مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سیزدهم، شماره 3، پاییز 1397، صفحات 79-67

بهینه‌سازی تأثیر پوشش دهی با ژل آلوئه ورا، زمان و دمای سرخ کردن بر جذب روغن و خواص حسی چیپس هویج سرخ‌شده با استفاده از روش سطح پاسخ

نرجس آقاجانی[1]، اشرف گوهری اردبیلی[2]، امیر دارائی گرمه خانی[3]

1- نویسنده مسئول: استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی بهار، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
پست الکترونیکی: narjes_aghajani@yahoo.com

2- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی بهار، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

3- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی و منابع طبیعی تویسرکان، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت: 96/5/23 تاریخ پذیرش: 96/9/4

چکیده

سابقه و هدف: عوامل مختلفی بر کیفیت و میزان روغن جذب شده در محصولات سرخ شده مؤثر می‌باشند که زمان و دمای سرخ کردن از مهمترین آن‌ها می‌باشد. همچنین تحقیقات زیادی در زمینه نقش مؤثر مواد هیدروکلوئیدی در کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده صورت گرفته است اما در ارتباط با نقش ژل آلوئه ورا در تولید محصولات سرخ شده کم چرب تحقیق چندانی صورت نگرفته است لذا در این تحقیق تأثیر غلظت ژل آلوئه‌ورا، دما و زمان سرخ کردن بر جذب روغن و خواص کیفی چیپس هویج سرخ شده بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا به عنوان پوشش (0، 10 و 20 درصد وزنی/ حجمی)، دما (150، 170 و 190 درجه سلسیوس) و زمان (2، 4 و 6 دقیقه) سرخ کردن بر جذب روغن و خواص حسی چیپس هویج سرخ‌شده با استفاده از روش سطح پاسخ بهینه سازی شد. کلیه آزمون ها در دو تکرار انجام شد.

یافته‌ها: با افزایش غلظت پوشش، اتلاف رطوبت و میزان جذب روغن طی سرخ شدن کاهش یافت. با افزایش زمان و دمای سرخ کردن، میزان رطوبت نمونه‌های هویج سرخ شده روند نزولی داشته و جذب روغن نمونه‌ها افزایش یافت. ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که پذیرش کلی چیپس هویج سرخ شده با افزایش زمان و دمای سرخ کردن افزایش می یابد اما با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا کاهش یافت. نتایج بهینه‌سازی نشان داد که زمان 2 دقیقه، غلظت ژل آلوئه‌ورا 6/94% و دمای 182 درجه سلسیوس، شرایط بهینه فرآیند سرخ کردن ورقه های هویج بوده و با شرایط مذکور پارامترهای حسی و کیفی چیپس هویج سرخ شده به صورت بهینه حفظ می‌شود.

نتیجه‌گیری: استفاده از پوشش آلوئه‌ورا می‌تواند منجر به تولید محصول هویج سرخ‌شده کم چرب بدون تأثیر نامطلوب بر خواص حسی و کیفی محصول شود.

واژگان کلیدی: چیپس هویج سرخ‌شده، ژل آلوئه‌ورا، پوشش‌دهی، جذب روغن، زمان و دمای سرخ کردن

• مقدمه

سرخ کردن عمیق روشی رایج در آماده سازی سریع مواد غذایی با ویژگی‌های حسی مطلوب می‌باشد. در این فرایند انتقال جرم و حرارت به‌طور همزمان صورت می‌گیرد به طوری که با انتقال گرمای روغن به ماده غذایی، رطوبت بافت آن تبخیر شده و روغن جایگزین آن می‌شود (2، 1). در واقع فرآیند سرخ کردن در روغن داغ با دمای بالا (160 تا 180 درجه سانتی‌گراد) نوعی فرآیند خشک کردن سریع به حساب می‌آید که در بهبود خواص مکانیکی و ساختاری محصول نهایی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. این شرایط منجر به انتقال سریع حرارت، پخت سریع، قهوه‌ای شدن، بهبود بافت و عطر و طعم محصول می‌شود. از نظر تغذیه‌ای مصرف چربی عامل اصلی اضافه وزن و بیماری‌های قلبی در افراد شناخته شده است. از طرف دیگر، چربی اضافی در مواد غذایی سرخ شده، قیمت محصول را نیز افزایش می‌دهد. با رشد آگاهی مصرف‌کنندگان تقاضا برای محصولات غذایی با میزان روغن پایین‌تر افزایش پیدا کرده است. بنابراین مقدار روغن و چربی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

محصولات غذایی باید مورد توجه قرار گیرد. عوامل متعددی مانند کیفیت روغن، ترکیبات شیمیایی و منشاء آن (حیوانی یا گیاهی)، دما و مدت زمان سرخ کردن، ترکیب ماده غذایی (برای مثال رطوبت و مواد جامد آن و تخلخل، نسبت سطح به وزن محصول، پیش تیمارهای قبل از سرخ کردن نظیر آبگیری اسمزی، سرخ کردن در خلأ، پیش خشک‌کردن، آنزیم‌بری، میدان الکتریکی پالسی، فشار بالا و غیره، پوشش‌دهی ماده غذایی با مواد هیدروکلوئیدی و آردی همچون آردهای ذرت، سویا، گندم، جوانه جو و اندازه ماده غذایی بر میزان مؤثر جذب روغن طی فرآیند سرخ کردن تأثیر دارند (3-1) بنابراین اصلاح یک یا چندی از این فاکتورها می‌تواند تأثیر بسزایی بر جذب روغن فرآورده نهایی داشته باشد. فاکتورها و عوامل مؤثر بر جذب روغن ماده غذایی در حین سرخ کردن به دو گروه عوامل افزایش دهنده جذب روغن نظیر ناصافی و زبری سطح ماده غذایی (4)، نازکی محصول (5)، افزایش سطح محصول و تخلخل (7، 6) و عوامل کاهش دهنده شامل خشک کردن مقدماتی (8)، پایین بودن مقدار رطوبت اولیه (5) و پوشش دهی ماده غذایی (15-9) تقسیم می‌شوند. استفاده از پوشش-های خوراکی روش مناسبی برای کاهش جذب روغن در هنگام سرخ کردن می‌باشد (12-10). از آنجا که خصوصیات سطح ماده غذایی برای جذب روغن بسیار مهم است، استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌تواند روش مناسبی برای کاهش جذب روغن در حین سرخ کردن باشد. پوشش‌دهی ماده غذایی قبل از سرخ کردن با ایجاد لایه‌ای یک شکل و یکنواخت در اطراف ماده غذایی باعث ممانعت از انتقال رطوبت از داخل ماده غذایی به پوسته و یا جذب رطوبت از محیط پیرامون به داخل پوسته، حفظ تردی محصولات سرخ شده و نیز بهبود عطر و طعم ماده غذایی می‌شود. اجزاء تشکیل دهنده پوشش‌های خوراکی می‌تواند هیدروکلوئیدها، چربی‌ها یا ترکیبی از هر دو باشد اما تمایل به استفاده از هیدروکلوئیدها به علت اینکه آنها خواص سد کنندگی (Barrier properties) خوبی نسبت به اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و چربی‌ها نشان می‌دهند بیشتر است. مواد قابل استفاده به عنوان پوشش شامل پروتئین‌ها، مشتقات سلولز، آلژینات، پکتین‌ها، نشاسته‌ها و سایر پلی ساکاریدها می‌باشند. نکته قابل توجه درباره مناسب بودن یک ماده برای پوشش‌دهی محصولات سرخ شده، نفوذپذیری آن ماده به روغن می‌باشد که این پارامتر به قابلیت انحلال روغن در پوشش و پخش مناسب روغن در کل ضخامت آن بستگی دارد. با استفاده از افزودنی‌ها، خواص فرآویژه (Functional properties)، ارگانولپتیک، تغذیه‌ای و بافتی نیز می‌تواند تغییر یابد. پوشش‌دهی مواد غذایی به صورت غوطه‌وری و پاششی صورت می‌گیرد (1). معمولا خصوصیات قابل ذکر پوشش‌ها در رابطه با جذب روغن، مقدار رطوبت، نفوذپذیری کم به رطوبت، تشکیل حرارتی ژل یا اتصالات عرضی می‌باشد (16). در زمینه استفاده از پوشش‌های خوراکی جهت تولید محصولات کم چرب تحقیقات زیادی صورت گرفته است به عنوان مثال Akdeniz (2004) تأثیر افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) صمغ گوار، صمغ زانتان و همچنین ترکیب گوار- زانتان به فرمولاسیون پوشش، را در کیفیت قطعات سرخ شده هویج ارزیابی نمودند و مشخص شد که استفاده از هیدروکلوئیدها باعث کاهش جذب روغن و بهبود خواص کیفی محصول نهایی شد (3).

