

## کاهش جذب روغن در سیب‌زمینی سرخ شده با استفاده از پوشش‌های خوراکی

رامین باقری<sup>1\*</sup>، لیلا گلستان<sup>2</sup>، یحیی مقصودلو<sup>3</sup>، سید احمد شهیدی یاساقی<sup>4</sup>

<sup>1</sup> دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

<sup>2</sup> استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

<sup>3</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

<sup>4</sup> عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران

تاریخ دریافت: 1391/5/13 تاریخ پذیرش: 1392/4/12

### چکیده

استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی از مهم‌ترین روش‌های کاهش جذب روغن در خلال‌های سیب‌زمینی می‌باشد. در این پژوهش از دو نوع پوشش دارای نشاسته خام و نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی و گلیسرول به عنوان پلاستی‌سایزر استفاده شد. خلال‌ها به مدت 1 دقیقه در پوشش‌ها غوطه‌ور و پس از خشک شدن پوشش روی خلال توسط آون، با سرخ‌کن خانگی در دمای 170 درجه سانتی‌گراد به مدت 6 دقیقه، سرخ شدند. خلال‌های بدون پوشش به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که رابطه مستقیمی بین میزان جذب روغن و افت رطوبت در خلال‌ها وجود داشت. خلال‌های پوشش داده شده با نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی در غلظت 10 درصد و نسبت نشاسته و گلیسرول 80 به 20، بالاترین میزان رطوبت و کمترین میزان جذب روغن را داشتند. کمترین میزان رطوبت و بیشترین میزان جذب روغن مربوط به خلال‌های تهیه شده از نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی با غلظت 5 درصد و میزان نشاسته به گلیسرول 50 به 50 بود. در آزمون بافت و آزمون‌های حسی هم خلال‌های پوشش داده شده با نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی با غلظت 10 درصد و نسبت نشاسته به گلیسرول 80 به 20 خصوصیات مطلوبتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از پوشش‌های نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی تاثیر بیشتری در کاهش جذب چربی و افزایش محتوی رطوبتی نسبت به پوشش‌های نشاسته خام سیب‌زمینی داشت ( $P < 0/05$ )، و پوشش نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی با غلظت 10 درصد و نسبت نشاسته به گلیسرول 80 به 20 به عنوان مناسب‌ترین پوشش برای کاهش جذب روغن در خلال‌های سیب‌زمینی پیشنهاد می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** نشاسته خام، نشاسته اکسید شده، خلال سیب‌زمینی، پوشش، سرخ کردن عمیق.

