

## تغییرات اسیدهای چرب دو نوع روغن در اثر عمل نیمه سرخ کردن سیب زمینی

حبیب‌الله میرزایی<sup>۱</sup>، فتح‌الله بلداجی<sup>۱</sup> و شهرام دخانی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی سابق دکتری و اعضای هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup>عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۲/۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۶/۲۳

### چکیده

در این تحقیق، تغییرات اسیدهای چرب دو نوع روغن قبل و بعد از عمل نیمه سرخ کردن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برای روغن جامد (هیدروژنه) سویا و پنبه‌دانه، میزان اسید پالمیتیک ۰/۸۶ درصد در اثر عمل نیمه سرخ کردن سیب زمینی در دمای روغن ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۵ دقیقه افزایش داشته است یعنی از ۱۰/۷۲ درصد به ۱۱/۸۵ درصد اسید رسیده است که تا حدودی قابل انتظار می‌باشد، در حالی که اسیدهای استئاریک و اولئیک تغییر چندانی پیدا نمی‌کنند بطوری‌که تغییرات آنها به ترتیب از ۵/۵۴ به ۵/۷۸ درصد و از ۳۶/۷۶ به ۳۴/۸۱ درصد می‌باشد. اسید لینولئیک روغن جامد از ۴/۴۳ درصد به ۳/۵۴ درصد کاهش پیدا یافت اما برای روغن آفتابگردان مایع کاهش اسیدهای پالمیتیک و اولئیک به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۶۳ درصد بود. اسید لینولئیک همین روغن، با عمل نیمه سرخ کردن از ۶۰/۷۶ به ۶۱/۰۵ افزایش یافت ولی اسید لینولنیک آن از ۰/۹۴ درصد به ۰/۶۳ درصد کاهش پیدا کرد. بنابراین روغن آفتابگردان به لحاظ تغییرات جزئی در اسیدهای چرب غیراشباع محتوی بخصوص اسید لینولنیک، روغنی مناسب برای عمل نیمه سرخ کردن سیب‌زمینی محسوب می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** روغن هیدروژنه سویا و پنبه‌دانه، روغن مایع آفتابگردان، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک.

### مقدمه

نیمه سرخ کردن فرایندی است که معمولاً برای افزایش کیفیت خوراکی یک ماده غذایی انجام می‌گیرد. نیمه سرخ کردن نقش نگهدارندگی نیز دارد و موجب نابودی میکروارگانیزم‌ها و آنزیم‌ها یا کاهش فعالیت آبی در ماده غذایی می‌شود. عمل نیمه سرخ کردن سیب‌زمینی معمولاً در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه صورت می‌گیرد. اصولاً برای عمل نیمه سرخ کردن از دو

یا سه روغن استفاده می‌شود که مهمترین آنها روغن مایع آفتابگردان و جامد (هیدروژنه) سویا و پنبه‌دانه می‌باشد. روغن هیدروژنه به دلیل مقاومت بیشتر در برابر تند شدن بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی این روغن هنگام نیمه سرخ کردن به دلیل عواملی مانند هیدرولیز، اکسیداسیون و پلیمریزاسیون فاسد می‌گردد (میرزایی، ۱۳۷۹).

هیدروژنه جامد مخلوط سویا و پنبه‌دانه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**الف- واریته‌های مورد آزمایش:** در این تحقیق، سه واریته سیب‌زمینی به نام‌های کوزیما، دراگاو و فولوا از مزرعه شرکت کشت و صنعت گرگان برای انجام آزمایش‌ها اختصاص داده شد. برخی از این آزمایش‌ها در آزمایشگاه شرکت مذکور و بعضی از آنها در واحد تحقیق و توسعه شرکت مارگارین وابسته به توسعه صنایع بهشهر انجام گردید.

**ب- مواد شیمیایی:**

کلیه مواد شیمیایی با خلوص بیش از ۹۹ درصد و از کمپانی‌های زیر بودند: روغن‌های آفتابگردان مایع و جامد هیدروژنه مخلوط سویا و پنبه‌دانه لادن از شرکت صنعتی بهشهر.