امین لاری و همکاران (2005) در زمینه تولید چیپس سیب‌زمینی پوشش‌دهی شده با پروتئین کار کردند. آنها قطعات سیب‌زمینی تهیه شده را بعد از آنزیم‌بری، در محلولی از سدیم کازئینات، کنسانتره پودر آب پنیر و سفیده تخم مرغ غوطه‌ور کردند و در مخلوطی از روغن ذرت و روغن هیدروژنه تجاری سرخ نمودند. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی چیپس با پروتئین، باعث کاهش قابل توجه مقدار جذب روغن در محصول نهایی شد که می‌تواند به علت دناتوره شدن پروتئین-ها باشد. همچنین مشخص شد که پوشش‌دهی چیپس سیب-زمینی با سدیم کازئینات، کنسانتره پروتئین آب پنیر و پروتئین سفیده تخم مرغ به ترتیب منجر به کاهش جذب روغن به میزان 14/5، 13/2 و 12% شد (2).

Garcia و همکاران (2002) از متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز برای پوشش‌دهی خلال سیب‌زمینی به منظور کاهش جذب روغن، در هنگام سرخ کردن استفاده کردند. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با متیل سلولز در کاهش جذب روغن نسبت به هیدروکسی پروپیل متیل سلولز بیشتر مؤثر بود. بهترین فرمولاسیون برای سرخ‌کردن سیب-زمینی استفاده از 1% متیل سلولز و 0/5% سوربیتول بود. برای این فرمولاسیون جذب روغن در مقایسه با خلال‌های سیب-زمینی بدون پوشش‌دهی به میزان 40/6% کاهش یافت بدون اینکه اختلاف معنی‌داری در بافت نمونه‌های پوشش‌دهی شده و شاهد، مشاهده شود (17).

دخانی و همکاران (1386) استفاده از پکتین، ژلاتین، کربوکسی متیل سلولز، نشاسته و کنسانتره پروتئینی آب پنیر در کاهش جذب روغن و کیفیت خلال‌های سیب‌زمینی نیمه سرخ شده منجمد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با پکتین 5 درصد، بیشترین اثر بر بهبود

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

خصوصیات بافتی، رنگ، کاهش جذب روغن و افزایش رطوبت خلال‌های سیب‌زمینی داشت (18).

Susanne و Gauri (2002) نشان دادند که مواد هیدروکلوئیدی نظیر ژلاتین، صمغ ژلان، کاپا کاراگینان، متیل سلولز، پکتین و ایزوله پروتئین آب پنیر باعث کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده بر پایه غلات می‌شوند (19).

دارائی و همکاران نشان دادند که پوشش‌دهی خلال و چیپس سیب‌زمینی با مواد هیدروکلوئیدی مختلف (پکتین، کربوکسی متیل سلولز، گوار، کتیرا و زانتان) قبل از فرآیند سرخ کردن به طور معنی‌داری باعث کاهش جذب روغن محصول نهایی در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش (شاهد) شد که نه تنها بر خواص حسی و بافتی محصول تأثیر منفی نداشت بلکه نتایج ارزیابی حسی و بررسی خواص کیفی محصولات تولیدی نیز حاکی از بهبود بافت، رنگ و خواص حسی محصول کم چرب تولیدی (پوشش‌دهی شده) در مقایسه با نمونه های شاهد (بدون پوشش) بود (13-9).

آلوئه ورا (*Aloe barbadensis miller*) عضو خانواده‌ی *Lileacea* بوده و به دلیل خواص دارویی آن در طب سنتی مورد توجه است. این گیاه دارای دو بخش ژل و شیرابه بوده و رطوبت آن بیش از 98% می‌باشد و حاوی ترکیبات پلی ساکاریدی مختلف از جمله پکتین، سلولز، همی سلولز و گلوکومانان (Glucomanan) و آسمانان (Acemannan) می‌باشد که با توجه به خواص این گیاه به عنوان پوشش خوراکی بر پایه کربوهیدرات، امروزه در فرآوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (20).

مصرف هویج به دلیل دارا بودن بتاکاروتن که پیش‌ساز ویتامین A می‌باشد برای ارتقاء بهبود و کارایی چشم مفید است لذا در این مطالعه از هویج جهت تولید محصول سرخ شده جدید جایگزین اسنک‌ها و چیپس‌های رایج استفاده شد تا بتواند تأمین کننده بخشی از نیاز ویتامینی افراد مصرف کننده بخصوص کودکان باشد. همچنین با توجه به مضرات بالا بودن درصد روغن در محصولات سرخ شده لذا این مطالعه با هدف بررسی و بهینه‌سازی مهمترین عوامل مؤثر بر فرآیند سرخ کردن عمیق نظیر دما و زمان سرخ کردن و استفاده از ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های مختلف (0، 10 و 20 درصد وزنی-حجمی) به عنوان پوشش خوراکی در میزان جذب روغن، خواص کیفی و حسی چیپس هویج سرخ شده انجام شد.

• مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونه‌های هویج از بازار محلی در سطح شهر همدان تهیه و پس از پوست‌گیری با چاقوی استیل زنگ نزن به صورت ورقه‌هایی با ضخامت 5 میلی‌متر برش داده و تا قبل از شروع آزمایشات در یخچال نگهداری شد.

آماده سازی محلول‌های پوشش دهی و تهیه‌ی نمونه‌ها: به منظور تهیه‌ی سوسپانسیون‌های کلوئیدی، گیاه آلوئه‌ورا پوست‌گیری و ژل آن استخراج گردید و توسط همزن خانگی (شرکت نوواک) همگن و یکنواخت شد. برای تهیه‌ی محلول‌ها از آب مقطر با دمای محیط استفاده و محلول‌های 0، 10 و 20 درصد وزنی-حجمی تهیه گردید. چیپسی هویج تهیه شده با ضخامت 5 میلی‌متر توزین و وزن آن‌ها ثبت گردید. سپس نمونه‌ها به مدت یک دقیقه در محلول‌های کلوئیدی (نسبت محلول به هویج 3 به 1 وزنی- وزنی) قرار داده شدند و سپس روی صافی قرار گرفتند تا محلول اضافی خارج شود و مجدداً توزین شدند.

آماده سازی نمونه‌ها جهت سرخ کردن: نمونه‌های پوشش-دهی شده در سرخ کن خانگی (دلونگی مدل F13232، ایتالیا) در روغن مخصوص سرخ کردنی (شرکت بهار، ایران) در درجه حرارت‌های 150، 170 و 190 درجه سلسیوس به مدت 2، 4 و 6 دقیقه سرخ شدند (نسبت نمونه‌ها به روغن 1 به 10). پس از سرخ شدن روی صافی قرار گرفته تا روغن اضافی آن‌ها خارج شود. پس از روغن‌گیری و کاهش دما، نمونه‌ها توزین و جهت ارزیابی‌های بعدی آماده شدند (11-10).

تعیین ماده خشک و رطوبت: ماده خشک و رطوبت در آون 80 درجه سلسیوس طی مدت 24 ساعت اندازه‌گیری شد (11-10).

میزان چربی: اندازه‌گیری چربی نمونه‌های سرخ‌شده به روش استخراج سرد انجام شد. برای این کار، نمونه‌ها در 2 تکرار در حلال ان هگزان هر بار به مدت 48-24 ساعت قرار داده شدند (11-10).

رنگ نمونه‌ها: تغییرات رنگ نمونه‌های سرخ شده با استفاده از روش پردازش تصویر و عکس‌برداری از نمونه‌ها (نمونه‌ها درون محفظه تاریکی قرار داده شدند و شدت نور یکسانی برای کلیه نمونه‌ها اعمال می‌شد) با استفاده از دوربین دیجیتال (شرکت سامسونگ، مدل WB350F با بزرگ‌نمایی 3264×1836) و تجزیه و تحلیل پارامترهای رنگی با استفاده

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

از نرم‌افزار فتوشاپ (نسخه‌ی Adobe Photoshop cs6) انجام شد. پارامترهای رنگی L، a، b، توسط نرم‌افزار فتوشاپ تعیین و سپس اختلاف رنگ کلی نمونه ΔE با نمونه‌های شاهد (قبل و بعد از سرخ کردن) از رابطه‌ی 1 محاسبه شد (11):

$$\Delta E = \sqrt{(Ls - Lb)2 + (as - ab)2 + (bs - bb)2} \quad (1)$$

ارزیابی حسی محصول: به منظور بررسی ویژگی‌های حسی و کیفی چیپس هویج سرخ‌شده از آزمون چشایی و روش هدونیک 5 امتیازی استفاده شد. ابتدا در مورد رنگ، بافت، طعم و مزه و ظاهر محصول توضیحاتی به ارزیاب‌ها داده شد و پس از آموزش ارزیاب‌ها، نمره‌دهی بر اساس خیلی خوب=5، خوب=4، نه خوب و نه بد= 3، بد=2 و خیلی بد=1 انجام شد. تعداد ارزیاب‌ها 7 نفر دانشجوی تحصیلات تکمیلی آموزش دیده بود که در سه تکرار کلیه نمونه‌های حاصل از تیمارهای جدول 1 را ارزیابی حسی نمودند (10).

