# تأثیر حرارت دهی مقدماتی و رقم سیب‌زمینی بر خصوصیات کیفی فرنچ فرایز منجمد

شهرام دخانی[۱]، سارا جعفریان[۱]، غلامحسین کبیر[۱] و احمد مرتضوی‌بک[۲]

## چکیده

**به منظور بررسی تأثیر فرایند حرارتی مقدماتی بر کیفیت فرنچ فرایز یا خلال نیمه سرخ شده (سولانوم توبروزوم –ال )، چهار رقم سیب‌زمینی به نام‌های آگریا، مارفونا، آئولا وآئوزونیا از منطقه فریدن اصفهان خریداری و به سردخانه دانشکده کشاورزی با دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد منتقل گردیدند. در ابتدا آزمون‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری وزن مخصوص و درصد ماده خشک به روش A.O.A.C و درصد قندهای احیا کننده به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا ( HPLC) روی ارقام سیب‌زمینی انجام گرفت. نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی بود. خلال‌های سیب‌زمینی در ابعاد ۰/۸×۰/۸×۵ سانتی‌متر درآب با شرایط حرارتی مختلف ۷۰ درجه -۴ دقیقه، ۷۰درجه -۱۰ دقیقه و۹۵ درجه -۲ دقیقه تیمار شده و سپس به طور عمقی در روغن ۱۷۵درجه سلسیوس به مدت ۲ دقیقه سرخ شدند. خصوصیات کیفی مورد بررسی در محصول نهایی عبارت بودند از: بافت، رنگ و درصد جذب روغن. نتایج تحقیق در طرح آماری کاملاً تصادفی با آزمون فاکتوریل و مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن تجزیه و تحلیل شدند (p< ۰/۰۱ ). نتایج نشان داد تیمار ۷۰ -۱۰ $^{\circ}C$ دقیقه شاخص‌های کیفی محصول را به طور محسوسی بهبود می‌بخشد. تیمار ۹۵ $^{\circ}C$ - ۲ دقیقه از نظر فاکتورهای رنگ هانترلب، تفاوت معنی داری با تیمار ۷۰ -۱۰ $^{\circ}C$ دقیقه نداشت ولی بافت خلال‌ها افت قابل توجهی نشان داد. جذب روغن در تیمارهای غیر از ۷۰ -۱۰ $^{\circ}C$ دقیقه افزایش یافت. تیمار ۷۰ -۴ $^{\circ}C$ تغییر محسوسی درکیفیت محصول ایجاد نکرد. هم‌چنین ملاحظه گردید که درمیان ارقام مورد بررسی در این تحقیق، ارقام آگریا وآئولا برای فرایند تولید فرنچ فرایز مطلوب تر از دو رقم دیگر هستند.**

**واژه‌های کلیدی: رقم سیب‌زمینی، پارامترهای کیفی فرنچ‌فرایز، آنزیم بری، حرارت مقدماتی**

## مقدمه

تیمار حرارت مقدماتی در صنعت فرآوری سیب‌زمینی که از آن به بلانچینگ یا آنزیم بری هم تعبیر می‌شود نتایج زیر را در پی دارد(۲۰):

- بهبود رنگ محصول در نتیجه کاهش میزان قندهای احیا کننده.
- کاهش جذب روغن به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته سطحی
- بهبود بافت محصولات