**خصوصیات روغن آفتابگردان مایع:** اندیس صابونی ۱۹۴-۱۸۸، مواد غیر صابونی حداکثر ۱/۳ درصد، اسید چرب آزاد (بر حسب اسید اولئیک) ۲ درصد، رطوبت و مواد فرار حداکثر ۰/۵ درصد، رنگ لایبوند حداکثر ۲/۵ واحد قرمز، اسید لینولئیک حداکثر ۱ درصد و اندیس پراکسید ۱۰ (میلی‌اکی‌والانت بر کیلوگرم) (۱۹۹۴).

**خصوصیات روغن جامد هیدروژنه مخلوط سویا و پنبه‌دانه:** اندیس صابونی ۱۹۲-۱۸۹، مواد غیرصابونی حداکثر ۱/۱ درصد، اسید چرب آزاد (بر حسب اسید اولئیک) ۱ درصد، رطوبت و مواد فرار حداکثر ۰/۷ درصد، رنگ لایبوند حداکثر ۲ واحد قرمز، اسید لینولئیک حداکثر ۰/۱ درصد و اندیس پراکسید ۸ (میلی‌اکی‌والانت بر کیلوگرم) (اسپیدیو، ۱۹۹۴)، این روغن‌ها از بازار مصرف به‌طور آماده خریداری شده‌اند.

-کلروفرم، اسید استیک، هپتان، تری‌فلوئوریدوبور، متانول، سود، سولفات سدیم از شرکت مرک آلمان.

روغن اکسید شده می‌تواند سیب تیره شدن رنگ، تولید کف، عطر، طعم نامطبوع و بوی خارجی گردد، علاوه بر اینکه زمان نگهداری محصول نیمه سرخ شده را نیز کاهش می‌دهد (پان و هادزگوف، ۱۹۷۸). عمر مفید فرآورده‌های نیمه‌سرخ شده از طریق میزان رطوبت محتوی پس از عمل نیمه‌سرخ کردن تعیین می‌شود (پان و هادزگوف، ۱۹۷۸). فاکتور مهم دیگری که بر کیفیت فرآورده سیب‌زمینی تأثیر می‌گذارد میزان جذب روغن است که در خلال بستگی به درجه خشکی خلال‌ها قبل از نیمه‌سرخ کردن، ترکیب شیمیایی ماده خام، اندازه خلال‌ها، دمای روغن و زمان نیمه سرخ کردن دارد (هابارد، ۱۹۹۷). از آنجا که تهیه چیپس با روغن خوراکی بخصوص روغن مایع صورت می‌گیرد ورقه‌های نازک سیب‌زمینی هنگام نیمه‌سرخ کردن مقدار قابل توجهی روغن را در خود جذب می‌کنند و ممکن است اسیدهای چرب غیراشباع اینگونه روغن‌ها شدیداً در معرض عواملی نظیر نور، حرارت، اکسیژن، و یون فلزات قرار گرفته و پس از مدت کوتاهی، بوی نامطبوع در چیپس ایجاد شده و آن را نامرغوب می‌کند (لیسینیکا و لزنسیسی، ۱۹۸۹؛ اسپیدیو، ۱۹۹۴).

در صورتی که محصول با روغن جامد (هیدروژنه) تهیه شده باشد این نوع فساد شیمیایی به مراتب کمتر و طول عمر چیپس هم بیشتر خواهد شد (ماسا، ۱۹۸۳). عواملی مانند گرما، اکسیژن، هوا، نور یا آلودگی روغن با یون فلزاتی نظیر آهن و مس باعث یک سری فعل و انفعالات شیمیایی بطور خودکار بر روی اسیدهای چرب غیر اشباع روغن نظیر اسید اولئیک و اسید لینولئیک می‌گردد. در نهایت ترکیبات فرار با طعم و بوی بد در بسته‌های چیپس بوجود می‌آیند که برای خریدار و مصرف کننده نامطلوب می‌باشد (دخانی و تجددطلب، ۱۳۵۷).

هدف از این تحقیق، بررسی میزان تغییرات اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع خلال سیب‌زمینی در اثر عمل نیمه‌سرخ کردن با دو روغن آفتابگردان مایع و روغن

### ج- دستگاهها و تجهیزات:

- ترازوی مدل متلر پی ال ۱۲۰۰<sup>۱</sup> ساخت کشور آلمان جهت توزین سیبزمینی و خلالهای حاصله.

