

## تعیین شرایط بهینه‌ی فرایند سرخ کردن تحت خلاء کدو حلوائی (Cucurbita moschata Duch)

پرستو یاسائی مهرجردی<sup>1</sup>، بابک غیائی طرزی<sup>2\*</sup>، علیرضا بصیری<sup>3</sup>، محمد بامنی مقدم<sup>4</sup>، چنگیز اسفندیاری<sup>5</sup>

<sup>1</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>2</sup> استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>3</sup> استادیار پژوهشکده صنایع شیمیایی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

<sup>4</sup> دانشیار دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

<sup>5</sup> عضو هیئت علمی دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: 90/9/15

تاریخ دریافت: 90/7/12

### چکیده

در این پژوهش، استفاده از سرخ کردن تحت خلاء جهت فرآوری کدو حلوائی استفاده گردید و تاثیر پارامترهای فرآیند بر ویژگی‌های محصول نهایی به منظور دستیابی به شرایط بهینه‌ی فرآیند مورد ارزیابی قرار گرفت. در ابتدا با انجام پیش آزمایش‌ها و بررسی پارامترهای کیفی محصول، محدوده‌ی درجه حرارت 70 تا 140 درجه‌ی سانتی گراد، فشار 40 تا 140 میلی بار و مدت زمان 3 تا 18 دقیقه در نظر گرفته شد و با استفاده از مدل آماری رویه‌ی پاسخ، نمونه‌ها در درجه حرارت، فشار و زمان‌های طرح‌ریزی شده فرآوری گردیدند. نتایج حاصل، حاکی از آن بود که محتوی رطوبت، چروکیدگی و تردی بافت محصول متاثر از درجه حرارت و مدت زمان فرآیند می‌باشد و تغییرات رنگ محصول تنها با درجه حرارت فرآیند به طور معنی داری ( $p \leq 0.05$ ) ارتباط دارد. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش‌ها، شرایط بهینه‌ی سرخ کردن تحت خلاء برش‌های کدو حلوائی دمای 84/53 درجه‌ی سانتی گراد، فشار 40 میلی بار و زمان 18 دقیقه تعیین گردیدند.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی فرآیند، روش شناسی رویه‌ی پاسخ، سرخ کردن تحت خلاء، کدو حلوائی.

## 1- مقدمه

که چیس‌های سبب زمینی تهیه شده از طریق سرخ کردن تحت خلاء، حاوی 94 درصد آکريل آميد کم تر نسبت به چیس‌های حاصل از سرخ کردن به روش معمول هستند (10).

برخی از این محصولات نظیر چیس‌های سبب زمینی شیرین، چیس سبب و چیس سبب زمینی آبی<sup>1</sup> که تحت خلاء، سرخ شده اند در مقایسه با نمونه‌های تولید شده به روش معمولی، جذب روغن کم تر (طعم روغنی کم تر)، رنگ مطلوب تر و طعم مناسب تری نشان دادند. سرخ کردن تحت خلاء، یک روش کارآمد جهت کاهش میزان روغن در مواد غذایی سرخ شده می‌باشد و کیفیت تغذیه‌ای محصولات را بهبود می‌بخشد. توسط این روش است که می‌توان محصولات حاصل از میوه‌ها و سبزی‌ها را با درجه‌ای از آبرگیری لازم بدون تیره شدن و سوختگی بیش از حد محصولات تولید نمود (6 و 13 و 14). در سال 2003 در تحقیقی چیس‌های سبب زمینی و قطعات گاوآ<sup>2</sup> حاصل از سرخ کردن تحت خلاء و روش معمولی توسط Yamsaengsung و همکارانش با یکدیگر از نظر رنگ و مقدار روغن، مقایسه شدند و نتایج نشان داد که طی سرخ کردن تحت خلاء این محصولات مقدار روغن کم تری داشته و نیز رنگ طبیعی آن‌ها بیش تر حفظ می‌شود (17).

میوه‌ها و سبزی‌ها جز سالم‌ترین و مغذی‌ترین مواد غذایی به شمار می‌آیند. کدو حلوايي نیز یک محصول جالبی مهم با ارزش غذایی بسیار بالا بوده که عمر نگه داری بالایی نیز دارد. این محصول دارای فیبر فراوان می‌باشد که یکی از بهترین عوامل جلوگیری کننده از چاقی مفرط، فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی است. انجمن بیماران قلبی آمریکا مصرف 25 تا 30 گرم فیبر طبیعی را به طور روزانه به بیماران خود و افراد سالم جامعه برای پیشگیری از ناراحتی قلب، توصیه می‌کند (2).