تجزیه و تحلیل آماری و بهینه‌سازی: به منظور بهینه‌سازی خواص کیفی ورقه های هویج سرخ شده تحت تأثیر غلظت ژل آلوئه‌ورا (0، 10 و 20 درصد وزنی- حجمی)، دما (150، 170 و 190 درجه سلسیوس) و زمان فرآیند سرخ کردن (2، 4 و 6 دقیقه) از روش سطح پاسخ و نرم‌افزار (Design Expert (6.0.2 استفاده گردید. به این منظور طرح مرکب مرکزی با 3 سطح و 5 تکرار در نقطه مرکزی برای بررسی خواص کیفی ورقه های هویج سرخ شده مورد استفاده قرار گرفت (جدول 1).

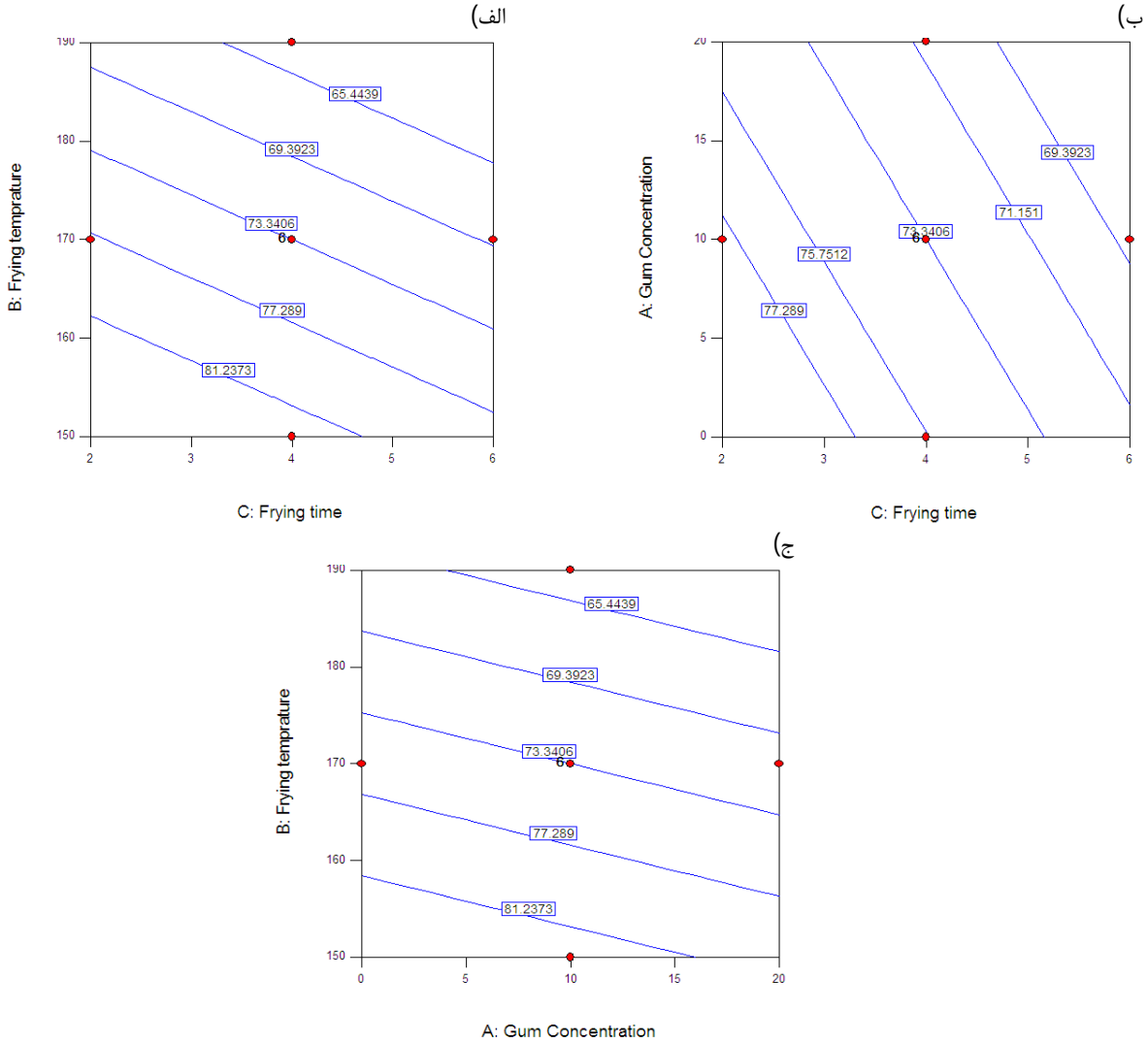
• یافته‌ها

نتایج مقدار رطوبت و درصد چربی نمونه های هویج سرخ شده: منحنی‌های دو بعدی (کنتور) روند تغییرات مقدار رطوبت نمونه های هویج سرخ شده تحت تأثیر غلظت ژل آلوئه ورا، دما و زمان فرآیند سرخ کردن در شکل 1 ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان رطوبت نمونه‌های سرخ شده هویج روند نزولی دارد ولی با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا از میزان اتلاف رطوبت نمونه‌ها طی سرخ شدن کاسته شده و این امر می‌تواند به خاطر خاصیت سدکنندگی پوشش ژل آلوئه‌ورا باشد که بیانگر قابلیت ژل آلوئه‌ورا در حفظ رطوبت نمونه‌ها و جلوگیری از تبخیر آن طی فرآیند سرخ شدن می‌باشد. دمای سرخ کردن منجر به کاهش رطوبت بیشتری نسبت به زمان سرخ کردن می‌شود زیرا با افزایش زمان سرخ کردن سطح نمونه‌ها خشک شده و پوسته تشکیل می شود (Case hardening) که مانع خروج رطوبت و جریان موئینگی می‌شود.

جدول 1. متغیرهای مستقل و سطوح مورد استفاده جهت بهینه‌سازی خواص کیفی چیپس هویج سرخ شده

شماره تیمار	تیمارهای مورد استفاده		
	غلظت ژل آلوئه‌ورا (درصد وزنی- حجمی)	دمای سرخ کن (درجه سلسیوس)	زمان سرخ کردن (دقیقه)
1	0	190	6
2	10	170	4
3	10	170	4
4	10	170	2
5	20	150	6
6	0	190	2
7	20	190	6
8	10	170	4
9	20	190	2
10	0	150	6
11	10	170	6
12	10	170	4
13	20	170	4
14	20	150	2
15	10	170	4
16	10	150	4
17	10	190	4
18	0	150	2
19	0	170	4
20	10	170	4

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]



شکل 1. تغییرات میزان رطوبت نمونه‌های چیپس هویج سرخ شده تحت تأثیر الف- غلظت ژل آلوئه‌ورا و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کردن 170 درجه سلسیوس) ب- دما و زمان سرخ کردن (غلظت ژل آلوئه‌ورا 10%) و ج- غلظت ژل آلوئه‌ورا و دمای سرخ کردن (زمان سرخ کردن 4 دقیقه)

منحنی‌های سه بعدی میزان جذب روغن طی فرآیند سرخ کردن هویج در شکل 2 ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان جذب روغن افزایش می‌یابد. اما افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا باعث کاهش میزان جذب روغن در نمونه‌ها شده است و میزان جذب روغن را به تاخیر می‌اندازد. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان درصد پوشش‌دهی نمونه‌ها روند صعودی دارد و انتظار می‌رود که نمونه‌های پوشش‌دهی شده با درصد بالاتر ژل آلوئه‌ورا (20 درصد) میزان رطوبت بالاتری (78/3 درصد) داشته باشد و میزان جذب روغن (0/08 درصد) آنها کمتر باشد.

