۳/۱۶ ^a
	۰	۳۱/۰۲ ± ۰/۹۴ ^e	-۳۲/۲۹ ± ۲/۰۵ ^e
زانتان	۱	۴۳/۴۱ ± ۰/۳۱ ^c	-۵/۲۵ ± ۰/۶۸ ^c

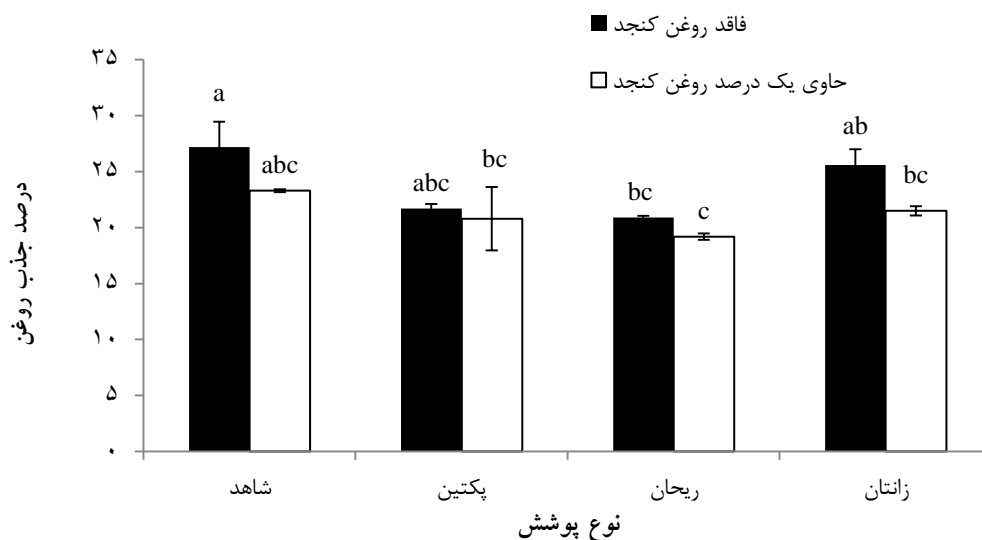
حروف غیرمشترک بیانگر وجود تفاوت معنادار از لحاظ آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد می‌باشد ($P < 0/05$).

۳-۱-۲- جذب روغن

نتایج تجزیه واریانس حاکی از این بود که نوع پوشش هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن تاثیرگذار بود ($P < 0/05$). پوشش‌دهی برش‌های سیب‌زمینی با هیدروکلوئیدها به کاهش معنی‌دار درصد جذب روغن نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده (شکل ۳-۲) در روغن کنجد در مقایسه با نمونه‌های سیب‌زمینی سرخ‌شده در روغن سرخ‌کردنی منجر شد ($P < 0/05$).

نتایج حاصل از پوشش‌دهی برش‌ها نشان داد پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت ممانعت‌کنندگی به کاهش اتلاف رطوبت برش‌ها هنگام سرخ‌کردن منجر می‌شود و با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده نسبت به نمونه شاهد سرخ‌شده در حضور یا عدم حضور روغن کنجد کمتر بود. فرورودن برش‌های سیب‌زمینی در محلول‌های هیدروکلوئیدی مختلف با غلظت یکسان باعث کاهش میزان جذب روغن نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد گردید. بیشترین مقدار جذب روغن طی فرآیند

سرخ‌کردن در نمونه زانتان مشاهده گردید. در حالی که نمونه پوشش‌دهی شده با ریحان که در حضور یک درصد روغن کنجد سرخ‌شده بود، در بین تمامی پوشش‌ها کمترین میزان جذب روغن را دارا بود. در واقع استفاده همزمان از پوشش و روغن کنجد موجب تشدید اثر آن‌ها شد. پوشش‌ها از خروج رطوبت جلوگیری کرده، فضای کمتری را برای ورود روغن به داخل بافت نمونه‌ها فراهم می‌آورند. این نتایج، رابطه میان حذف رطوبت و جذب روغن را تایید می‌کند. کمترین میزان جذب روغن ۱۷/۵۹ درصد، مربوط به نمونه سیب‌زمینی پوشش‌دهی شده با ریحان و سرخ‌شده در حضور یک درصد روغن کنجد بود. در حالی که بیشترین میزان جذب روغن ۳۰/۱۴ درصد، مربوط به نمونه سیب‌زمینی پوشش‌داده شده با زانتان ۰/۳ درصد و سرخ‌کردن آن در روغن سرخ‌کردنی فاقد روغن کنجد بود (شکل ۳-۲).