- دستگاه سوکسله ساخت کشور آلمان برای اندازه گیری چربی موجود در خلالهای نیمه سرخ شده سیبزمینی.

دستگاه پوست گیری سایشی مدل آزمایشگاهی آگواسکی<sup>۲</sup> ساخت ایران جهت جدا کردن پوست سیبزمینی در هنگام تهیه خلال.

- دستگاه سرخ کن الکتریکی با ظرفیت ۴ کیلوگرم ساخت ایران برای نیمه سرخ کردن سیبزمینی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه در دو روغن مایع و جامد (هیدروژنه).

- دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۳</sup> مدل ۲۰۳۷-۲۲۳ شیمادزو<sup>۴</sup> ساخت کشور ژاپن به منظور تعیین اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسیدلینولئیک، اسیدلینولئیک، اسید آراشیدونیک و اسید بهینیک در روغن های جامد و مایع قبل و بعد از نیمه سرخ کردن خلال های سیبزمینی.

د- روش تهیه نمونه برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی: رقم های مورد نظر پس از شسته شدن، با دستگاه مربوطه، پوست گیری شدند، سپس به صورت خلال به قطر ۱۱/۳ میلی متر به طول ۲ سانتی متر درآمدند و در آب داغ ۹۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از آب کشی، خلال ها در دو روغن مایع و جامد (هیدروژنه) در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه نیمه سرخ شدند. چربی موجود در خلال نیمه سرخ شده توسط روش سوکسله استخراج شد و سپس ۳۵۰ میلی گرم نمونه چربی، در فلاسک ۵۰ سی سی قرار گرفته و به طور تقریبی ۶ سی سی سود نیم مولار در متانول اضافه گردید. عمل جوشش تحت شرایط رفلاکس، به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه

انجام گرفت. در حین کندانس شدن ۷ سی سی تری فلوئوریدبور ۱۴ درصد در متانول اضافه شد. عمل جوشش به مدت ۲ دقیقه دیگر ادامه یافت و در همین شرایط ۲ تا ۵ سی سی هپتان اضافه گردید و جوشش برای مدت ۱ دقیقه دیگر ادامه یافت. بعد از سرد شدن، محلول نمک طعام اشباع اضافه شد. حدود ۱ سی سی محلول لایه هپتان را به لوله ویالی انتقال داده و سپس مقدار جزئی (قابل اغماض) سولفات سدیم اضافه گردید. این محلول تهیه شده حاوی ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر، متیل استر مناسب جهت تزریق بود (هابارد، ۱۹۹۷؛ پتل، ۱۹۹۵).

### نتایج و بحث

۱- تعیین اسید چرب روغن جامد (هیدروژنه) با استفاده از GC: ترکیب شیمیایی روغن مصرفی در جدول ۱ نشان داده شده است.

۲- تعیین اسیدهای چرب محتوی خلال های سیبزمینی سرخ شده با روغن جامد سویای هیدروژنه و پنبه دانه هیدروژنه با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی: نتایج حاصل از ترکیب شیمیایی اسیدهای چرب خلال های نیمه سرخ شده با روغن جامد سویای هیدروژنه و پنبه دانه هیدروژنه خالص نشان می دهد که اسید پالمیتیک به میزان ۰/۸۶ درصد افزایش یافته، در حالی که اسیدهای چرب استئاریک و اولئیک تغییر محسوسی نداشته اند. در صورتی که زمینه اسید لینولئیک که یک اسید چرب غیراشباع می باشد کاهش محسوسی را به میزان ۰/۸۹ درصد نشان می دهد. تصور می شود کاهش جزئی ناشی از خطای آزمایش باشد که در بعضی آزمایش ها قابل پیش بینی است. علت عدم تغییر توسط حرارت، دمای پایین نیمه سرخ کردن است که خود یک فاکتور مطلوب جهت افزایش طول عمر نگهداری محصول محسوب می شود.

نتایج این آنالیز در جدول ۲ نشان داده شده است و نمودار مقایسه ای نیز در شکل ۱ تعیین شده است.