## 1- مقدمه

از آنجایی که با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، تمایل به کاهش چربی و روغن در غذاهای پخته شده و سرخ شده افزایش یافته است و با وجود خطر ناشی از مصرف چربی‌های اضافی و افزایش فشار و کلسترول خون در نتیجه مصرف چربی‌ها، غذاهای سرخ شده در نزد مردم از محبوبیت ویژه‌ای برخوردار هستند (5). سرخ کردن عمیق<sup>1</sup>، باعث ایجاد خصوصیات مطلوب در مواد غذایی می‌شود. با توجه به رشد روز افزون مصرف غذاهای آماده و افزایش تعداد رستوران‌های غذاهای آماده<sup>2</sup> و مخصوصاً سبب‌زمینی که از عمده‌ترین مواد غذایی مورد استفاده انسان می‌باشد، توجه به بهبود کیفیت سبب‌زمینی‌های سرخ شده با فرایند عمیق سرخ کردن و کاهش مخاطرات ناشی از مصرف روغن جذب شده توسط خلال‌های سبب‌زمینی امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. سرخ کردن عمیق یک روش قدیمی است که ماده غذایی با غوطه‌ور شدن در روغن داغ، پخته می‌شود. دمای بالا منجر به تبخیر آب و خارج شدن آن از سطح سبب‌زمینی می‌شود. در نتیجه روغن احاطه‌کننده سبب‌زمینی داخل بافت فراورده شده جایگزین آب تبخیر شده می‌گردد. نقش سرخ کردن عمیق در حقیقت به نوعی مهر و موم کردن ماده غذایی با ایجاد پوسته برشته‌مانند و بنابراین جلوگیری از خروج عطر و طعم و مواد مغذی می‌باشد (25). در محصولات سرخ شده عمیق هم جنبه سلامتی و هم رضایت مصرف‌کننده مورد نظر می‌باشد. نرمی و مرطوب بودن به همراه پوسته سخت و برشته از ویژگی‌های مناسب برای مواد غذایی سرخ شده عمیق هستند. مصرف بالای چربی خطر چاقی و انسداد عروق را در پی دارد. بنابراین هدف این است که جذب روغن در روش‌های سرخ کردن عمیق کاهش داده شود. پوشش‌های مواد غذایی ممکن است یک مورد مناسب و خوب در این زمینه باشند و هر روزه مطالعاتی در این زمینه صورت می‌گیرد تا باعث بهبود کیفیت مواد غذایی شود (8). وارا و فیزمن در سال 2011 نشان دادند که هیدروکلئیدهای هیدروفیل می‌توانند به عنوان پوشش، برای سد کردن و جلوگیری از خروج آب و در نتیجه جذب کمتر روغن بسیار مناسب باشند (27). از جمله هیدروکلئیدهایی که به عنوان پوشش برای جذب کمتر روغن در سبب‌زمینی مورد استفاده قرار

گرفته‌اند، می‌توان به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، متیل سلولز، پکتین‌ها، آلژینات‌ها، کاراگینان، صمغ دانه خرنوب، و صمغ ژلان اشاره کرد (1، 2، 3، 4، 5، 8، 10، 21، 26 و 28). نشاسته و مشتقات نشاسته سبب‌زمینی یکی دیگر از پوشش‌هایی هستند که می‌توانند برای جذب کمتر روغن در سرخ کردن عمیق سبب‌زمینی به کار رود. گرانول‌های نشاسته از ماکرومولکول‌های آمیلوز و آمیلو پکتین تشکیل شده‌اند که در آب داغ حل می‌شوند پس از سرد شدن ژل تشکیل می‌دهند. در طی تشکیل ژل، آمیلوز و آمیلوپکتین اتصالات عرضی درون مولکولی تشکیل داده و یک شبکه مولکولی بزرگ را ایجاد کرده و پس از تبخیر آب، فیلم تشکیل می‌دهند. از آنجایی که آمیلوز مسئولیت تشکیل ژل را در نشاسته دارد و نشاسته خام سبب‌زمینی نیز دارای مقادیر زیاد آمیلوز می‌باشد لذا زمینه خوبی برای تشکیل فیلم‌های مناسب دارد. تولید فیلم نشاسته در شرایط دمایی بالا و رطوبت نسبی پایین منجر به کاهش انعطاف پذیری آمیلوز و آمیلوپکتین می‌گردد. اضافه کردن پلاستی‌سایزرها باعث افزایش انعطاف پذیری فیلم‌های نشاسته‌ای در مقایسه با فیلم‌های بدون پلاستی‌سایز می‌گردد. پلاستی‌سایزهای مثل پلی‌ال‌ها می‌توانند سبب بهبود خواص فیلم‌های نشاسته‌گردند (22). با ایجاد تغییرات شیمیایی در نشاسته می‌توان محصولات مختلفی از آن تولید کرد. از جمله نشاسته اکسید شده سبب‌زمینی که امروزه به طور وسیعی در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده در صنایع غذایی به دلیل دارا بودن ویسکوزیته‌ی پایین، مقاومت بالا، شفافیت مناسب، تولید فیلم مناسب، و خصوصیت نفوذ ناپذیری کاربردهای زیادی پیدا کرده است. به عنوان مثال این نوع نشاسته با ایجاد پوشش یا فیلم ویژه از نفوذ روغن به غذا جلوگیری می‌کند (9). هدف از این پژوهش، این است که با استفاده از پوشش‌های بر پایه نشاسته سبب‌زمینی، جذب روغن توسط سبب‌زمینی سرخ شده کاهش داده شود.