از آن جا که سالانه مقادیر زیادی از کدو حلوايي تولیدی به دلیل ضعف امکانات به هدر می‌رود و همچنین به دلیل نگرانی تولید کنندگان از عدم فروش کدوهای تولیدی، از حداکثر ظرفیت استفاده کامل نمی‌شود، در این تحقیق، امکان استفاده از روش سرخ کردن تحت خلاء به منظور فرآوری کدو حلوايي و همچنین تاثیر این فرآیند بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی و ارزش غذایی آن مورد بررسی قرار گرفته است.

سرخ کردن به روش غوطه‌وری<sup>1</sup> یکی از معمول‌ترین و قدیمی‌ترین فرآیندها در آماده سازی مواد غذایی است (16). در روش سنتی و متداول، این عملیات فرآوری به صورت غوطه وری ماده‌ی غذایی در یک روغن یا چربی و حرارت دهی در دماهای بالاتر از نقطه‌ی جوش آب و تحت فشار محیط انجام می‌گیرد که حضور اکسیژن و دماهای بالا سبب تغییرات ساختاری در سطح و درون ماده‌ی غذایی، افت ارزش غذایی، اکسیداسیون چربی، قهوه‌ای شدن آنزیمی و کاهش ماندگاری روغن می‌گردد. همچنین این روش، باعث تشکیل ترکیبات ضد تغذیه‌ای مثل آکريل آمیدها و افزایش میزان جذب روغن توسط ماده‌ی غذایی می‌گردد (12). با وجود این، طی سال‌های اخیر، مصرف کنندگان تمایل زیادی را نسبت به مصرف محصولات سرخ شده در روغن، به دلیل ترکیب بافت و طعم منحصر به فرد آن‌ها از خود نشان داده‌اند که از جمله این محصولات می‌توان به چیس سبب زمینی، سبب زمینی سرخ شده و قطعات مرغ و ماهی سرخ شده به روش سنتی اشاره نمود (7 و 14).

سرخ کردن تحت خلاء، روش دیگری از سرخ کردن به روش غوطه وری در روغن است که ماده‌ی غذایی در یک سیستم بسته تحت خلاء قرار می‌گیرد که این امر نقطه‌ی جوش روغن سرخ کردنی و همچنین رطوبت موجود در ماده‌ی غذایی را کاهش داده و در نتیجه سرعت انتقال حرارت در داخل ماده‌ی غذایی افزایش یافته و مدت زمان سرخ کردن کاهش می‌یابد. سرخ کردن تحت خلاء، یک روش کارآمد جهت کاهش میزان روغن در محصولات سرخ شده است و علاوه بر این، میزان اکسیداسیون روغن طی این فرآیند کاهش می‌یابد (6 و 7).

بسیاری از کشورهای آسیایی نظیر تایلند، ژاپن، تایوان از این فناوری جهت تولید اسنک با ارزش غذایی بالا استفاده می‌کنند. انتظار می‌رود این فناوری به بهبود تغذیه و سلامت از طریق تولید محصولات با طعم مناسب و ارزش غذایی بیشتر، مقدار چربی و ترکیبات ضد تغذیه‌ای کمتر کمک نماید (7 و 12 و 14).

در سال 2004 در تحقیقی اثر سرخ کردن تحت خلاء توسط Tichy و همکارانش بر روی تشکیل آکريل آميد در فرآوری چیس سبب زمینی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج، نشان دادند