۱. به ترتیب استاد، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

اسمیت (۱۶) و اسپایس (۱۷) آثار تیمار حرارتی را بر بافت فرآورده‌های سیب‌زمینی مطالعه نموده و معتقدند دمای پایین باعث حفظ سفتی بافت شده، پوسته شدن را در مراحل بعدی کاهش می‌دهد. بارتلمی و هوف به ژلاتینه شدن نشاسته اشاره می‌کنند(۵). استنلی با تأیید این نظریه مکانیسم سفت شدن بافت خلال‌ها را در دامنه حرارت ۷۰-۵۵ درجه سلسیوس شرح داده و معتقد است یون‌های دو ظرفیتی کلسیم آزاد شده از نشاسته ژلاتینه با ترکیبات پکتینی وارد واکنش شده و تولید پکتات کلسیم می‌کنند(۱۸). در دمای بین ۷۵-۶۰ درجه سلسیوس به ویژه در دمای ۷۰ درجه تعداد بیشتری از گرانول‌های نشاسته ژلاتینه می‌شوند که در نتیجه کلسیم بیشتری آزاد شده و به هم پیوستگی درون سلولی افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند تحت تأثیر تشکیل پل‌های کلسیم – پکتین که مانع از حلالیت پکتین می‌شوند باشد (۹). در نمونه‌هایی که تنها با آب حاوی کلرید کلسیم آنزیم بری شده بودند کاهش حداکثر ۱۴ ٪ در جذب روغن مشاهده گردید. این بدان معنی است که کلسیم به تنهایی قادر به تثبیت ساختار بافت در برابر فشار ناشی از سرخ کردن می‌باشد. در حضور کلسیم بافت سفت‌تر می‌شود زیرا پکتات کلسیم استحکام لایه میانی دیواره را افزایش داده و بافت را نسبت به تخریب و فشارهای ناشی از سرخ کردن مقاوم می‌کند. گرازینا زمان طولانی فرایند را توصیه نمی‌کند زیرا معتقد است در صورت تداوم فرایند حرارتی رنگ محصول به تیرگی گراییده طعم و عطر مطلوب آن از بین می‌رود. او دمای ۷۳ درجه را پیشنهاد می‌کند(۸).

استنلی و بارتلمی با مطالعه فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز اعلام کردند که فعالیت این آنزیم در محدوده ۷۰-۵۰ درجه رو به افزایش می‌گذارد ولی از ۷۵ درجه به بالا تضعیف می‌شود (۵ و ۱۸). اسپایس بیان می‌کند اگر خلال‌ها در ۹۵ درجه به مدت ۲ دقیقه بلانچ شوند روغن کمتری از خلال‌هایی که در ۸۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه بلانچ شده‌اند جذب خواهند نمود(۱۷).

حرارت دهی مقدماتی به یکنواختی رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی کمک می‌کند (۱۸). به نظر بیشتر محققین واکنش اصلی تشکیل رنگ در فرایند تولید چیپس و خلال، واکنش‌های مایلارد است که در نتیجه تیمار حرارت مقدماتی غلظت سطحی قندها کاهش یافته و محصولی با رنگ روشن تر و یکنواخت تر تولید می‌شود(۱۶).

زانگ و همکاران تأثیر بیوشیمیایی فرایند حرارتی را از جنبه غیر فعال کردن آنزیم‌های ایجاد کننده تغییرات نا مطلوب در طعم و رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی بررسی کرده‌اند اما زمان طولانی فرایند حرارتی را توصیه نمی‌کنند زیرا معتقدند در صورت تداوم حرارت دهی رنگ محصولات به تیرگی می‌گراید(۲۰). کجبت زمان بیش از ۱۵ دقیقه را عاملی برای افزایش جذب روغن در محصول فرنچ فرایز معرفی می‌کند(۹).

میزان ماده خشک ارقام سیب‌زمینی و وزن مخصوص آنها از پارامترهایی هستند که با یکدیگر رابطه مستقیم داشته و در کیفیت سیب‌زمینی و فرآورده‌های آن اثر بسزایی می‌گذارند (۱۹). در تحقیقی توسط دخانی مشاهده شد رقم پشندی با وزن مخصوص ۱/۱ دارای بیشترین ماده خشک ۲۵/۴ ٪ ورقم کوزیما با وزن مخصوص ۱/۰۸۶ دارای کمترین میزان ماده خشک ۲۳/۳٪ بوده است(۱). ربیعی در پژوهش دیگری اعلام می‌کند ارقام پاییزه آگریا و مارفونا دارای به ترتیب حد اکثر ۱/۰۷۵ – ۲۳/۴ ٪ و حد اقل ۱/۰۵۲ – ۱۸/۵ ٪ مقادیر وزن مخصوص و ماده خشک هستند. این محققین اعلام نمودند که با افزایش ماده خشک یا وزن مخصوص سیب‌زمینی میزان جذب روغن فرآورده‌هایی نظیر چیپس و فرنچ‌فرایز کمتر می‌گردد(۲).