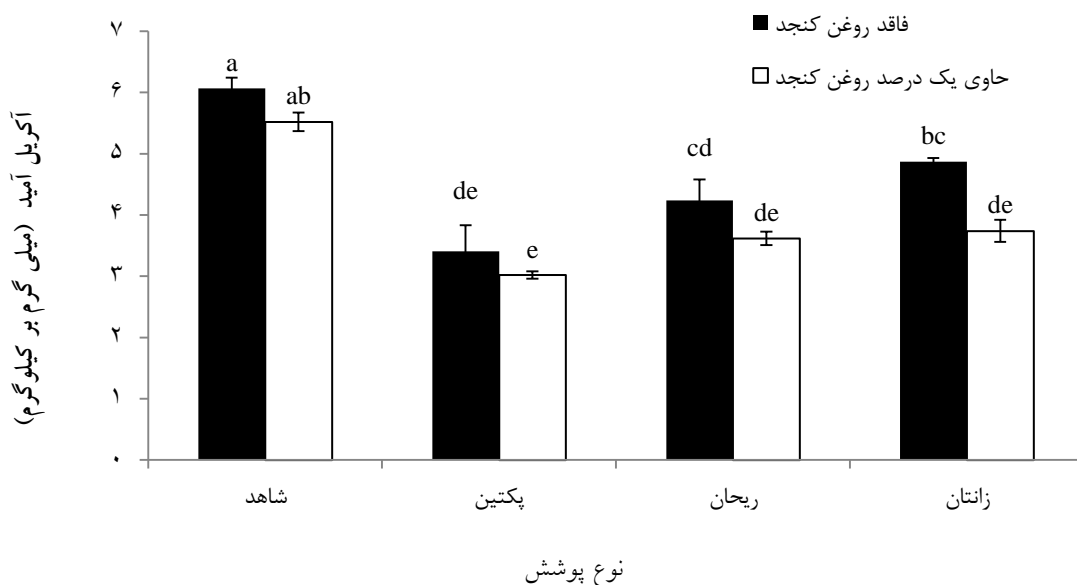
شکل ۳-۲- اثر اختلاط روغن کنجد با روغن سرخ کردنی و پوشش های هیدروکلوئیدی (غلظت ۰/۳ درصد) بر جذب روغن برش های سیب-زمینی سرخ شده.

حروف غیرمشترک بیانگر وجود تفاوت معنی دار از لحاظ آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد می باشد ($P < 0/05$). تیرک های بالای ستون نشان دهنده انحراف معیار نمونه ها می باشند.

شده با پکتین، ریحان و زانتان که در محیط حاوی یک درصد روغن کنجد سرخ شدند نسبت به محیط فاقد آن، به ترتیب ۹/۱، ۱۱/۴، ۱۵/۱ و ۲۳/۲ درصد کاهش یافت. اختلاف در میزان تشکیل آکریل آمید برش های سیب زمینی سرخ شده در حضور یک درصد روغن کنجد احتمالاً به دلیل تاثیر ساختار اسیدهای چرب و ترکیبات پلی فنلی و توکوفرولی و همچنین به خاطر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن کنجد و ترکیبات منحصر به فرد و قدرتمند لیگنین است که فقط در روغن کنجد یافت می شود (۸). روغن کنجد دارای میزان قابل توجهی ترکیبات توکوفرولی در بین سایر روغن های رایج گیاهی می باشد (۹). احتمال می رود آنتی اکسیدان ها موجب کاهش واکنش میلارد و کاهش تشکیل آکریل آمید شده باشند.

۳-۱-۳- آکریل آمید

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی دار حضور روغن کنجد در محیط سرخ کردن بر میزان تشکیل آکریل آمید در برش های سیب زمینی بود ($P < 0/05$). شکل ۳-۳ میزان آکریل آمید در برش های سیب زمینی شاهد و پوشش دهی شده در محیط فاقد روغن کنجد و در حضور یک درصد روغن کنجد را نشان می دهد. نتایج گویای تاثیر مثبت و معنی دار اختلاط یک درصد روغن کنجد با روغن سرخ کردنی در کاهش میزان تشکیل آکریل آمید برش های سیب زمینی نسبت به نمونه شاهد بود ($P < 0/05$). این نتیجه در مورد نمونه های پوشش دهی شده نیز صادق بود. کارآمدترین هیدروکلوئید در ممانعت از تشکیل آکریل آمید طی فرآیند سرخ کردن عمیق، پکتین بود که میزان آکریل آمید را ۴۳/۸ درصد نسبت به سایر نمونه ها کاهش داد. آکریل آمید در برش های سیب زمینی فاقد پوشش و پوشش دهی



شکل ۳-۳. اثر متقابل روغن کنجد و پوشش های هیدروکلوئیدی (غلظت ۰/۳ درصد) بر میزان آکریل آمید تشکیل شده در برش های سیب زمینی سرخ شده.