1- Deep-fat Frying

2- Stick

رسیدن به دمای محیط در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. در ادامه، برش‌های کدو (به میزان 12 عدد در هر فرآیند سرخ کردن) در سبد توری دستگاه سرخ کن قرار گرفته و 600 میلی لیتر روغن در محفظه‌ی سرخ کن ریخته شد و هیتر دستگاه روشن گردید. پس از بستن درب محفظه و ایجاد دما و خلاء لازم، سبد نمونه‌ها توسط میله‌ی مرکزی، داخل روغن وارد شده و توسط شیر فشار شکن، میزان فشار مورد نیاز تنظیم گردید. پس از گذشت زمان مورد نیاز جهت تکمیل شدن فرآیند، خلاء شکسته شده و سبد حاوی برش‌های کدو حلوابی سرخ شده توسط بالا بردن میله مرکزی از داخل روغن خارج شدند. سپس برش‌های کدو حلوابی سرخ شده در دمای محیط قرار داده شدند تا خنک شده و توسط سانتریفیوژ دستی با سرعت 750 دور در دقیقه، روغن سطحی چسبیده به محصول جدا شده و در نهایت، داخل بسته‌بندی پلی اتیلنی قرار گرفته و تا زمان آزمایش حداکثر به مدت یک هفته در دسیکاتور قرار داده شدند.

در این پژوهش، جهت تعیین میزان رطوبت کدو حلوابی خام و همچنین قطعات کدو حلوابی فرآوری شده از روش AACC شماره 44-15 A استفاده گردید (3). به منظور تعیین میزان چروکیدگی کدو حلوابی فرآوری شده از روش جابه‌جایی سیال استفاده شد. بدین ترتیب که چروکیدگی تحت عنوان درصد تغییر حجم نمونه‌ی فرآوری شده نسبت به نمونه‌ی خام تعریف گردید و از رابطه‌ی زیر بدین منظور استفاده گردید (5).

$$\% S = \left( \frac{V_i - V}{V_i} \right) \times 100$$

که در آن:

$S$  = میزان چروکیدگی

$V_i$  = حجم نمونه‌ی قبل از سرخ کردن ( $\text{cm}^3$ )

$V$  = حجم نمونه‌ی پس از سرخ کردن ( $\text{cm}^3$ )

ارزیابی تغییرات رنگ در نمونه‌های فرآوری شده با استفاده از دستگاه‌اترلب (Hunter lab Color Flex) انجام شد (9).

و  $b^*$  رنگ زرد - آبی می‌باشند. داده‌های سه جانبه‌هانتر  $a^*$ ،  $L^*$  و  $b^*$  می‌توانند با استفاده از رابطه‌ی 2 به یک تابع رنگی واحد که

مهم ترین اهداف تحقیق به شرح زیر دسته بندی می‌گردد:

- بررسی اثرات متغیرهای فرآیند (دما، فشار و زمان) بر روی ویژگی‌های برش‌های سرخ شده کدو حلوابی (رطوبت، چروکیدگی، رنگ و تردی بافت)

- تعیین شرایط بهینه‌ی فرآیند سرخ کردن تحت خلاء کدو حلوابی - ارزیابی حسی محصول و سنجش میزان پذیرش مصرف کننده

## 2- مواد و روش‌ها

در این پژوهش از روغن آفتابگردان با نام تجاری لادن جهت فرآوری قطعات کدو حلوابی استفاده گردید. روغن آفتابگردان حاوی بیش از 85 درصد اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشد که بیش از دو سوم این مقدار را اسید لینولئیک به خود اختصاص می‌دهد. نقطه دود روغن آفتابگردان 232 درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد که به همین دلیل یکی از کاربردی‌ترین روغن‌های مورد استفاده در صنایع غذایی به حساب می‌آید. کدو حلوابی مورد استفاده در این پژوهش از وارپته رشتی بود که به صورت تازه از منطقه‌ی گیلان تهیه گردید.

کلیه‌ی مواد آزمایشگاهی مورد نیاز جهت انجام این تحقیق شامل الکل اتیلیک، تولوئن، پترولیوم اتر، اسید سولفوریک، سود، سولفات مس، سولفات پتاسیم، فنل فتالین، متیل رد، برومو کروزل، اسید بوریک و اسید کلریدریک از انواع با درجه‌ی آزمایشگاهی مرک آلمان مورد استفاده قرار گرفتند.

به منظور سرخ کردن قطعات کدو حلوابی و آماده‌سازی نمونه‌ها از یک دستگاه سرخ کن در مقیاس آزمایشگاهی با ظرفیت یک لیتر طراحی و ساخته شده توسط نویسنده‌ی مسوول مقاله استفاده شد که اجزاء آن شامل فشارسنج، محفظه سرخ کن، دماسنج، سیستم ایجاد خلاء، میله مرکزی و سبد توری بود.