- 1- Meteler- pl- 1200
- 2- Ogawaski
- 3- Gas Chromatography
- 4- Shimadzu

۳- تعیین میزان اسیدهای چرب روغن آفتابگردان مایع و اسیدهای چرب محتوی خلل‌های سیب‌زمینی نیمه‌سرخ شده با استفاده از دستگاه GC: جدول‌های ۳ و ۴ میزان اسیدهای چرب روغن آفتابگردان مایع و اسیدهای چرب محتوی خلل‌های نیمه‌سرخ شده را نشان داده شده‌اند. مقایسه نتایج به دست آمده از دو آنالیز نشان می‌دهد که این تغییرات در مورد اسید پالمیتیک حدود ۰/۳۸ درصد کاهش، اسید استئاریک خیلی جزئی، اسید اولئیک حدود ۰/۶۳ درصد کاهش، اسید لینولئیک ۰/۲۹ درصد افزایش، اسید لینولئیک ۰/۳۱ درصد کاهش برآورد شده است.

تغییرات جزئی که در اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بوجود آمده است تصور می‌شود ناشی از خطای دستگاه و بر اثر پروسه حرارتی باشد (شکل ۲).

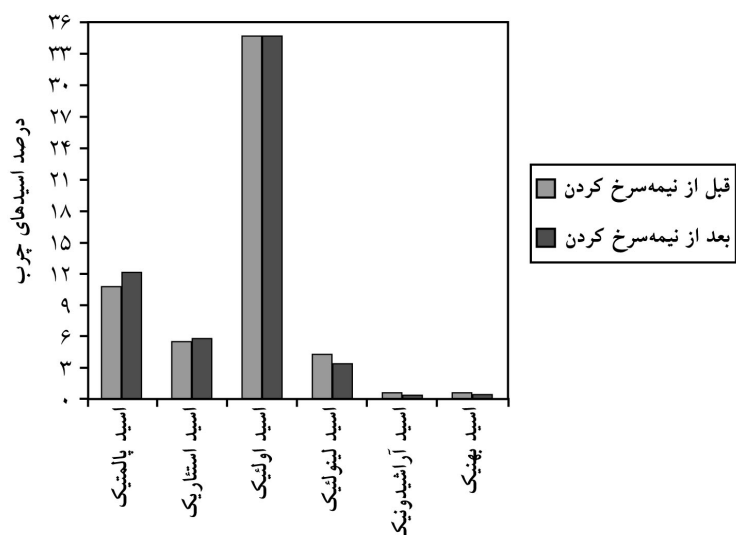
علاوه بر خطای دستگاه که امری اجتناب‌ناپذیر است، تأثیر حرارت در این تغییر ترکیب اسیدهای چرب امری قابل توجه می‌باشد. از آنجا که اثر حرارت بر روی اسیدهای چرب اشباع ناچیز است، تغییرات اسید استئاریک و اسید پالمیتیک کم می‌باشد، اما تغییر اسید اولئیک قابل توجه است. البته افزایش اندیس پراکسید هم در این رابطه قابل پیش‌بینی است که این امر در کاهش طول عمر نگهداری محصول مؤثر است (میرزایی، ۱۳۷۹).

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن جامد هیدروژنه مخلوط سویا و پنبه‌دانه با استفاده از گاز کروماتوگرافی.

نام اسید چرب	درصد	زمان ماندگاری اسید چرب (دقیقه)	سطح زیر پیک (واحد کروماتوگرافی)
اسید پالمیتیک	۱۰/۷۲	۸/۲۵	۹۴۶۲
اسید استئاریک	۵/۵۴	۱۰/۶۳	۴۸۸۸
اسید اولئیک	۳۴/۷۶	۱۱/۲۱	۳۰۶۷۸
اسید لینولئیک	۴/۴۳	۱۲/۱۷	۳۹۰۹
اسید آراشیدونیک	۰/۴۹	۱۴/۷۱	۴۲۸
اسید بهنیک	۰/۵۴	۲۱/۶۹	۴۷۳

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب خلل‌های نیمه‌سرخ شده با روغن جامد هیدروژنه مخلوط سویا و پنبه‌دانه با استفاده از گاز کروماتوگرافی.