نتایج تغییرات رنگ نمونه های هویج شرخ شده با استفاده از روش پردازش تصویر: روند تغییرات پارامترهای رنگی L، a و b و اختلاف رنگ کلی نمونه‌های هویج سرخ شده تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند سرخ شدن به ترتیب در شکل های 3 الف، ب، ج و د ارائه شده است. همان طور که در شکل 3 الف مشاهده می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن و غلظت ژل آلوئه‌ورا از میزان شاخص رنگی L (میزان روشنایی) نمونه‌ها کاسته شد که می‌تواند ناشی از کاراملیزاسیون نمونه‌ها و یا واکنش قهوای شدن میلارد باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود زمان سرخ کردن نسبت به دمای سرخ کردن و غلظت ژل آلوئه‌ورا تأثیر بیشتری روی کاهش میزان روشنایی نمونه‌ها دارد.

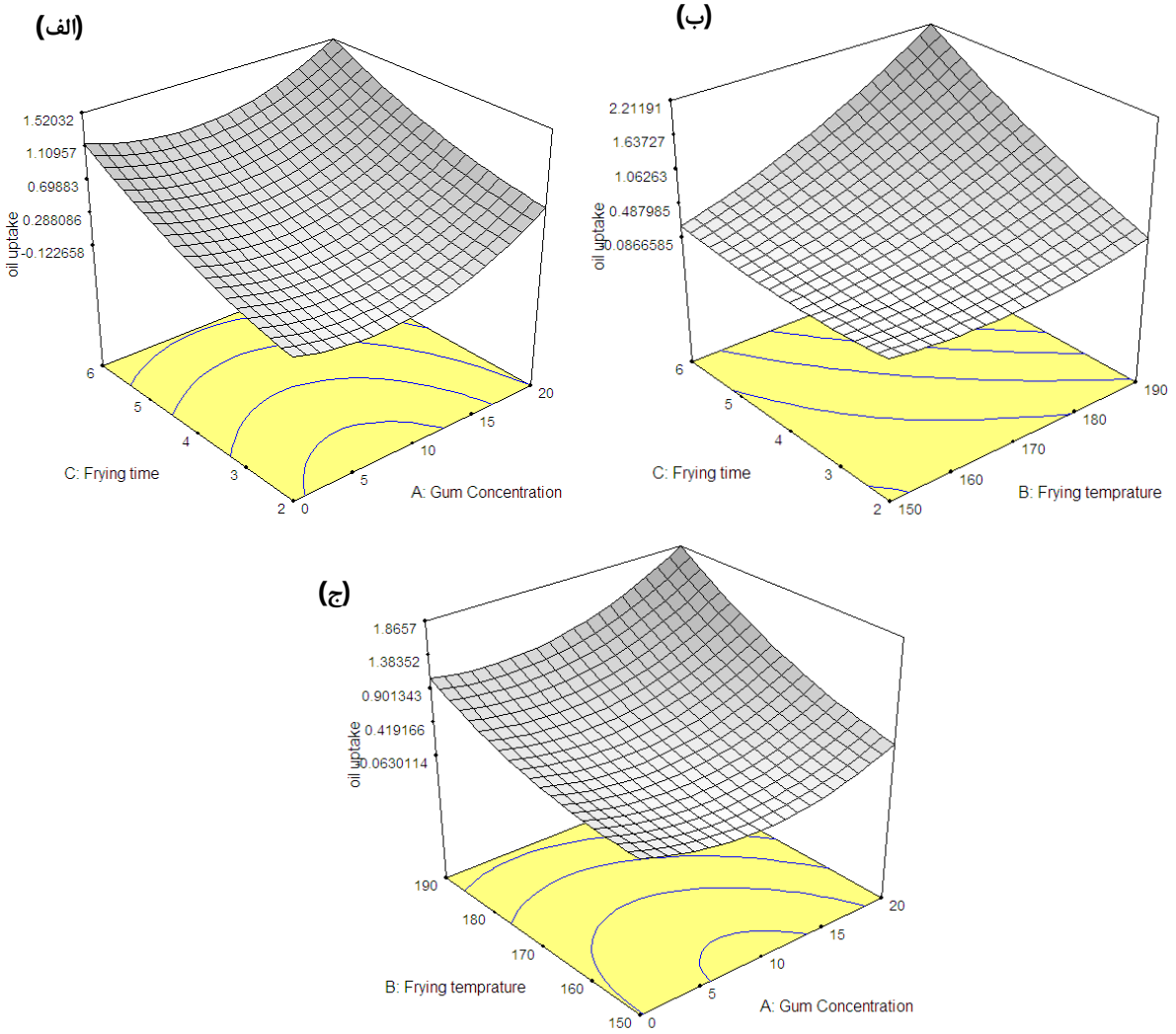
همان طور که از شکل‌های 3 ب مشاهده می‌شود با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و افزایش زمان و دمای سرخ کردن شاخص رنگی a روند نزولی به خود می‌گیرد که می‌تواند ناشی از تجزیه حرارتی رنگ دانه‌های هویج و کاهش شاخص قرمزی نمونه‌ها باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود زمان و دمای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

سرخ کردن نسبت به غلظت ژل آلوئه‌ورا تأثیر بیشتری روی شاخص رنگی a دارد.

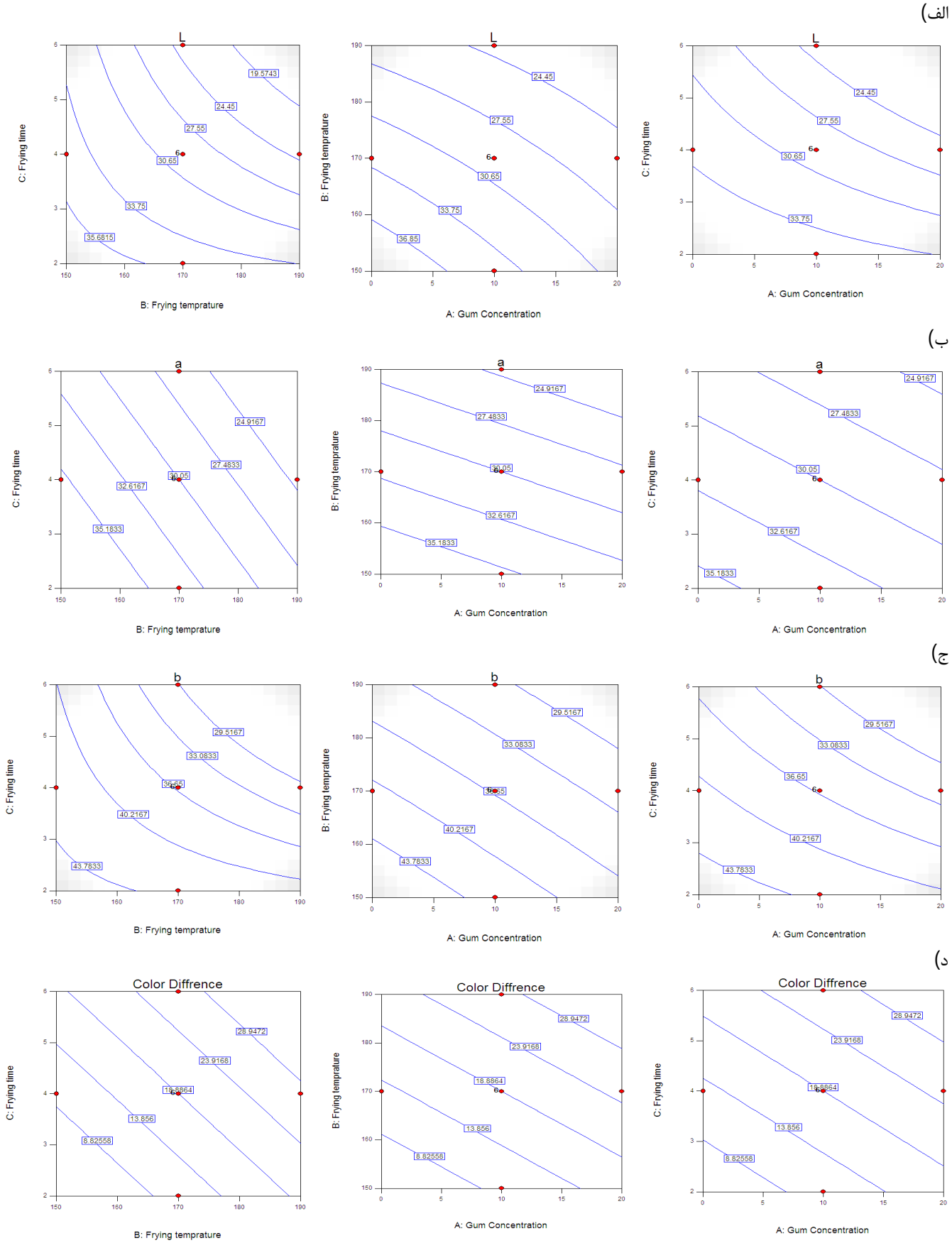
روند تغییرات شاخص رنگی b نمونه‌های هویج سرخ شده تحت شرایط مختلف سرخ کردن در شکل 3 ج ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و افزایش زمان و دمای سرخ کردن شاخص رنگی b نمونه‌ها روند نزولی دارد. پایین‌ترین مقدار شاخص رنگی b در شرایط دمای سرخ کردن کمتر از 165 درجه سلسیوس و زمان سرخ شدن کمتر از 3 دقیقه و غلظت ژل آلوئه‌ورا کمتر از 7% مشاهده شد (43/7833).