جهت فرآوری، کدوهای حلوابی سالم و تازه پس از انتقال به آزمایشگاه شست و شو داده شده، خشک گردیده و پس از پوست گیری با چاقو توسط دستگاه اسلایسر به حلقه‌هایی به ضخامت 1/5 میلی‌متر تبدیل شده و به مستطیل‌هایی با طول 50 میلی‌متر و عرض 30 میلی‌متر تبدیل گردیدند. برش‌ها تا زمان شروع آزمایش‌ها در داخل یخچال نگه داری شدند. نمونه‌ها قبل از شروع هر آزمایش از داخل یخچال خارج شده و به مدت 30 دقیقه تا شاخص رنگی نمونه‌ها شامل  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  توسط هانترلب ارزیابی گردید.  $a^*$  نشان دهنده‌ی رنگ قرمز - سبز،  $L^*$  روشنایی بوده

همچنین جهت تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از ارزیابی حسی از نرم افزار آماری SPSS بهره برده شد.

### 3- نتایج و بحث

در این پژوهش، ابتدا با انجام پیش آزمایش‌ها و بررسی شاخص‌های کیفی فرآورده، محدوده‌ی دما ( 70-140 درجه‌ی سانتی گراد)، فشار (40-140 میلی بار) و مدت زمان فرآیند (3-18 دقیقه) در نظر گرفته شد و سپس جهت تعیین طرح آزمایش‌ها و بهینه‌سازی فرآیند از مدل آماری رویه‌ی پاسخ استفاده گردید که متغیرهای مستقل در این روش دما، فشار درون محفظه و مدت زمان فرآیند و شاخص‌های کیفی فرآورده‌ی نهایی یا به عبارتی پاسخ‌ها شامل محتوی رطوبتی، میزان چروکیدگی، رنگ و تردی بافت محصول بودند. در ادامه، 20 آزمون در شرایط پیشنهاد شده در نقشه‌ی آزمون‌ها صورت پذیرفت و با سه تکرار، آزمون‌ها جهت تعیین شاخص‌های کیفی انجام گردیدند.

با توجه به شاخص‌های کیفی مطلوب برای چیپس کدو حلوائی (رطوبت و چروکیدگی کم تر، تغییر رنگ در کم ترین حد و همچنین بیش ترین میزان تردی) و با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های فوق توسط روابط آماری و رویه‌ی پاسخ‌ها، مناسب‌ترین شرایط جهت فرآوری کدو حلوائی دمای 84/53 درجه‌ی سانتی گراد، فشار 40 میلی بار و مدت زمان 18 دقیقه برای فرآیند تعیین گردید.

#### 3-1- تاثیر شرایط فرآیند بر محتوی رطوبت فرآورده

محتوی رطوبتی برش‌های سرخ شده کدو حلوائی متأثر از دما و زمان فرآیند می‌باشد (  $P \leq 0.05$  ). تراز رویه‌ی پاسخ محتوی رطوبتی نشان می‌دهد که محتوی رطوبتی چیپس‌های کدو حلوائی با افزایش دما و زمان کاهش می‌یابد. این در حالی است که فشار، اختلاف معنی داری را بر جای نمی‌گذارد. این امر به این دلیل می‌باشد که با افزایش دما میزان بیش تری از رطوبت از محصول خارج شده و همچنین هر چه زمان بیش تر باشد، فرصت بیش تری برای خروج مقدار رطوبت نیز وجود دارد که در نتیجه، محتوی رطوبتی کم تر می‌شود. نتایج، حاکی از آن است که با افزایش فشار، محتوی رطوبت افزایش می‌یابد. این یافته‌ها با نتایج حاصل از تحقیقات Shyi-Liang Shyu و همکارانش در سال 2001 مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط آن‌ها صورت پذیرفت اثرات پیش تیمار و شرایط فرآوری بر روی کیفیت چیپس‌های سیب