## 2- مواد و روش‌ها

سبب‌زمینی رقم سانتانا<sup>3</sup> از یکی از مزارع گرگان تهیه شد. نشاسته خام و نشاسته اکسید شده از شرکت تولید نشاسته الوند همدان تهیه شد. گلیسرول به عنوان پلاستی‌سایزر و دی اتیل اتر برای استخراج چربی از شرکت شیمی پژوهش آسیا، روغن سرخ

1 - Deep fat frying

2 - Fast foods



## 4- تجزیه آماری

تجزیه آماری در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در 3 تکرار انجام شد. از نرم افزار مینی تب<sup>1</sup> برای تجزیه و تحلیل آماری و از نرم افزار اکسل<sup>2</sup> برای رسم نمودارها استفاده شد.

## 3- نتایج و بحث

مقادیر رطوبت در سیب‌زمینی خام بسته به شرایط رشد و نوع گونه بین 75 تا 85 درصد (16) و در سیب‌زمینی سرخ شده تقریباً 50 درصد بود (15). بین میزان جذب روغن و از دست رفتن رطوبت رابطه خطی وجود داشت (6، 7، 16، 17 و 30). همانطور که در جدول شماره 2 مشاهده می‌شود، در خلال‌های پوشش داده شده در غلظت 5 درصد، که نسبت نشاسته و گلیسرول 80 به 20 بود، نسبت به خلال‌هایی که در آن‌ها نسبت نشاسته و گلیسرول 50 به 50 بود، 50 درصد بیشتر بود و خلال‌های با پوشش نشاسته و گلیسرول 50، 50، رطوبت کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند، که نشان دهنده وجود ارتباط مستقیمی بین جذب روغن و میزان از دست رفتن رطوبت می‌باشد و با نتایج دارائی و همکاران مطابقت دارد (2).

همانطور که در شکل 1 مشاهده می‌شود، غلظت 10 درصد پوشش‌ها برای حفظ رطوبت در خلال‌ها، موثرتر از غلظت 5 درصد می‌باشد و این اختلافات از نظر آماری هم معنی دار می‌باشند ( $P < 0/05$ ). هم‌چنین نتایج نشان داد که نوع پوشش در میزان از دست رفتن رطوبت اختلاف معنی داری بین تمامی نمونه‌های مورد نظر نشان می‌دهد ( $P < 0/05$ ) که در شکل 2 مشاهده می‌شود.

به طور کلی همانطور که در جدول 2 مشاهده می‌شود، نتایج نشان داد که نمونه 100S82 با کاهش میزان جذب در حدود 34 درصد بهترین عملکرد را خود نشان داد؛ سپس نمونه 5RS82 جذب روغن کمتری داشت. نتایج بدست آمده در مورد میزان جذب روغن در نمونه شاهد با تحقیقات مشابهی که در این زمینه صورت گرفته است مطابقت دارد (10). بالاترین میزان جذب هم مربوط به نمونه 50S55 بود که میزان جذب را تقریباً 13 درصد افزایش داد؛ و پس از آن نمونه 5RS55 بالاترین میزان جذب روغن را داشت. این افزایش جذب روغن به دلیل تاثیر منفی