با توجه به مشکلات نگه‌داری، حمل و نقل و نوسان فصلی قیمت سیب‌زمینی تازه، تولید فرآورده‌های آماده مصرف نظیر فرنچ فرایز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا بررسی عوامل مؤثر بر بهبود کیفیت محصول و یکنواختی آن طی دوره تولید ضروری است به ویژه روش‌هایی که به واسطه آنها بنوان میزان مصرف روغن در فرایند را کاهش داد. در این پژوهش با هدف بهبود کیفیت فرنچ فرایز، اثر فرایند حرارتی مقدماتی و رقم سیب‌زمینی بر شاخص‌های کیفی محصول نظیر



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

بافت، رنگ و میزان جذب روغن بررسی گردید.

## مواد و روش‌ها

### مواد

**الف) نمونه‌های سیب‌زمینی**

در آبان ۷۹ چهار رقم سیب‌زمینی پاییزه (آگریا، مارفونا، آئولا و آئوزونیا ) از منطقه فریدن اصفهان انتخاب و از هر یک به میزان ۵۰ کیلو گرم خریداری گردید. سیب‌زمینی‌ها درگونی و به سردخانه بالای صفر دانشکده کشاورزی با دمای ۵ - ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد منتقل شدند.

**ب) مواد شیمیایی**

حلال n- هگزان، اسید کلریدریک، اسید استیک خالص، کلرفرم خالص، اتانل، تیوسولفات سدیم، سود، فنل فتالئین، EDTA، نشاسته، آب مقطر دو بار تقطیر شده، کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱.

کلیه مواد و محلول‌های شیمیایی فوق با مارک مرک و با خلوص بیش از ۹۸/۵ ٪ تهیه شدند.

### روش‌ها

در ابتدای ورود غده‌ها به سردخانه آزمون‌های تعیین وزن مخصوص و ماده خشک به روش A.O.A.C انجام گرفتند (۴). میزان قندهای احیا کننده اصلی سیب‌زمینی که عمدتا مونوساکاریدهای گلوکز، فروکتوز و دی ساکارید ساکارز هستند به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین شدند (۶). نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی بود. در هر سری نمونه‌های ۹ تایی از ارقام برداشته شد. غدد در سه گروه سه تایی مرتب شده که هرگروه شامل یک غده بزرگ، یک غده کوچک و یک غده متوسط بود (۳). آزمون‌ها با دو تکرار برای هر گروه انجام شدند.

برای تعیین ماده خشک، نمونه‌ها کاملاً خرد و همگن شده، ۱۰ گرم آن تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۵ ± ۱۰۵ درجه سلسیوس و زمان ۵-۴ ساعت در آون با جریان هوا قرار داده شد که پس از خشک شدن کامل، میزان ماده خشک با توزین محاسبه گردید.

برای تعیین وزن مخصوص غده‌ها را درون یک تور سیمی قرار داده، تور را با سیمی نازک به شاهین ترازو متصل نموده و وزن آن قرائت گردید. سپس به همان صورت درون یک ظرف پر از اب فرو برده شد. وزن نمونه‌ها در آب خوانده شده و از رابطه زیر وزن مخصوص محاسبه گردید(۲):

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن نمونه در هوا}}{\text{(وزن تور درآب - وزن تور درهوا)- (وزن نمونه وتور در آب - وزن نمونه وتور درهوا )}}$$

در مرحله بعد اقدام به تولید فرنچ فرایز گردید. غدد سیب‌زمینی قبل از استفاده به مدت دو هفته در دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (۱).