همان‌طور که در شکل 3 د ملاحظه می‌شود اختلاف رنگ کلی نمونه‌های هویج سرخ شده با نمونه‌های شاهد (بدون پوشش) با افزایش زمان و دمای سرخ کردن و نیز افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا روند صعودی پیدا می‌کند و کمترین اختلاف رنگ (8/82558) در نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های کمتر از 9% ژل آلوئه‌ورا مشاهده خواهد شد که تحت شرایط سرخ کردن با دماهای کمتر از 170 درجه سلسیوس و به مدت زمان سرخ کردن کمتر از 4 دقیقه آماده شوند. مواد هیدروکلوئیدی با اتصال به مولکول‌های آب موجود در ماده غذایی از خشک شدن و واکنش میلارد طی سرخ شدن جلوگیری کرده و باعث کاهش اختلاف رنگ نمونه‌های پوشش‌دهی شده با نمونه‌های شاهد می‌شوند. میزان اختلاف رنگ بالا، بیانگر میزان جذب روغن کمتر محصول می‌باشد (3).



شکل 2. تغییرات میزان جذب روغن نمونه‌های چیپس هویج سرخ شده تحت تأثیر الف- غلظت ژل آلوئه‌ورا و زمان سرخ کردن (دمای سرخ کردن 170 درجه سلسیوس) ب- دما و زمان سرخ کردن (غلظت ژل آلوئه‌ورا 10%) و ج- غلظت ژل آلوئه‌ورا و دمای سرخ کردن (زمان سرخ کردن 4 دقیقه)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]



شکل 3. تغییرات شاخص‌های رنگی الف- میزان روشنایی (مقدار شاخص L) ب- میزان شاخص رنگی a ج- میزان شاخص رنگی b و د- اختلاف رنگ کلی نمونه‌های چیپس هویج سرخ شده تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند سرخ کردن عمیق

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

نتایج ارزیابی حسی نمونه های هویج شرخ شده:
همان‌طور که در شکل 4 الف ملاحظه می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن میزان امتیاز شاخص حسی عطر و طعم نمونه ها بهبود یافته و روند صعودی به خود گرفته است؛ در حالی که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان امتیاز شاخص حسی عطر و طعم نمونه‌ها روند نزولی داشته و کاهش می یابد که این حالت در دماها و زمان‌های بالای سرخ کردن شدیدتر است.

روند تغییرات شاخص حسی بافت نمونه‌های هویج سرخ شده تحت شرایط مختلف سرخ کردن در شکل 4 ب ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش زمان سرخ کردن نمره شاخص حسی بافتی نمونه ها روند صعودی دارد در حالی که با افزایش دمای سرخ کردن تا دمای 160 درجه سلسیوس شاخص حسی بافت نمونه‌ها روند ثابت و نزولی کمی دارد ولی با افزایش دما از 160 درجه سلسیوس به بعد شاخص حسی بافت نمونه ها روند صعودی پیدا می‌کند. همچنین افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا در دماهای پایین سرخ کردن باعث بهبود شاخص حسی بافت نمونه‌ها شد ولی در دماهای بالا با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا شاخص حسی بافت نمونه‌ها روند کاهشی داشت. در بررسی تأثیر همزمان غلظت ژل آلوئه‌ورا و زمان سرخ کردن روی شاخص حسی بافت نمونه‌ها مشخص شد که افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا در زمان‌های سرخ کردن کوتاه منجر به کاهش شاخص حسی بافت شد ولی در زمان-های سرخ کردن طولانی‌تر با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا شاخص حسی بافت نمونه‌ها روند صعودی پیدا نمود.

روند تغییرات شاخص حسی رنگ نمونه‌های هویج سرخ شده تحت شرایط مختلف سرخ کردن در شکل 4 ج ارائه شده است. با افزایش زمان و دمای سرخ کردن و نیز افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا شاخص حسی رنگ نمونه‌ها بهبود یافته و روند صعودی را طی نمود. بالاترین میزان نمره ارزیابی حسی رنگ در نمونه‌های پوشش داده شده با بالاترین غلظت ژل آلوئه‌ورا که در بالاترین دما و زمان سرخ کردن تهیه شده‌اند، مشاهده شد. همان‌طور که مشخص می‌باشد پارامترهای فرآیند به ترتیب زیر بر شاخص حسی رنگ مؤثر می‌باشند:

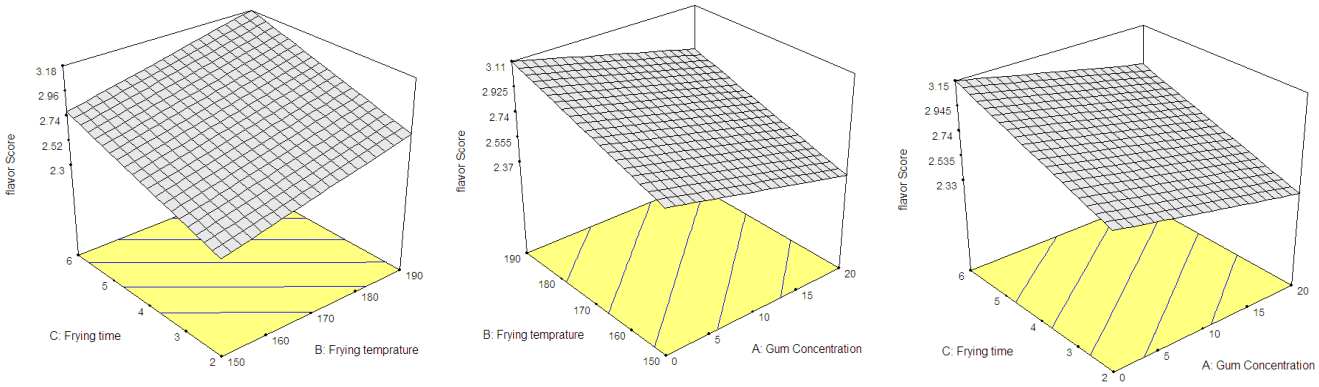
دمای سرخ کردن> زمان سرخ کردن> غلظت ژل آلوئه‌ورا

در شکل 4 د تغییرات پذیرش کلی نمونه‌های هویج سرخ شده تحت شرایط مختلف سرخ کردن ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش زمان و دمای سرخ کردن پذیرش کلی نمونه‌های هویج سرخ شده افزایش یافته است در حالی که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا پذیرش کلی نمونه‌های هویج کاهش یافت. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در زمان‌های سرخ کردن طولانی‌تر با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا پذیرش کلی نمونه‌ها روند صعودی دارد در حالی که در دماهای بالای سرخ کردن و زمان سرخ کردن ثابت با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا از پذیرش کلی نمونه‌های هویج کاسته می‌شود.