نام اسید چرب	درصد	زمان ماندگاری اسید چرب (دقیقه)	سطح زیر پیک (واحد کروماتوگرافی)
اسید پالمیتیک	۱۱/۸۵	۸/۲۴	۴۳۲۲
اسید استئاریک	۵/۷۸	۱۰/۵۹	۲۱۰۶
اسید اولئیک	۳۴/۸۱	۱۱/۱۶	۱۲۹۲
اسید لینولئیک	۳/۵۴	۱۲/۱۵	۱۲۹۲
اسید آراشیدونیک	۰/۴۲	۱۴/۶۷	۱۵۲
اسید بهنیک	۰/۵۲	۲۱/۶۲	۴۷۲



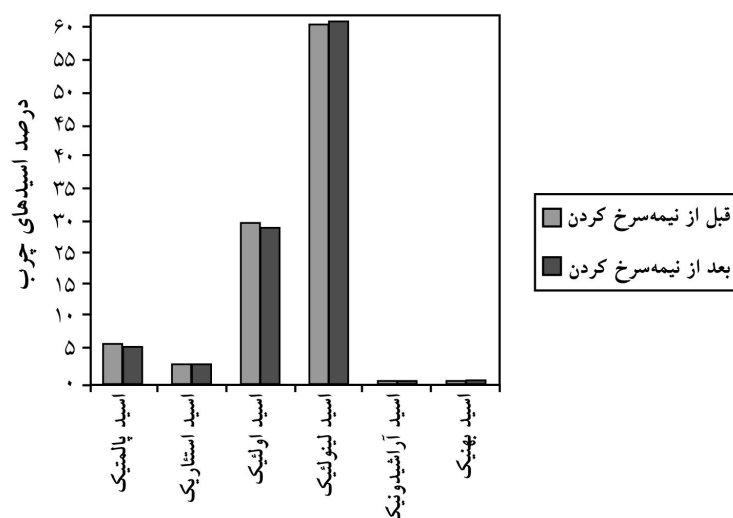
شکل ۱- نمودار مقایسه‌ای اسیدهای چرب روغن جامد هیدروژنه مخلوط سویا و پنبه‌دانه قبل و بعد از نیمه‌سرخ کردن خلال‌های سیب‌زمینی.

جدول ۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن آفتابگردان مایع با استفاده از GC.

نام اسید چرب	درصد	زمان ماندگاری اسید چرب (دقیقه)	سطح زیر پیک (واحد کروماتوگرافی)
اسید پالمیتیک	۶/۷۷	۸/۲	۱۳۵۵۳
اسید استئاریک	۳/۶	۱۰/۵	۷۲۰۶
اسید اولئیک	۲۷/۰۷	۱۱/۱۷	۵۴۱۸۳
اسید لینولئیک	۶۰/۷۶	۱۲/۲۸	۱۲۳۱۶۱۷
اسید آراشیدونیک	۰/۲۳	۱۴/۵۹	۴۵۹
اسید بهنیک	۰/۶۴	۲۱/۵۶	۱۲۷۲

جدول ۴- ترکیب اسیدهای چرب خلال‌های نیمه سرخ شده سیب‌زمینی با روغن آفتابگردان مایع با استفاده از GC.

نام اسید چرب	درصد	زمان ماندگاری اسید چرب (دقیقه)	سطح زیر پیک (واحد کروماتوگرافی)
اسید پالمیتیک	۶/۳۹	۸/۲	۴۷۲۴
اسید استئاریک	۳/۶۳	۱۰/۵۶	۲۶۸۲
اسید اولئیک	۲۶/۴۴	۱۱/۱۳	۱۹۵۳۶
اسید لینولئیک	۶۱/۰۵	۱۲/۲	۴۵۱۰۴
اسید آراشیدونیک	۰/۲۳	۱۴/۶۲	۱۶۸
اسید بهنیک	۰/۷۵	۲۱/۶۲	۵۵۶



شکل ۲- نمودار مقایسه‌ای اسیدهای چرب روغن آفتابگردان مایع قبل و بعد از نیمه سرخ کردن خلال‌های سیب‌زمینی.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای مهندس حسین سبیلی سرپرست محترم وقت واحد تحقیق و توسعه و سایر کارکنان شرکت مارگارین تشکر می‌شود.