حروف غیرمشترک بیانگر وجود تفاوت معنی دار از لحاظ آماری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد می باشد ($P < 0/05$). تیرک های بالای ستون نشان دهنده انحراف معیار نمونه ها می باشند.

۴- نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، می توان از پوشش دهی به عنوان یک روش کارآمد در کاهش میزان آکریل آمید و جذب روغن سیب زمینی استفاده نمود. همچنین با توجه به نقش موثر محیط سرخ کردن در فعل و انفعالات انجام شده در سطح محصول سرخ شده، نتایج این پژوهش بر لزوم استفاده از روغن با پایداری اکسایشی و حرارتی بالا تاکید می کند. استفاده همزمان از پوشش مناسب و محیط سرخ کردن پایدار در تولید محصول ایمن تر و سالم تر بسیار کارآمد خواهد بود.

- ۳- گرمه خوانی، ا. میرزایی، ح. مقصودلو، ی و کاشانی- نژاد، م. ۱۳۸۸. تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، شماره سوم، صفحات ۱۲۳-۱۳۵.
- ۴- موسویان، د، نیازمند، ر. و شرایی، پ. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر فرآیندهای مقدماتی روغن مغز بنه و مواد صابونی- ناشونده آن بر میزان آکریل آمید سیب زمینی طی فرآیند سرخ کردن عمیق. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد دامغان.

۵- منابع

- ۱- جوکار، م، نیکوپور، ه، امین لاری، م، رمضان، ر. و مظلومی، م ت. ۱۳۸۵. تولید آزمایشگاهی چپیس سیب زمینی کم چربی با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی. فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال اول، شماره ۳، صفحات ۹ تا ۱۷.
- ۲- زمانی قلعه شاهی، ع، فرهوش، ر. و، رضوی، م. ع. ۱۳۹۱. ارزیابی اثر صمغ های دانه ریحان، متیل سلولز و گزانتان بر میزان جذب روغن در خلالهای سیب زمینی طی سرخ کردن عمیق. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.
- 5- AACC. 1986. Moisture content. In approved methods of the American Association of Chemists. St Paul, MN: AACC.
- 6- Budowski, P. and Markely, K.S. 1951. The chemical and physiological properties of sesame oil. Chem. Rev. 48, 125-151.
- 7- Lehotay, J., Mastovska, K. 2006. Rapid sample preparation method for LC-MS/MS or GC-MS analysis of acrylamide in various food matrices. J Agric Food Chem, 54: 7001-7008.
- 8- Chung, J., Lee, J., Choe, E. 2005. Oxidative stability of Soybean and Sesame Oil Mixture during frying of Flour Dough. Journal of Food Science, 69, 574-577.

- 9- Farhoosh, R., and Tavasoli Kafrani, M.H. 2010. Frying performance of the hull oil unsaponifiable matter of *Pistacia atlantica* subsp. *mutica*. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112: 343–348.
- 10- Fukuda, Y., Nagata, M. Osawa, T. and M. Namiki, J. Amer. 1986. *Oil Chem. Soc.*, 63, 1027
- 11- Vesper H, Perez H, Meyers T, Ospina M, Mayers G. 2005. "Pilot study on the impact of potato chips consumption on biomarkers of acrylamide expoture". *Journal of Food Engineering*, 5:89-97.
- 12- Warner, K., and Knowlton, S., 1997, Frying quality and oxidative stability of high oleic corn oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74: 1317-1322.
- 13- Lopachin R.M. 2004. "The changing view of acrylamide neurotoxicity. *Neurotoxicol.: Journal of Agricultural and Food chemistry*, 25: 617–630.
- 14- Namiki, M. 1995. The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Rev. Int.* 11, 281–329
- 15- Quasem, J.M., Ayman Suliman Mazahreh, A.S., Khaled Abu-Alruz, K., Afaneh, I.A., Al-Muhtaseb, A.H., and Magee, T.R.A. 2009. Effect of methyl cellulose coating and pre-treatment on oil uptake, moisture retention and physical properties of deep-fat fried starchy dough system. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 4 (2): 156-166.
- 16- Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., and Tornqvist, M. 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4998–5006.
- 17- Tyagi, V.K., and Vasishtha. A.K. 1996. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. *Journal of the American Oil Chemists- Society*, 73: 499-506.
- 18- Zeng, X. Cheng, K. Yegang, D. Ricky, K. Clive, L. Ivan K,C. Feng, C. Mingfu, W. 2010. Activities of hydrocolloids as inhibitors of acrylamide formation in model systems and fried potato strips. *Food Chemistry*, 121, 424–428.