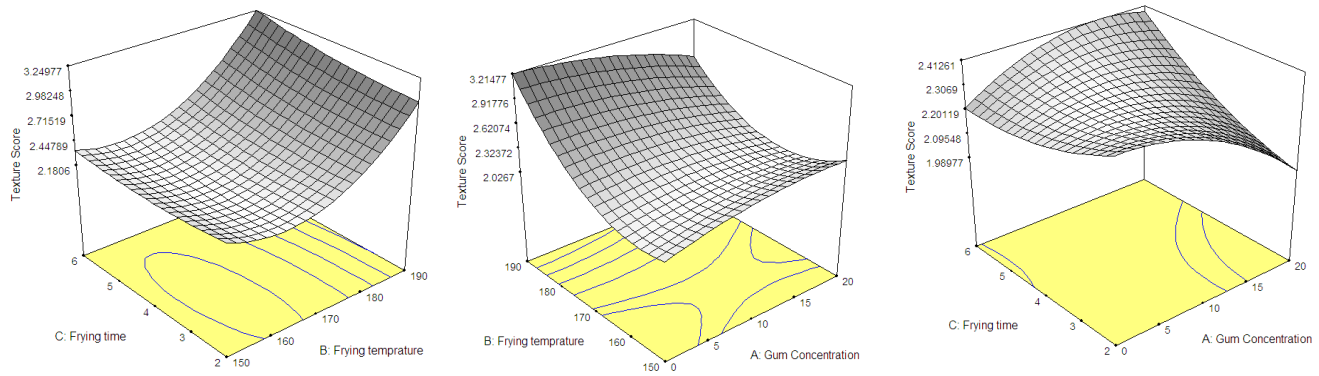
بهینه‌سازی فرایند سرخ کردن عمیق ورقه های هویج:
از آنجا که در فرآیند سرخ کردن هدف دست‌یابی به محصولی با کمترین مقدار جذب روغن در عین حفظ مواد مغذی، ارزش تغذیه‌ای و خواص حسی می‌باشد، بنابراین متغیرهای مستقل این فرآیند نظیر غلظت ژل آلوئه‌ورا و دمای سرخ کردن حداکثر و مدت زمان سرخ کردن حداقل در نظر گرفته شد. همچنین متغیرهای وابسته‌ای نظیر درصد پوشش‌دهی، مقدار رطوبت و پذیرش کلی حداکثر و پارامترهایی مثل اختلاف رنگ کلی نمونه‌ها با نمونه شاهد و جذب روغن حداقل در نظر گرفته شد. در فرآیند بهینه‌سازی به تمامی پارامترهای مستقل وزن و اهمیت یکسان داده شد. با توجه به شرایط تعیین شده برای بهینه سازی، راه حل دارای بالاترین مطلوبیت، به عنوان مناسب‌ترین و بهترین شرایط انتخاب خواهد شد که راه حل اول (با شرایط: زمان سرخ کردن 2 دقیقه، غلظت ژل آلوئه‌ورا 6/94% و دمای سرخ کردن 182 درجه سلسیوس) به عنوان بهترین شرایط جهت دست‌یابی به شرایط بهینه در نظر گرفته شد. در صورت اعمال شرایط راه حل اول خواص کیفی و حسی چیپس هویج سرخ شده به صورت بهینه حفظ می‌شود (شکل 5).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

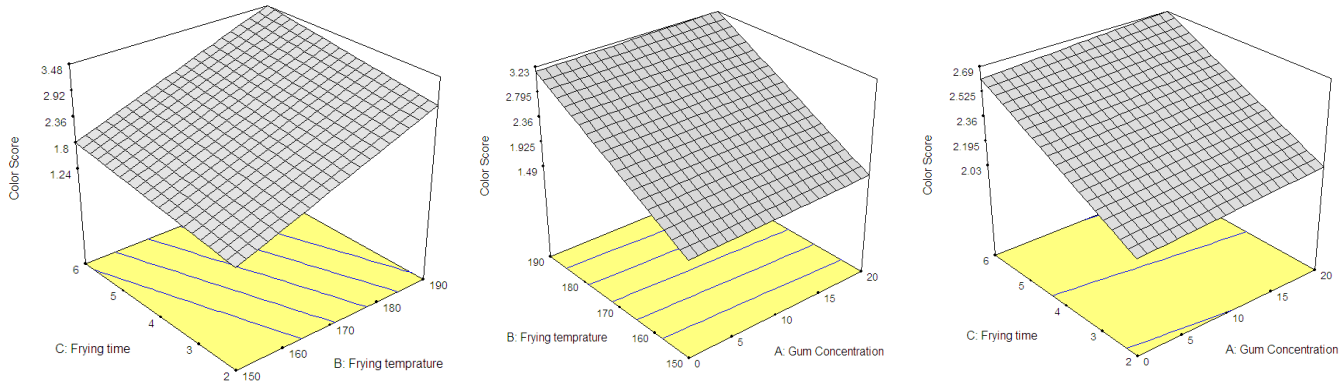
الف)



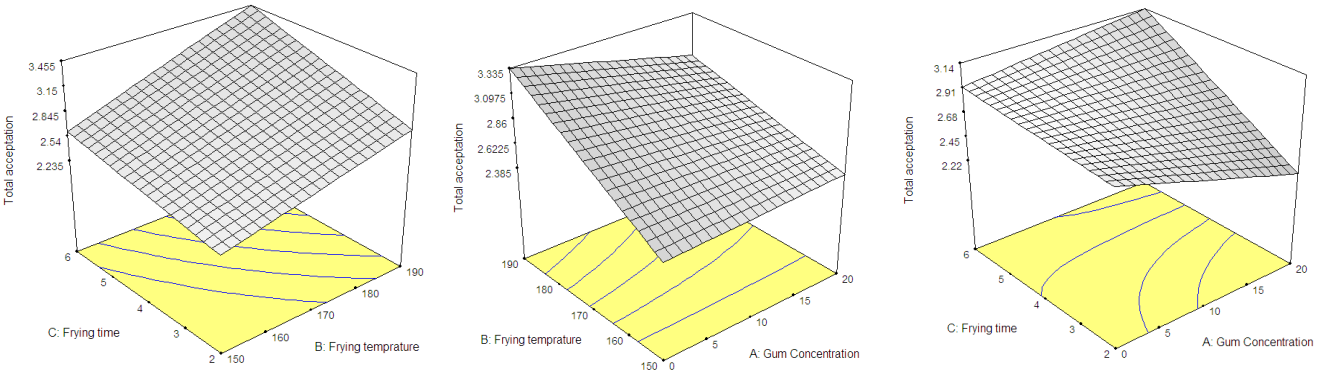
ب)



ج)

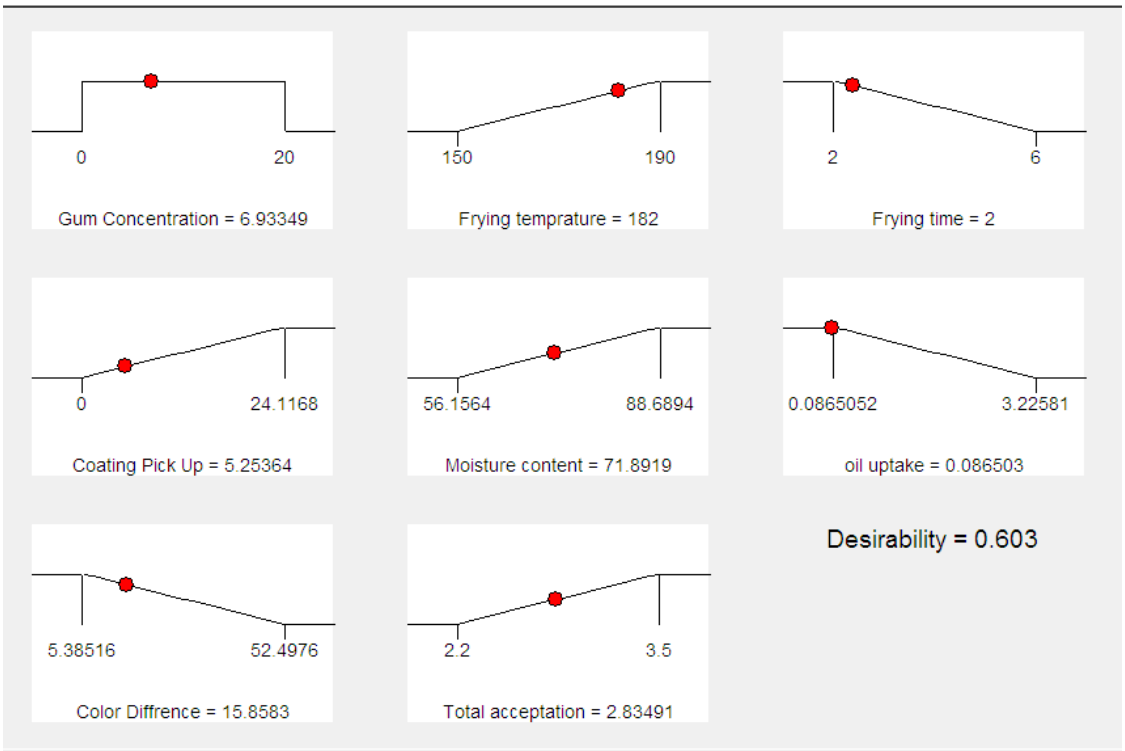


د)



شکل 4. تغییرات شاخص‌های حسی الف- عطر و طعم ب- بافت ج- رنگ د- پذیرش کلی نمونه‌های چیپس هویج سرخ شده تحت تأثیر شرایط مختلف فرآیند سرخ کردن عمیق

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]