ابتدا مقداری از سیب‌زمینی‌های متوسط تا درشت هر رقم را انتخاب نموده و در پوستگیر سایشی، پوستگیری و شسته شده سپس در دستگاه خلال کن دستی به ابعاد ۵×۰/۸×۰/۸ سانتی‌متر خلال شدند. نمونه‌های ۲۰۰ گرمی از خلال‌های یک اندازه و سالم انتخاب شده که تحت شرایط حرارتی مختلف تیمارشدند : آب ۷۰درجه سلسیوس -۱۰ دقیقه، آب ۷۰ درجه سلسیوس -۴ دقیقه، آب ۹۵ درجه سلسیوس -۲ دقیقه و نمونه شاهد یا بدون تیمار حرارتی. سپس خلال‌ها در آب سرد قرارگرفته و آبکشی شدند.

پس از آن خلال‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه درآب سرد فرو برده وسپس آبکشی شدند. پس از حذف رطوبت خلال‌ها با جریان هوای گرم، در روغن ۱۷۵درجه به مدت ۲ دقیقه در سرخ کن به طور عمقی سرخ شدند (۱۴ و۱۵ ).روغن مصرفی مرکب از دو قسمت روغن مایع و یک قسمت روغن هیدروژنه بود(۲). سپس خلال‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه در سینی‌های مشبک استیل ریخته که تا حد امکان چربی آنها گرفته شده و در ضمن محصول سرد شود.

خصوصیات کیفی مورد بررسی در خلال‌های سیب‌زمینی عبارت بودند از(۱۰ ) :



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

**جدول ۱ . وزن مخصوص و درصد ماده خشک ارقام سیب‌زمینی (آگریا ، مارفونا، آئولا و آئوزونیا) در زمان برداشت**

| رقم | وزن مخصوص | در صد ماده خشک |
|---|---|---|
| آئولا | ۱/۰۹ ± ۰/۰۵ | ۲۴/۹۶ ± ۱ |
| آگریا | ۱/۰۸ ± ۰/۰۵ | ۲۳/۴۴ ± ۱/۰۵ |
| آئوزونیا | ۱/۰۷± /۰۶۲ | ۲۰/۳۷ ± ۰/۹۵ |
| مارفونا | ۱/۰۶ ± ۱/۰۶۵ | ۱۹/۰۱ ± ۱/۳۵ |

**جدول ۲. میزان قندهای احیاکننده عمده ارقام سیب‌زمینی مورد مطالعه در زمان برداشت با روش HPLC**

| رقم | ساکارز mg /100 gr (ماده خشک) | گلوکز mg /100 gr (ماده خشک) | فروکتوز mg /100 gr (ماده خشک) |
|---|---|---|---|
| آئولا | ۰/۷۷ | ۰/۰۹ | ۰/۰۷ |
| آئوزونیا | ۰/۵۹ | ۰/۰۶ | ۰/۰۶ |
| مارفونا | ۰/۲۹ | ۰/۰۶ | ۰/۰۳ |
| آگریا | ۰/۳۰ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ |

۱- رنگ که با دستگاه‌ها نترلب دیتاکالر مدل Text Flash ساخت آمریکا و اندازه‌گیری پارامترهای a,b و L سنجیده شد. فاکتور L شدت روشنایی (عدم تیرگی ) یا ارزش رنگ خلال‌ها بوده، a تمایل به قرمزی یا سبزی و b تمایل به زردی یا آبی را نشان می‌داد. دامنه نوسان این دو متغیربین ۱۰۰و۱۰۰- است و هرچه اعداد به سمت ۱۰۰ پیش روند تمایل به قرمزی و یا زردی بیشتر است. پارامترL از صفر تا ۱۰۰ نوسان کرده و به ترتیب تیرگی تا روشنی را در نمونه‌ها نشان می‌داد. نیروی Shear به عنوان شاخص تعیین بافت به‌وسیله دستگاه اینستران مدل ۱۱۴۰ مورد ارزیابی قرارگرفت. خلال‌ها در سه نقطه با استفاده از تیغه مخصوص Warner Shear Bratzler بررسی شدند. عدد دستگاه برحسب گرم نیرو بوده که با تقسیم بر سطح مقطع خلال به صورت نیروی لازم برای ایجاد برش در واحد سطح بیان می‌شود و هر چه این عدد بالاتر باشد، مقاومت بافت در برابر نیروی برش بیشتر است (۱۰). درصد روغن جذب شده درخلال‌ها با روش سوکسله تعیین گردید که حلال مصرفی n- هگزان و زمان استخراج ۱۲ساعت بود (۱۰). نتایج این تحقیق در طرح آماری کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردیدند که در این راستا از آزمون فاکتوریل و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱ ٪ استفاده شد.

## نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماده خشک و وزن مخصوص و درصد قندهای احیا کننده غده‌های سیب‌زمینی ارقام آگریا، مارفونا، آئولا و آئوزونیا ارائه گردیده است. ملاحظه می‌شود درمیان ارقام مورد بررسی، رقم آئولا دارای بیشترین ماده خشک و وزن مخصوص می‌باشد. این مقادیر در رقم مارفونا به حداقل می‌رسد. همچنان که مشهود است بین وزن مخصوص غدد سیب‌زمینی و درصد ماده خشک آنها ارتباط مستقیمی وجود دارد به طوری که با افزایش مقدار ماده خشک، وزن مخصوص نیز افزایش می‌یابد( ۱۳ و۱۹). این موضوع توسط پژوهشگران دیگر در ارقام مختلف سیب‌زمینی به تأیید رسیده است (۶ و۷). نتایج اندازه‌گیری میزان قندهای احیا کننده سیب‌زمینی با HPLC در جدول ۲ آورده شده است. ملاحظه



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

**جدول ۳. اثر فرایند حرارتی ورقم سیب‌زمینی بر بافت فرنچ فرایز**

| رقم سیب زمینی | تیمار حرارتی | نیروی shear بر حسب $g/cm^2$ |
|---|---|---|
| آئولا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۹۵۰$^{a}$ |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۱۴۲۰$^{c}$ |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۹۰۰$^{f}$ |
| | شاهد | ۱۳۷۰$^{cd}$ |
| آگریا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۷۰۰$^{b}$ |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۹۲۰$^{f}$ |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۶۲۰$^{g}$ |
| | شاهد | ۸۸۵$^{fg}$ |
| آئوزونیا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۴۰۰$^{c}$ |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۹۰۰$^{f}$ |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۵۰۰$^{k}$ |
| | شاهد | ۸۷۰$^{f}$ |
| مارفونا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۲۷۵$^{e}$ |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۸۲۵$^{h}$ |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۳۰۰$^{l}$ |
| | شاهد | ۷۸۰$^{hi}$ |

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

می‌شود رقم آئولا دارای بیشترین میزان قندهای احیا کننده است. در مقابل، رقم آگریا کمترین مقدار قندهای احیا کننده را دارد (جدول ۲).

ارزیابی اثر فرایند حرارتی مقدماتی بر بافت خلال‌های سیب‌زمینی نشان می‌دهد در میان ارقام مورد بررسی، رقم آئولا بیشترین مقاومت را در برابر نیروی برشی دارد. ارقام آگریا، آئوزونیا و مارفونا در مراتب بعدی هستند (جدول ۳). هم‌چنین ملاحظه می‌شود که در هر چهار رقم، تیمارهای حرارتی مختلف اثر متفاوتی بر بافت فرنچ فرایز گذاشته‌اند. تیمار حرارتی ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه بیشترین میانگین نیرو را به خود اختصاص داده است. تیمار ۷۰ درجه – ۴ دقیقه ونمونه شاهد تفاوت معنی داری ندارند ودر نهایت تیمار ۹۵ درجه – ۲ دقیقه است که کمترین میانگین نیرو را دارد. لذا فرایند حرارتی غده‌ها در شرایط ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه مطلوب ترین بافت را در محصول ایجاد می‌کند ضمن آن که در تیمار ۹۵ درجه – ۲ دقیقه بافت خلال‌ها افت قابل توجهی می‌یابد (جدول ۳).