استفاده از غلظت بالای پلاستی سایزر می‌باشد. تالیا و همکاران 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 می‌شود. بنابراین استفاده از مقادیر مناسب پلاستی سایزر برای ایجاد خصوصیات مطلوب در پوشش لازم و ضروری می‌باشد (22، 23). نتایج آزمون‌های حسی نشان داد که نمونه‌های مختلف، طعم‌های متفاوتی با یکدیگر داشتند و این اختلافات معنی دار بود ( $P < 0/05$ ). در حالی که تردی، رنگ، و عطر نمونه‌های مختلف اختلاف معنی داری با هم نداشتند ( $P > 0/05$ ). مهم‌ترین ویژگی بافتی خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده تردی و شکنندگی آن می‌باشد (14). نتایج به دست آمده در جدول 2 نشان می‌دهد، بالاترین و پایین‌ترین مقادیر شکنندگی در خلال‌های سرخ شده به ترتیب مربوط به نمونه 100S82 و 5RS82 بود. ولی این اختلافات معنی دار نمی‌باشند ( $P > 0/05$ ). به طور کلی می‌توان گفت استفاده از پوشش‌ها، تأثیر چندانی بر خواص حسی خلال‌های سیب‌زمینی نمی‌گذارد و با نتایج کیم و همکاران<sup>3</sup> (2008) (12)، وونگساوآسادی و همکاران<sup>4</sup> (28)، گارسیا و همکاران<sup>5</sup> (8)، و اوساواکسمانی و همکاران<sup>6</sup> (26) مطابقت دارد. وونگساوآسادی و همکاران (2008) نشان دادند که استفاده از نشاسته اصلاح شده برای پوشش دادن به تکه‌های جوجه برای سرخ شدن باعث ایجاد اختلاف معنی دار در عطر و طعم محصول نشد در حالی که بافت محصول تحت تأثیر نوع پوشش قرار گرفته اختلاف معنی دار داشتند (28). نتایج مربوط به آزمون رنگ هم نشان می‌دهد که در انواع پوشش‌های بکار گرفته شده، نمونه شاهد از لحاظ رنگ بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است، اما این اختلافات در بیشتر موارد معنی دار نبود. پژوهش‌های انجام شده توسط کیلینککر و همکاران<sup>7</sup> (11) و گارسیا و همکاران با نتایج به دست آمده، مطابقت دارد.

3 . Kim, B.K., Lee, J.S., Lee, C.H., & Park, D.J

4 . Vongsawasdi, P., Nopharatana, M., Srisuwatthreer, W., Pasukcharoenying, S., & Wongkitcharoen, N

5 . García, M.A., Ferrero, C., Bértola, N., Martino, M., & Zaritzky, N

6 . Usawakesmanee, W., Chinnan, M.S., Wuttijumong, P., Jangchud, A., & Raksakulthai, N

7 . Kilinceker, O., & Hepsag, F

1 . Minitab V16

2 . Excel

جدول 1- علائم اختصاری مورد استفاده در متن برای پوشش های مختلف نشاسته خام و اکسید شده

کدهای اختصاری	نوع پوشش
5RS82	پوشش های نشاسته خام در غلظت 5 درصد با نسبت 80 به 20 نشاسته به گلیسرول
5RS55	پوشش های نشاسته خام در غلظت 5 درصد با نسبت 50 به 50 نشاسته به گلیسرول
10RS82	پوشش های نشاسته خام در غلظت 10 درصد با نسبت 80 به 20 نشاسته به گلیسرول
10RS55	پوشش های نشاسته خام در غلظت 10 درصد با نسبت 50 به 50 نشاسته به گلیسرول
5OS82	پوشش های نشاسته اکسید شده در غلظت 5 درصد با نسبت 80 به 20 نشاسته به گلیسرول
5OS55	پوشش های نشاسته اکسید شده در غلظت 5 درصد با نسبت 50 به 50 نشاسته به گلیسرول
10OS82	پوشش های نشاسته اکسید شده در غلظت 10 درصد با نسبت 80 به 20 نشاسته به گلیسرول
10OS55	پوشش های نشاسته اکسید شده در غلظت 10 درصد با نسبت 50 به 50 نشاسته به گلیسرول
CRL	نمونه شاهد یا خلال های بدون پوشش

جدول 2- اثرات استفاده از پوشش های نشاسته ای بر خواص فیزیکوشیمیایی سیبزمینی سرخ شده