" تفاوت رنگ " نام دارد، تبدیل شوند. " تفاوت رنگ " اندازه-گیری فاصله موجود بین دو رنگ در فضای رنگی است و نشانگر جهتی که رنگ‌ها از آن جهت متفاوت هستند نمی‌باشد. رنگ‌سنج ابتدا با استفاده از صفحه کالیبراسیون سیاه و سپس سفید کالیبره گردید و پس از آن نمونه‌ها یکی یکی داخل دستگاه قرار گرفتند و آزمون برای هر محصول در 3 تکرار صورت پذیرفت. رنگ چیپس‌های کدو حلوائی به وسیله‌ی بازتاب بر روی رنگ-سنج هانتر لیب اندازه‌گیری شده و تفاوت رنگ بین نمونه‌ی فرآوری شده و کدو حلوائی خام یعنی  $\Delta E$ ، به وسیله‌ی رابطه‌ی ذیل محاسبه گردید (8).

$$E = \sqrt{(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2} \Delta$$

رابطه 2-2

جهت اندازه‌گیری میزان چربی موجود در کدو حلوائی خام و چیپس کدو حلوائی فرآوری شده تحت شرایط بهینه از روش سوکسله و حلال پترولیوم اتر طبق روش AOCS به شماره‌ی BC 3-49 استفاده گردید (4)

بررسی تردی نمونه‌های چیپس کدو توسط دستگاه بافت‌سنج Testometric مدل M350-10CT ساخت کشور انگلستان و با روش آزمون خمش سه نقطه‌ای<sup>2</sup> ارزیابی شد. در این آزمون، حداکثر دامنه‌ی بار، 50 نیوتن و سرعت حرکت تیغه، 10 میلی متر در دقیقه تعیین گردید (7).

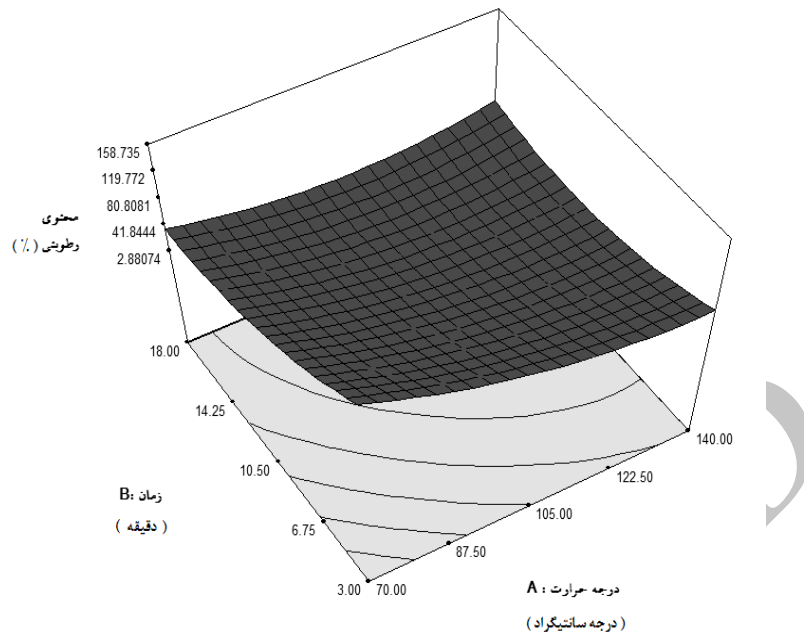
ارزیابی حسی در این پژوهش با استفاده از روش پذیرش مشتری<sup>3</sup> انجام گردید. این روش، جزء آزمون‌های مصرف‌کننده-گرا می‌باشد که در آن برای کسب اطلاعاتی درباره رفتارها و تمایلات مصرف‌کنندگان مواد غذایی، تعدادی ارزیاب به صورت تصادفی و به عنوان نماینده‌ی مصرف‌کنندگان بالقوه انتخاب می‌شوند. اعضای گروه ارزیابی مصرف‌کننده گرا، آموزش دیده نمی‌باشند و تنها مصرف‌کننده‌ی محصول، مورد آزمون می‌باشند (11).

در این پژوهش به منظور تعیین شرایط بهینه‌ی فرآوری چیپس کدو حلوائی از روش رویه‌ی پاسخ‌ها و مدل اختصاصی CCD و طرح آزمایش‌ها با استفاده از نرم افزار آماری Design Expert محصول شرکت Stat-Ease ویرایش 6.0.10 استفاده گردید.