بسیاری از محققین معتقدند فرایند حرارتی مقدماتی در محدوده دمای ۷۰-۵۰ درجه سلسیوس سفتی بافت فرآورده‌های سرخ شده سیب‌زمینی را افزایش می‌دهد. بارتلمی، هوف و استنلی به فعال شدن آنزیم پکتین متیل استراز اشاره می‌کنند که در دماهای ۷۰-۵۰ درجه سلسیوس، فعالیت آن افزایش بافته واز ۷۵ درجه به بالا تضعیف می‌شود(۵ و ۱۸). مشخص شده



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

**جدول ۴. اثر فرایند حرارتی ورقم سیب زمینی بر فاکتورهای رنگ فرنچ فرایز**

| رقم سیب زمینی | تیمار حرارتی | L | a | b |
|---|---|---|---|---|
| آگریا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۷۰/۳۳ a | ۶/۴۷ c | ۴۴/۶۹ a |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۶۹/۸۵ ab | ۵/۵۸ e | ۴۳/۵۹ b |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۶۵/۲۷ ef | ۴/۳۴ g | ۴۰/۴۵ c |
| | شاهد | ۶۴/۹۶ f | ۱/۳۸ s | ۳۸/۱۵ d |
| مارفونا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۶۸/۵۸ c | ۷/۸۷ a | ۳۴/۴۶ h |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۶۸/۵۶ c | ۷/۰۱ b | ۳۴/۳۴ h |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۵۷/۱۲ jh | ۳/۱۲ h | ۳۳/۰۶ i |
| | شاهد | ۵۷/۱۲ j | ۲/۹۰ i | ۲۹/۶۸ lm |
| آئولا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۶۸/۳۵ cd | ۶/۹۱ b | ۳۶/۳۶ e |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۶۸/۴۶ cd | ۶/۰۵ cd | ۳۵/۹۰ et |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۶۰/۰۵ gh | ۳/۰۲ h | ۳۳/۳۲ i |
| | شاهد | ۵۹/۷۶ hi | ۲/۸۲ i | ۳۱/۹۰ j |
| آئوزونیا | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۶۵/۸۴ e | ۶/۱۱ cd | ۳۶/۴۳ e |
| | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۶۵/۴۰ ef | ۵/۳۹ ef | ۳۶/۱۱ ef |
| | ۷۰ درجه – ۴ دقیقه | ۶۰/۰۳ h | –۴/۱۵ k | ۳۱/۳۷ jk |
| | شاهد | ۵۹/۸۵ hi | –۳/۷۸ kl | ۳۰/۰۱ l |

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

در دماهای ۷۵–۶۰ درجه سانتی‌گراد به ویژه در ۷۰ درجه، تعداد بیشتری از گرانول‌های نشاسته ژلاتینه شده وکلسیم بیشتری آزاد می‌شود(۱۷). یون‌های کلسیم با گروه‌های کربوکسیل حاصل از عمل آنزیم پکتین متیل استراز واکنش داده، سفتی بافت محصول افزایش می‌یابد (۱۹ و ۲۰).

زمان کافی فرایند حرارتی باعث توزیع مناسب یون‌های کلسیم دردیواره سلولی می‌شود. بنابراین قابل انتظار است که در شرایط ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه سفتی بافت محصول بیشتر از تیمارهای دیگر باشد وازهم گسیختگی ناشی از پخت و جدا شدن سلول‌ها مهار گردد.

ارزیابی اثر فرایند حرارتی بر رنگ خلال‌های سیب‌زمینی نشان می‌دهد که رقم آگریا بیشترین مقادیر شاخص‌های رنگ سنجی را به خود اختصاص داده است. ارقام مارفونا، آئولا وآئوزونیا در مراتب بعدی قرار دارند (جدول۴).