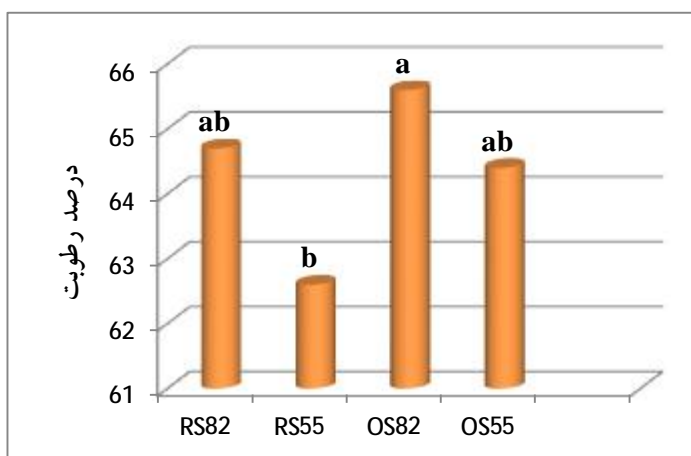
تیمار	میزان رطوبت	میزان جذب	شکنندگی	حسی - تردی	حسی - رنگ	حسی - طعم	حسی - عطر
	چربی	بافت					
5RS82	66,65 <sup>ab</sup>	11,5 <sup>bc</sup>	225 <sup>a</sup>	2,75 <sup>c</sup>	5,5 <sup>ab</sup>	5,5	5,25
5RS55	61,76 <sup>b</sup>	17,47 <sup>ab</sup>	303 <sup>a</sup>	3,5 <sup>bc</sup>	5,25 <sup>ab</sup>	5	5
10RS82	64,1 <sup>ab</sup>	14,93 <sup>abc</sup>	296 <sup>a</sup>	4,25 <sup>abc</sup>	4,5 <sup>b</sup>	4,5	5,25
10RS55	62,56 <sup>ab</sup>	17,1 <sup>ab</sup>	276 <sup>a</sup>	4,5 <sup>abc</sup>	5 <sup>ab</sup>	5	4,75
5OS82	65,43 <sup>ab</sup>	14,92 <sup>abc</sup>	375 <sup>a</sup>	5 <sup>ab</sup>	3,75 <sup>b</sup>	6	5,75
5OS55	61,95 <sup>b</sup>	17,99 <sup>a</sup>	245 <sup>a</sup>	4,5 <sup>abc</sup>	5 <sup>ab</sup>	6,5	5,25
10OS82	68,13 <sup>a</sup>	10,55 <sup>c</sup>	598 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>ab</sup>	6,25	6
10OS55	68,02 <sup>a</sup>	16,23 <sup>abc</sup>	457 <sup>a</sup>	4,75 <sup>abc</sup>	5,25 <sup>ab</sup>	6	5
CRL	63,35 <sup>ab</sup>	15,95 <sup>abc</sup>	398 <sup>a</sup>	4,75 <sup>abc</sup>	6 <sup>a</sup>	5,5	5,5

حروف غیر یکسان در هر ستون از لحاظ آماری معنی دار می باشند.

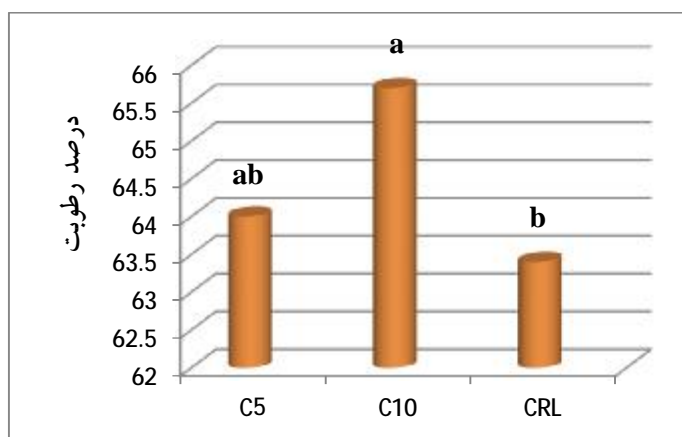
ستون های بدون حروف از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد.