شکل 5. بهینه‌سازی فرآیند سرخ کردن عمیق چیپس هویج

• بحث

تأثیر پوشش‌دهی بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های سرخ‌شده: در حین سرخ‌کردن عمیق آب موجود در پوسته ماده غذایی تبخیر و به خارج منتقل می شود. به منظور تداوم جریان بخار، آب بایستی قادر به مهاجرت از مرکز ماده غذایی به پوسته باشد و پوسته باید همچنان قابلیت نفوذ خود به رطوبت را حفظ کند. این حقیقت که خروج بخار آب در حین سرخ کردن مانع ورود روغن به داخل بافت ماده غذایی می‌شود، دلیلی است که جذب روغن توسط مقدار رطوبت ماده غذایی کنترل می‌شود. مواد غذایی که اتلاف رطوبت بالایی دارند پس از سرد شدن جذب روغن بالاتری هم در حین سرخ کردن دارند (21). نظریه‌های مختلفی بیان می‌کنند که مقدار کل چربی کسب شده برابر مقدار کل رطوبت از دست رفته می‌باشد (22). افزایش تبخیر منجر به خسارت زیاد به پوسته می‌شود که نشان می‌دهد تخلخل و جذب روغن به طور معکوس با مقدار رطوبت مرتبط هستند. از آنجا که روغن تنها می‌تواند در نواحی که آب آن تبخیر شده نفوذ کند، بنابراین نفوذ روغن تنها در جاهایی که دما به طور قابل توجهی بالا است (یعنی در پوسته) رخ می‌دهد. مدارک زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد روغن به سختی به مرکز ماده سرخ شده نفوذ می‌یابد و ساختار میکروسکوپی پوسته فاکتور تعیین کننده اصلی در جذب روغن می‌باشد (24، 23).

همان‌طور که ذکر شد میزان چربی در طی سرخ کردن تحت تأثیر مقدار خروج رطوبت از بافت ماده غذایی می‌باشد و در حقیقت میزان رطوبت تبخیر شده کنترل کننده‌ی مقدار روغن جذب شده می‌باشد (21، 1). پوشش‌دهی نمونه‌ها با ژل آلوئه-ورا مقدار اتلاف رطوبت در حین سرخ کردن را کاهش می‌دهد بنابراین مقدار جذب روغن در حین سرخ کردن را کاهش می‌دهد. هم چنین نمونه‌های پوشش‌دهی شده با غلظت‌های بالای ژل آلوئه‌ورا (20 درصد وزنی- حجمی) به علت قابلیت نگهداری رطوبت بالاتر، مقدار روغن کمتری را نیز جذب کرده و بالاترین میزان کاهش چربی به علت پوشش‌دهی را دارا بودند. محقیقن مختلفی تأثیر پوشش‌دهی مواد غذایی قبل از سرخ کردن را بر میزان جذب روغن و خواص کیفی محصولات سرخ شده بررسی نمودند که در ادامه مورد بحث واقع می‌شوند. Patil و همکاران (2001) در فرمولاسیون خمیرهای پوششی از صمغ گوار (1–0/25 درصد) استفاده کردند، نتایج نشان داد که مقدار روغن نمونه‌های پوشش‌دهی شده در حین سرخ‌کردن نسبت به نمونه‌های شاهد 22-9/7 درصد کاهش یافت (25).

Susanne و Gauri (2002) نشان دادند که مواد هیدروکلوئیدی نظیر ژلاتین، صمغ ژلان، کاپا کاراگینان، متیل سلولز، پکتین و ایزوله پروتئین آب پنیر باعث کاهش جذب

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

روغن در محصولات سرخ شده می‌شوند (19). Williamsو Mittal (1999) از صمغ ژلان برای پوشش‌دهی مخلوط پاستا استفاده کردند و مشاهده نمودند که فیلم حاصل منجر به کاهش جذب روغن در حین سرخ‌کردن شد (26). کوفته قلقلی پوشش‌دهی شده با فیلم خوراکی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در لایه‌های سطحی و مرکزی خود کاهش در جذب روغن را نشان دادند و این صمغ منجر به افزایش نگهداری رطوبت نیز شد (27).

محققین مختلف با بررسی تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی بر خواص کیفی محصولات سرخ‌شده نظیر سیب‌زمینی، بادمجان، میگو و فلافل بیان داشتند که استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی مانع از اتلاف رطوبت و کاهش جذب روغن نمونه‌ها طی فرآیند سرخ شدن عمیق می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (28، 1). در حقیقت پوشش‌دهی مانند سدی در برابر خروج رطوبت در حین فرآیند سرخ کردن عمل کرده و اتلاف آب را کاهش و مقدار رطوبت محصول را حفظ می‌کند.

جذب روغن اضافی ممکن است به علت پایین بودن دمای سرخ کردن یا بارگیری بیش از حد ظرفیت سرخ کن هم باشد. در دماهای پایین سرخ کردن، برای به دست آوردن رنگ مطلوب ماده غذایی، مدت زمان پخت را طولانی‌تر می‌کنند که منجر به افزایش جذب روغن می‌شود (29). همچنین Moriera و همکاران (1999) اظهار داشتند که دماهای بالای سرخ کردن منجر به تشکیل سریع پوسته و در نتیجه مساعد کردن شرایط برای کاهش جذب روغن در محصول نهایی می‌شود (30).

Moyano و همکاران (2002) نشان دادند که با کاهش دمای سرخ کردن از 180 تا 120 درجه سانتی‌گراد جذب روغن نمونه‌های چیپس سیب‌زمینی افزایش می‌یابد (31) اما اعمال پیش تیمارهایی که مقدار رطوبت را کاهش داده (خشک‌کردن مقدماتی) یا مانع خروج رطوبت در حین سرخ کردن می‌شود (پوشش‌دهی) باعث کاهش جذب روغن در چیپس تولیدی می‌شود (28، 13، 8).

نتایج ارزیابی حسی و رنگ سنجی با روش پردازش تصویر نیز بیانگر تأثیر مثبت زمان و دماهای بالای سرخ کردن در بهبود شاخص‌های حسی رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها بود در حالی که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا برخی از شاخص‌های حسی روند نزولی داشتند ($p>0/05$) اما پوشش‌دهی نمونه‌ها با ژل آلوئه‌ورا (به‌خصوص غلظت 20 درصد وزنی- حجمی) و اعمال شرایط دمایی بالا (190 درجه سلسیوس) و زمان سرخ کردن طولانی‌تر (6 دقیقه) منجر به تولید محصولی با خواص کیفی و حسی مناسب و بهتر در مقایسه با عدم پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا خواهد شد. نتایج مختاریان و توکلی‌پور (2014) نیز موید این مطلب می‌باشد. آنها نشان دادند که پوشش‌دهی چیپس کیوی با ژل آلوئه‌ورا منجر به کاهش جذب روغن در محصول تولیدی می‌شود بدون اینکه تأثیر منفی بر خواص کیفی آن داشته باشد (20). همچنین حسین آبادی و همکاران (2012) نیز بیان نمودند که پوشش‌دهی خلال‌های سیب‌زمینی با مواد هیدروکلوئیدی نظیر متیل سلولز و کتیرا باعث کاهش جذب روغن محصول تولیدی شد بدون اینکه تأثیر منفی بر خواص حسی و ویژگی‌های رنگی فرآورده نهایی داشته باشد و متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد وزنی- وزنی بهترین تیمار جهت پوشش‌دهی خلال‌های سیب‌زمینی بود (32).

طی فرآیند سرخ کردن عمیق رطوبت چیپس هویج تبخیر می‌شود و به جای آن روغن به داخل بافت نفوذ پیدا می‌کند در دماهای بالای سرخ کردن به علت کاهش زمان لازم برای سرخ کردن محصول مقدار جذب روغن کاهش می‌یابد همچنین پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا به علت خاصیت سد کنندگی آن میزان اتلاف رطوبت در حین سرخ کردن را کاهش داده و به تبع آن مقدار جذب روغن در محصول کاهش می‌یابد. در زمان‌های طولانی سرخ کردن به علت خشک شدن سطح محصول و حالت چروکیدگی سطحی آن، لوله‌های مویین و منافذ سطحی بسته شده و در نتیجه تبادل رطوبت در حین سرخ کردن کاهش می‌یابد اما این حالت باعث ایجاد تاول‌های سطحی می‌شود که در اثر افزایش فشار بخار منجر به ترکیدن این تاول‌ها و تخریب پوسته می‌شود و براساس گزارشات سایر محققین میزان جذب روغن در این نواحی افزایش می‌یابد. انجام فرآیند سرخ کردن در دماهای بالا و زمان کوتاه در عین کاهش جذب روغن باعث کمترین آسیب به ارزش تغذیه‌ای و خواص حسی محصول تولیدی می‌شود ضمن اینکه رنگ و خواص حسی محصول تولیدی نیز مشابه نمونه‌های شاهد می‌باشد.