مطابق نتایج به دست آمده ملاحظه می‌شود تیمارهای حرارتی مختلف در سطح ۱٪ اثر معنی داری بر میزان روشنایی خلال‌های هر چهار رقم سیب‌زمینی گذاشته‌اند (جدول ۴). در ۷۰ درجه –۱۰ دقیقه بیشترین میزان روشنی (L) و بیشترین مقادیر فاکتورهای a,b به دست می‌آید.

جدول ۵ نشان می‌دهد میزان جذب روغن در خلال‌های رقم مارفونا بیشتر از ارقام دیگر است و رقم آئولا با بیشترین درصد ماده خشک، کمترین جذب روغن را دارد. با مقایسه این جدول و نتایج مربوط به ماده خشک و وزن مخصوص در غده‌ها، میزان جذب روغن در فرآورده‌های سرخ شده



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

**جدول ۵. اثر فرایند حرارتی ورقم سیب‌زمینی بر درصد جذب روغن فرنچ فرایز**

| رقم سیب زمینی | تیمار حرارتی | درصد جذب روغن |
|---|---|---|
| مارفونا | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۲۴ /۵۸ [a] |
| | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۲۲/۶۰ [d] |
| | ۷۰ درجه – ۴دقیقه | ۲۳/۰۶[b] |
| | شاهد | ۲۳/ ۲۱[bc] |
| آئوزونیا | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۲۳/ ۷۸[c] |
| | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۲۱/ ۰۰[fg] |
| | ۷۰ درجه – ۴دقیقه | ۲۱/۹۸ [e] |
| | شاهد | ۲۲/۲۷ [de] |
| آگریا | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۲۱/۴۳ [g] |
| | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۹/۸۳ [i] |
| | ۷۰ درجه – ۴دقیقه | ۲۰/ ۵۴[h] |
| | شاهد | ۲۰/ ۶۸[h] |
| آئولا | ۹۵ درجه – ۲ دقیقه | ۱۸/۰۳ [j] |
| | ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه | ۱۵/ ۶۶[l] |
| | ۷۰ درجه – ۴دقیقه | ۱۶/۸۶ [k] |
| | شاهد | ۱۶/۹۹ [k] |

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی داری ندارند.

سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (۱۱، ۱۲ و۱۳). طبق نتایج به دست آمده، محصول تیمار شده در آب ۹۵ درجه به مدت ۲ دقیقه بیشترین میزان روغن را جذب نموده است. حال آن که در شرایط ۷۰ درجه – ۱۰ دقیقه کمترین جذب روغن به دست‌امد.تفاوت محسوسی بین درصد روغن جذب شده در محصول فرنچ فرایزی که تحت شرایط ۷۰ درجه – ۴ دقیقه تیمار شده با نمونه شاهد مشاهده نمی‌شود.

نتایج تحقیقات تالبورت نشان می‌دهد خلال‌های سیب‌زمینی با۲۴٪ ماده خشک، جذب روغنی در حدود ۹٪ کمتر از خلال‌های با ۱۹ ٪ ماده خشک داشتند(۱۹). غدد با ماده خشک بالا به دلیل درصد رطوبت کمتر به زمان کوتاه‌تری برای سرخ شدن نیاز دارند و در نتیجه فرصت کمتری برای جذب روغن و تخریب رنگ در اختیار آنها می‌باشد.

در یک ارزیابی کلی درباره تأثیر فرایند حرارتی مقدماتی بر شاخص‌های کیفی فرنچ فرایز و بر طبق نتایج جداول ۳ تا ۵ ملاحظه می‌شود در شرایط ۷۰ درجه –۱۰دقیقه خصوصیات کیفی خلال‌های سیب‌زمینی شامل رنگ، بافت و درصد جذب روغن به طور چشمگیری بهبود می‌یابند لذا این تیمار به عنوان شرایط مطلوب فرایند حرارت مقدماتی در صنعت تولید فرنچ فرایز پیشنهاد می‌گردد.