هم‌چنین فاکتور عطر برای پوشش‌های مختلف نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری بین خلل‌های تهیه شده از پوشش‌های مختلف مشاهده نمی‌شود. در بین تمامی نمونه‌ها، نمونه‌های 10OS82، 5OS82 عطر بهتری نسبت به نمونه شاهد داشتند و بقیه پوشش‌ها امتیاز کمتری نسبت به نمونه شاهد کسب کردند.

ارزیابی حسی برای طعم نشان می‌دهد که بهترین طعم تشخیص داده شده مربوط به نمونه 5OS55 بود. پوشش‌های نشاسته خام به جز نمونه 5RS82، از لحاظ طعم از نمونه شاهد امتیاز کمتری بدست آوردند و پوشش‌های نشاسته اکسید شده طعم بهتری در مقایسه با نمونه شاهد نشان دادند. که این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار بود و مطابق با یافته‌های کیلینک‌کر و هپساگ (11)، وونگساوآسادی و همکاران (28) و گارسیا و همکاران می‌باشد.



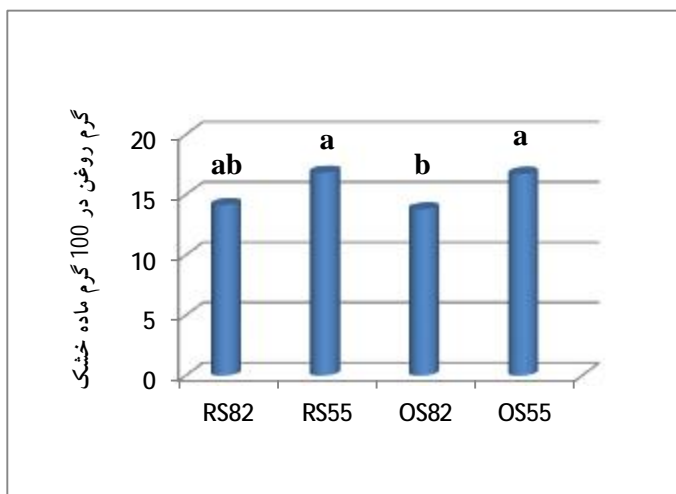
شکل 1- تاثیر نوع پوشش بر میزان رطوبت



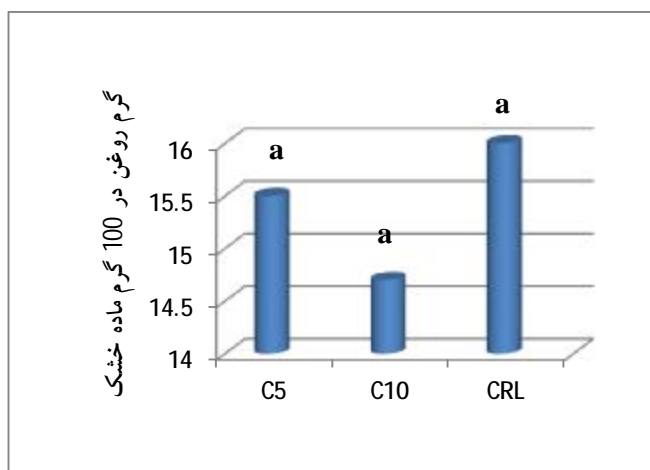
شکل 2- تاثیر غلظت بر میزان رطوبت.

موثرتر از نشاسته خام بود. نتایج آزمایشات نشان داد که در بین تمامی پوشش‌ها مطابق انتظار نمونه‌های 10OS82 که کمترین میزان جذب روغن را داشت بالاترین میزان حفظ رطوبت را از خود نشان داد.