در نهایت می‌توان بیان داشت که با اعمال شرایط بهینه فرآیند سرخ کردن که از این تحقیق حاصل شد (زمان سرخ کردن 2 دقیقه، غلظت ژل آلوئه‌ورا 6/94% و دمای سرخ کردن 182 درجه سلسیوس) می‌توان انتظار تولید محصولی با مقدار روغن کمتر با دارا بودن بالاترین میزان پذیرش کلی از نظر طعم، رنگ، بافت و سایر خواص حسی را دارا بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

• References

1. Aguilera JM, Hernández HG. Oil absorption during frying of frozen parfried potatoes. J Food Sci 2000; 65(3): 476-479.
2. Aminlari M, Ramezani R, Khalili MH. Production of protein-coated low-fat potato chips. Food Sci Technol Int 2005; 11(3): 177-181.
3. Akdeniz N. Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried carrot slices. A Thesis Submitted to the Graduate school of Natural and Applied Sciences of Middle east Technical University. 2004; PP 120 page.
4. Rubnov M, Saguy IS. Fractal analysis and crust diffusivity of a restructured potato product during deep-fat frying. J Food Sci 1997; 62, 135, 137, 154.
5. Krokida MK, Oreopoulou V, Maroulis ZB. Water loss and oil uptake as a function of frying time. J Food Eng 2000; 44: 39-46.
6. Haghshenas M, Hosseini H, Nayebzadeh K, Rashedi HR, Rahmatzadeh B. Effect of ß-glucan and carboxymethyl cellulose on sensory and physical properties of processed shrimp nuggets. Iran J Nutr Food Sci Food Technol 2013; 8(3): 65-72 [in Persian].
7. Pinthus EJ, Weinberg P, Saguy IS. Deep-fat fried potato product oil uptake as affected by crust physical properties. J Food Sci 1995; 60(4): 770-772.
8. Krokida MK, Oreopoulou V, Maroulis ZB, Marinos-Kouris D. Effect of pre-drying on quality of french fries. J Food Eng 2001; 49, 347-354.
9. Daraei Garmakhany A, Mirzaei HO, Kashaninejad M, Maghsudlou Y. Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. Eur J Lipid Sci Tech 2008; 11, 1045-1049.
10. Daraei Garmakhany A, Aghajani N, Kashiri M. Use of hydrocolloids as edible covers to produce low fat French fries. Lat Am Appl Res 2011; 41: 211-216.
11. Daraei Garmakhany A, Mirzaei HO, Maghsoudlou Y, Kashaninejad M, Jafari SM. Production of low fat French-fries with single and multi-layer hydrocolloid coating. J Food Sci Tecnol 2014; 51(17): 1334-1341.
12. Daraei Garmakhany A, Mirzai HO, Maghsoudlou Y, Kashaninejad M, Jafari SM. Influence of partial drying on oil uptake and quality attributes of French fries. J Agr Sci Tech 2010; 4 (2): 41-47.
13. Daraei Garmakhany A, Mirzaei HO, Maghsoudlou Y, Kashaninejad M, Jafari SM. Influence of pre- drying on oil uptake and quality attributes of French fries. J Agr Sci Tech 2010; 1939-1250 [in Persian].
14. Rayner M, Ciolfi V, Maves B, Stedman P, Mittal GS. Development and application of soy protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. J Sci Food Agric 2000; 80:777-782.
15. Shih EF, Daigle KW, Clawson EL. Development of low oil uptake donuts. J Food Sci 2001; 66(1): 141-144.
16. Mellema M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends Food Sci Technol 2003; 14: 364-373.
17. Garcia MA, Ferrero C, Bertola N, Martino M, Zaritzky N. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. Inno Food Sci & Emerg Technol 2002; 3: 391 –397.
18. Dokhani Sh, Jafarian S, Kabir Gh, Mortazavi Beck A. The effect of preheating and potato cultivar on the quality of frozen French-fries. JWSS 2007; 11 (1): 421-429.
19. Susanne A, Gauri S M. Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. Food Res Int 2002; 35: 445–458.
20. Mokhtarian M, Tavakolipur H. Production of low-fat kiwi chips with aloe vera gel and Determination of the mass transfer prolife in deep fat frying. Iran J Nutr Food Sci Food Technol 2014; 9(2): 95-104 [in Persian].
21. Gamble MH, Rice P, Selman JD. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from CV record UK tubers. Int J Food sci Technol 1987; 22: 233-241.
22. Pinthus EJ, Weinberg P, Saguy IS. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. J Food Sci 1993; 58, 204-205.
23. Hasanpour N, Mohebbi M, Varidi M. Evaluation of coating and frying conditions on physicochemical properties of deep fat fried Falafel. J Food Sci Tecnol 2014; 47(12): 53-63.
24. Jorjani S, Hamrahi V. Effect of Guar and xanthan hydrocolloids on uptake of oil in eggplant rings during deep frying. J Food Res 2015; 25(2): 231-238 [in Persian].
25. Patil SL, Singhal RS, Kulkarni PR. Screening of different hydrocolloids for improving the quality of fried papad. Eur J Lipid Sci Tech 2001; 103: 722-728.
26. Williams R, Mittal GS. Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. LWT Food Sci Technol 1999; (32): 440-445.
27. Balasubramaniam VM, Chinnan MS, Mallikarjunan P, Phillips RD. The effect of edible film on oil uptake and moisture retention of a deep-fat fried poultry product. J Food Process Eng 1997; 20 (1): 17-29.
28. Abedpour L, Dehghannya J. Investigation of oil uptake during potato strips deep-fat frying pretreated with ultrasound and osmotic dehydration. J Food Sci Tecnol 2016; 50(13): 65-72.
29. Orthoefer FT, Gurkin S, Liu K. Dynamics of frying. In Perkins, E.D., Erickson, M.D. editors. Deep frying chemistry, nutrition and practical applications, Champaign, Illinois. 1996; 223-245.
30. Moriera R. Rosana G. Elena M. Deep fat frying. Aspen, Gaithersburg, 1999; p.350.
31. Moyano PC, Rioseco VK, Gonzalez PA. Kinetics of crust color changes during deep-fat frying of impregnated french fries. J Food Eng 2002; 54: 249-255.
32. Hoseinabadi V, Badii F, Gharachorloo M, Heshmati A. Effects of blanching and hydrocolloid coating of potatoes with methyl cellulose and tragacanth on French-fries oil uptake and qualitative properties. Iranian J Nutr Sci Food Technol 2012; 6 (4):71-81.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]

Response Surface Optimization of the Oil Absorption and Sensory Attributes of Fried Carrot Chips Under the Effect of Aleo Vera Gel concentration, Frying Time and Temperature

Aghajani N[1], Gohari Ardabili A[2], Daraei Garmakhany A[3]*

1- **Corresponding author: Dept. Food Science and Technology, Bahar Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran, Email: narjes_aghajani@yahoo.com.*

2- *Dept. Food Science and Technology, Bahar Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran*

3- *Dept. of Food Science and Technology, Toyserkan Faculty of Engineering and Natural Resources, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.*

Received 14 Aug, 2017 **Accepted 25 Nov, 2017**

Background and Objectives: Different factors affect on the quality and quantity of oil content in fried products, of which frying time and temperature are two main factors. Also the effective role of hydrocolloids in reducing the oil absorption of fried products (food products) has been demonstrated in many researches but few studies have been done on the role of Aleo Vera gel in low fat fried products. Therefore, in this study, the effect of Aleo Vera gel concentration, frying time and temperature on the oil absorption and quality attributes of fried carrot chips wad investigated.

Materials and Methods: The effect of different concentrations of Aleo Vera gel as a hydrocolloid (0, 10 and 20% W/V), frying temperature (150, 170 and 190 ^{0}C) and frying time (2, 4 and 6 minutes) on the oil absorption and quality attributes of fried carrot chips was optimized by response surface method. All the experiments were performed duplicate.

Results: The amount of water loss and oil absorption during frying was reduced with increasing of coating agent concentration. Also the moisture content of the sample was decreased by increasing the frying time and temperature, while oil absorption level was increased. The sensory evaluation results showed that the total acceptance of fried carrot chips increased when frying time and temperature increased, but decreased with the increasing the Aleo Vera gel concentration. Optimization results showed that the optimum processing conditions were frying time of 2 minutes, Aleo Vera gel concentration 6.94% and frying temperature of 182 ^{0}C; in these conditions, the quality attributes of fried carrot chips were in optimum level.

Conclusion: Application of Aleo Vera gel coating can lead to produce low-fat fried carrot chips without adverse effects on sensory attributes of the final product.

Keywords: Fried carrot chips, Aloe Vera gel, Coating, Oil absorption, Frying time, Temperature

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-12]