هم‌چنین با استناد به نتایج به دست آمده در جداول ۱ تا ۵، ارقام آئولا وآگریا در مجموع برای فرایند تولید خلال‌های نیمه سرخ منجمد سیب‌زمینی یا فرنچ فرایز معرفی می‌شوند.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین پژوهشی دانشگاه و و سازمان برنامه بودجه استان اصفهان به‌خاطر تأمین بودجه این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از آقای مهندس بهمن بهرامی و پرسنل آزمایشگاه علوم وصنایع غذایی برای همکاری در عملیات آزمایشگاهی این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

## منابع مورد استفاده

۱. دخانی، ش. و ل. ربیعی مطمئن. ۱۳۸۰. بررسی میزان تغییر قندها و اسیدهای آلی ارقام سیب‌زمینی (مورن، مارفونا و آگریا ) استان اصفهان طی انبار داری با روش کروماتوگرافی مایع با کارائی بالا. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵(۱):۱۶۸-۱۷۳.

۲. ربیعی مطمئن، ل.۱۳۷۶. مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی برخی از ارقام سیب‌زمینی استان اصفهان (مورن، مارفونا و آگریا ) به صورت خام و فرایند شده طی مدت انبار داری سیب زمین، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷ صفحه.

۳. فلاحی، م. ۱۳۷۶. *دانش و تکنولوژی سیب‌زمینی*. انتشارات بارثاوا، مشهد.

4. A.O.A.C.1980. Official Method of analysis of the association of analytic chemists. 12th ed, Washington D.C.
5. Bartolome, L.G. and G.E.Hoff. 1972. Firming of potatoes: biochemical effect of preheating. J. Agric and Food Chem. 20: 266-270.
6. Dokhani, Sh., B. Ooraikul, M. Placic and D. Hadziyev.1988. HPLC. Analysis of sugars in raw and processed potatoes. Iran Agric. Res. 7(1):23-36.
7. Gould, W.A., A. Baurodi and B.L. Hair. 1979. Evaluation of potato before and after storage regimes for chipping. Amer. Pot. J. 50:133-142.
8. Grazyna L. and G. Golubowska. 2005. Structural changes of potato tissue during French fries production. Food Chem. 93(4): 681-687.
9. Keijbets, M.J. and W.Plink. 1974. Beta-elimination of pectin in the presence of anions and cation. Carbohyd.33:359-362.
10. Khalil, A.M. 1999. Quality of French-fries potatoes influence by coating with hydrocolloids. J.Food Chem. 66(2):201-208.
11. Pinthus, E.J., P. Weinberg and L. S. Saguy. 1992. Gel-strength in restructured potato products affects oil uptake during deep-fat frying. J. Food Sci.57 (6):1359-1361
12. Pinthus, E.J. 1995. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. J. Food Sci.58 (1):204-222.
13. Sayre, R.N., M. Nonaka and M.L. Weaver. 1975. French–fry quality related to specific gravity the same tuber.Am. Potato J. 52:73-81.
14. Somsen, D., A. Capelle and J. Tramper. 2004. Manufacturing of par- fried French-fries: part1: production yield as a function of number of tubers per kilogram. J. Food Eng. 61(2): 191-198.
15. Somsen, D., A. Capelle and J. Tramper. 2004. Manufacturing of par-fried French-fries: part 2: Modeling yield efficiency of peeling per kilogram. J. Food Eng. 61(2):199-207.
16. Smith, D.S., J.N.Cash, W.K.Nip and Y.H.Mui.1977. Processing Vegetable Sci. and Technol. Technomic Publishing. 237-285.
17. Spiess, W.E.L., G. Customidt and B. Putz. 1975. Starch 27:17-23.
18. Stanly, D.W., M.C. Bourne, A.P. Stone. 1995. Low temperature blanching effects on chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. J. Food Sci.6:327-333.
19. Talburt, W.F. and M.S. Ora-Smith. 1975. Potato Processing. Third Edition. AVI Pub. Co., USA.
20. Zhang, Q. and J.N. Peterson. 1992. Vegetable blanching process modeling and control. ASAE Paper NO.926545. St. Josheph, Michigan.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.32.9 ]