در این آزمایش نشان داده شد که پوشش‌های نشاسته اکسید شده در حفظ رطوبت خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی موثرتر از پوشش‌های نشاسته خام می‌باشند. همانطور که در شکل 2 مشاهده می‌شود در هر دو نسبت نشاسته و گلیسرول، نشاسته اکسید شده



شکل 3- تاثیر پوشش بر جذب چربی



شکل 4- تاثیر غلظت بر جذب چربی

## 4- نتیجه گیری

در این پژوهش نشان داده شد که استفاده از پوشش‌های بر پایه نشاسته در غلظت‌های 5 و 10 درصد و نسبت نشاسته به گلیسرول 80 به 20 نقش موثری در کاهش جذب روغن در خلال‌های سیب‌زمینی دارند. همچنین پوشش‌های تهیه شده از نشاسته اکسید شده کارایی بیشتری در کاهش جذب چربی و افزایش محتوی رطوبتی خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی نسبت به پوشش‌های تهیه شده از نشاسته خام دارند. با توجه به اینکه استفاده از پلاستی سایزرها به منظور بهبود ساختار فیلم‌ها و پوشش‌ها می‌باشد و از سویی غلظت زیاد پلاستی سایز می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت فیلم‌های تهیه شده از نشاسته بگذارد، بنابراین پوشش‌های تهیه شده از انواع نشاسته و در این پژوهش نشاسته اکسید شده و خام سیب‌زمینی، زمانی که با میزان مناسب پلاستی سایز مخلوط شدند، توانستند جذب روغن را نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش دهند. در حالیکه استفاده از غلظت 50 درصد گلیسرول در فرمولاسیون تهیه پوشش تأثیر منفی روی کاهش جذب روغن داشت و در برخی نمونه‌ها از نمونه شاهد بیشتر بود. همچنین مشخص شد که بین میزان جذب چربی و از دست دادن رطوبت رابطه مستقیمی وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از پوشش‌های تهیه شده از نشاسته اکسید شده سیب‌زمینی در غلظت 10 درصد و نسبت نشاسته به گلیسرول 80 به 20 می‌تواند به طور چشمگیری در کاهش جذب روغن خلال‌های سیب‌زمینی مؤثر باشد.

## 5- سپاس‌گزاری

در اینجا لازم می‌دانم از گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی و آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی به دلیل فراهم نمودن شرایط آزمایش کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

## 6- منابع

1. جوکار، م.، نیکپور، ه.، امین لاری، م.، رضانی، ر.، و مظلومی، م. ت. 1385. تولید آزمایشگاهی چیپس سیب‌زمینی کم چربی با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدی. فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال اول. شماره 3. 9-17.

2. دارائی گرمه خانی، ا.، میرزایی، ح.، مقصدولو، ی.، کاشانی نژاد، م. 1388. تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده‌ی سیب‌زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 16. شماره 3.
3. سرمدی زاده، د.، بدیعی، ف.، احسانی، م.، مفتون آزاد، ن.، و گودرزی، ف. 1390. مطالعه اثر پوشش بر پایه ایزوله پروتئین سویا بر خواص خلال سیب‌زمینی سرخ شده با استفاده از روش پاسخ سطح. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال ششم. شماره 2. 75-86.
4. علی پور، م.، کاشانی نژاد، م.، مقصدولو، ی.، و جعفری، م. 1388. بررسی اثر کاراگینان، دمای روغن و زمان سرخ کردن بر میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده‌ی سیب‌زمینی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران. جلد 5. شماره 1. 21-27.
5. Albert, S., & Mittal, G.S. 2002. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Research International* (35): 445-458.
6. Bouchon, P., & Pyle, D.L. 2005. Modeling oil absorption during post-frying cooling I: Model development. *Food and Bioproducts Processing* (83 c4). 253-260.
7. Debnath, S., Rastogi, N.K., Krishna, A.G.G., & Lokesh, B.R. 2009. Oil partitioning between surface and structure of deep-fat fried potato slices: A kinetic study. *LWT - Food Science and Technology* (42). 1054-1058.
8. Garcia, M.A., Ferrero, C., Bértola, N., Martino, M., & Zaritzky, N. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. 2002. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (3). 391-397.
9. Hu, G., Chen, J., & Gao, J. 2009. Preparation and characteristics of oxidized potato starch films. *Carbohydrate Polymers* (76). 291-298.
10. Khalil, A.H. 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chemistry* (66). 201-208.
11. Kilincceker, O., & Hepsag, F. 2011. Edible Coating Effects on Fried Potato Balls. *Food Bioprocess Technol* (DOI 10.1007/s11947-011-0554-2).
12. Kim, B.K., Lee, J.S., Lee, C.H., & Park, D.J. 2008. Preparation of low-fat uptake frying batter composite by dry particle coating of microparticulated soybean hull. *Swiss Society of Food Science and Technology* (41). 34-41.
13. Krokida, M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., & Marinou-Kouris, D. 2001. Effect of pre-treatment on viscoelastic behaviour of potato strips. *Journal of Food Engineering*. 50:11-17