نتایج این آزمایش، نتایج باسیر (۱۹۹۴) را که روی واریته‌های بومی آمریکا انجام داده، تأیید می‌نماید. همچنین این نتایج با یافته‌های پان و هادزیگوف (۱۹۷۸) که بر روی واریته‌های سیب‌زمینی بومی کانادا انجام شده، همخوانی دارد.

### منابع

- دخانی، ش. و تجدد طلب، ک. ۱۳۵۷. بررسی اثر درجه حرارت بر روی اتواکسیداسیون چربی‌ها و کیفیت چپیس و آجیل‌آلات، کتاب نهمین کنگره‌های صنایع غذایی. دانشگاه تهران صفحه ۷۹-۷۵.
- میرزایی، ح. ۱۳۷۹. بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نوع و جذب روغن بر روی خلالهای نیمه سرخ کرده، سه واریته سیب‌زمینی استان گلستان در طول تهیه و زمان ماندگاری، پایان‌نامه دکتری صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱۴۷ صفحه.
- Bawsier, W. 1994. Method of making reduced fat deep-fried, United States patent, 19: 125-160, Academic Press.
- Bzrbanti, D. 1994. The frying operation. *Industrie Alimentari*, Italy, 33: 318-324.
- Calder, J.W. 1994. Process for producing frozen par fried potato strips, United States Patent, 19:612-615 New York: Academic Press.
- Gould, W.A. 1974. Evaluation of potato before and after storage regimes for chipping. *AM. Potato. J.* 59: 133-142.
- Hubbard, W.O. 1997. Individual lipids and proximate analysis of various foods. *J. of Agriculture and Food Chemis.* 25:1280-1281
- Lisinska, G., and Leszgnisici, W. 1989. *Potato Science and Technology*, Wroktaw. Poland. 321p.
- Massa, G. 1983. Processing nutrition quality changes in potato tubers during growth and long term storage. *Can. Inst. Food Sci. Tech. J.*, 16: 39-45.
- Petelle, J. 1995. Method of making for free potato chips, United stated. Patent, 54: 600-610
- Pun, W.H., and Hadzigev, K. 1978. Lipids raw and granulated potatoes, *J. Inst. Can. Sci. Tech.* 11:134-137.
- Rhee, K.S. 1996. Lipid oxidation potential of beef chicken and Pork, *J. of Food Science*, 61(1), 8-12.
- Spebedio, J. 1994. Lipid composition of some commercial Frozen Prefried French Fries. *Fett Wissenschaft Technology*, 96 (6): 234-232.
- Yanhma, C.V. 1998. Oil Content of french fried Potato, United State Patent, 21: 42-48.

## **Changes in fatty acids content of two oils used for partially frying of potato**

**H. Mirzaei<sup>1</sup>, F. boldaji<sup>1</sup> and SH. Dokhani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Former Ph.D. Student and Faculty member of Gorgan Univ. of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>2</sup>Faculty member, College of Agriculture, Isfahan Technology University, Iran

---

---

### **Abstract**

In this study, for partially frying potato, changes in fatty acids content of two oils used before and after, were studied. The results of this study showed that palmitic acid content of hydrogenated oils of soy and cottonseed increased about 0.86% due to partially frying at temperature of oil at, 100°C for 5 min, this means that the amount of changes were from 10.72% to 11.85% of fatty acids, which was predictable, while stearic acid and oleic acid showed minor changes. The changes evaluated were from 5.54% to 5.78% for stearic acid and 36.76% to 34.81% for oleic acid respectively. Linoleic acid of hard oil reduced from 4.43% to 3.54% but in the case of sunflower oil (liquid), the reduction in palmitic and oleic acids were 0.38% and 0.63% respectively. Content of linoleic acid of same oil used for partially potato frying, increased from 60.76% to 61.05%, but linolenic acid of the same oil decreased, from 0.94% to 0.63%. Therefore, due to minor changes occurred in unsaturated fatty acids (USFA), especially linolenic acid content of sunflower oil is considered suitable oil for partially frying of potato.

**Keywords:** Soy; Cotton hydrogenated oil; Sunflower oil; Linoleic acid; Linolenic acid; Palmitic acid; Stearic acid