- acceptability of fried breaded product. *Songklanakarín of Food Science and Technology* (30). 25-34.
27. Varela, P., Fiszman, S.M. 2011. Hydrocolloids in fried foods. A review. *Food Hydrocolloids*. 1-12
28. Vongsawasdi, P., Nopharatana, M., Srisuwatree, W., Pasukcharoenying, S., & Wongkitcharoen, N. 2008. Using modified starch to decrease the oil absorption in fried battered chicken. *Asian Journal of Food and Agro-Industry* 1 (03). 174-183.
29. Walter Jr, W.M., Truong, V. D., & Espinel, K.R. 2002. Textural Measurements and Product Quality of Restructured Sweet potato French Fries. *Lebensm.-Wiss. u.-Technology*. 35: 209-215.
30. Williams, R., & Mittal, G.S. 1999. Low-Fat Fried Foods with Edible Coatings: Modeling and Simulation. *Journal of food science* (64). 317-322.
14. M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., & Marinou-Kouris, D. 2001. Deep fat frying of potato strips- quality issues. *Drying Technology*. 19: 5, 879 - 935
15. MacMillan, B., Hickey, H., Newling, B., Ramesh, M., & Balcom, B. 2008. Magnetic resonance measurements of French fries to determine spatially resolved oil and water content. *Food Research International* (41). 676-681.
16. Mai Tran, T.T., Chen, X.D., & Southern, C. 2006. Reducing oil content of fried potato crisps considerably using a 'sweet' pre-treatment technique.
17. Moyano, P.C., & Bernal, A.Z. 2002. Modeling water loss during frying of potato strips: Effect of solute impregnation. *Drying technology* (20(7)). 1303-1318.
18. Moyano, P.C., Pedreschi, F. 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: Effect of pre-treatments. *Swiss Society of Food Science and Technology* (39). 285-291.
19. Pedreschi, F. & Moyano, P. 2005. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *Swiss Society of Food Science and Technology* (38). 599-604.
20. Rimac-Brnčić, S., Lelas, V., Rade, D., & Šimundić, B. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering* (64). 237-241.
21. Salvador, A., Sanz, T., & Fiszman, S.M. 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. *Food Hydrocolloids* (22). 1062-1067.
22. Talja, R.A., Helén, H., Roos, Y.H., & Jouppila, K. 2007. Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. *Carbohydrate Polymers* (67). 288-295.
23. Talja, R.A., Helén, H., Roos, Y.H., & Jouppila, K. 2008. Effect of type and content of binary polyol mixtures on physical and mechanical properties of starch-based edible films. *Carbohydrate Polymers* (71). 269-276.
24. Thussu, S., & Datta, A.K. 2011. Texture prediction during deep frying: A mechanistic approach. *Journal of Food Engineering*.
25. Troncoso, E., Pedreschi, F., & Zúñiga, R.N. 2009. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. *LWT - Food Science and Technology* (42). 187-195.
26. Usawakesmanee, W., Chinnan, M.S., Wuttijumnong, P., Jangchud, A., & Raksakulthai, N. 2008. Effect of edible coating ingredients incorporated into pre-dusting mix on moisture content, fat content and consumer