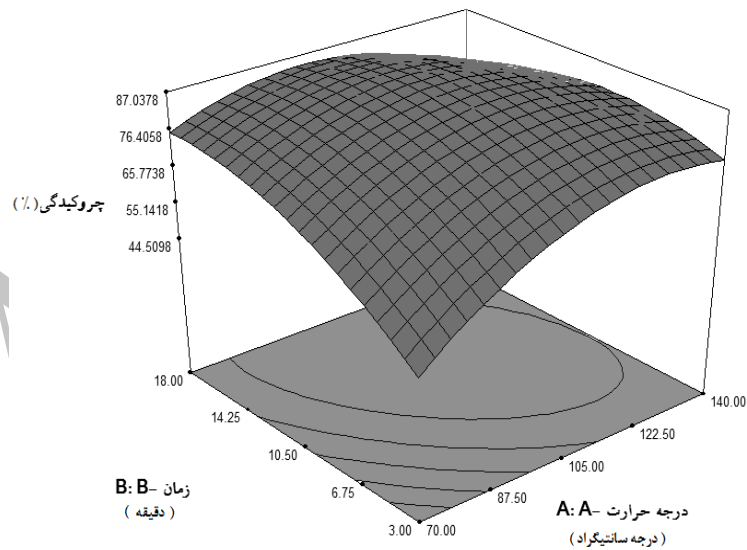
1 - Total color Difference (  $\Delta E$  )

2- Three- Point Bending

3- Acceptance



شکل 1- منحنی سه بعدی رویه‌ی پاسخ و تراز تاثیر دما و زمان فرآیند بر محتوی رطوبت



شکل 2- منحنی سه بعدی رویه‌ی پاسخ و تراز تاثیر دما و زمان فرآیند بر چروکیدگی

جهت فرآوری محصول نیاز است و در نتیجه، میزان تغییر رنگ نیز افزایش می یابد اما اثر فشار، اختلاف معنی داری بر جای نگذاشته است. دلیل این امر نیز احتمالاً این است که محدوده فشار در این پژوهش در کل پایین بوده و در تمامی آزمون ها محصول تحت خلاء فرآوری شده است و به طور کلی دما تاثیر بیش تری نسبت به زمان و فشار بر تغییرات رنگ محصول داشته است. نتایج حاصل با نتایج تحقیق Mariscal و همکارانش در سال 2008 برابری می کند. در این تحقیق، سرخ کردن قطعات سیب حاصل از فرآیند تحت شرایط اتمسفریک و خلاء با یکدیگر از نظر میزان کاهش رطوبت مقایسه گردید. علاوه بر این، برخی از قطعات سیب قبل از سرخ کردن تحت خلا جهت بررسی تاثیر کلی تا حدی خشک شدند و نتایج، نشان دادند که رنگ محصولات سرخ شده تحت خلاء نسبت به روش معمول به طور چشمگیری حفظ می شود (12). همچنین این یافته ها با نتایج تحقیق Da Silva و همکارانش نیز مطابقت دارد. نتایج تحقیق مذکور، حاکی از آن بود که محصولات حاصل از سرخ کردن تحت خلاء از لحاظ رنگ کاملاً نسبت به شرایط اتمسفریک برتری داشته و رنگ محصول در دما و فشار پایین تر و مدت زمان کم تر فرآیند بهتر حفظ می شود (7).

#### 3-4- تاثیر شرایط فرآیند بر میزان تردی فرآورده

جهت تعیین میزان تردی بافت فرآورده در این تحقیق از میزان نیروی لازم جهت شکستن چیپس های کدو حلوایی استفاده گردید. بدین صورت که نیروی کم تر، بیانگر تردی بیش تر فرآورده بود. نتایج آزمون های آماری، رابطه معنی داری را بین دما و زمان و تردی بافت نشان می دهد. به این صورت که با افزایش دما و زمان، میزان تردی بافت افزایش می یابد. احتمالاً این امر به این دلیل است که با افزایش دمای فرآیند سرخ کردن، میزان رطوبت بیش تری از محصول خارج گردیده و در نتیجه چیپس حاصل بافت تردتری پیدا می کند. همچنین با افزایش مدت زمان فرآیند، محصول زمان بیش تری دارد تا رطوبت از محصول خارج شده و در نتیجه بافت تردتر می شود در حالی که فشار، تاثیر معنی داری را بر جای نمی گذارد. نتایج، حاکی از آن است که با افزایش فشار، میزان تردی محصول کاهش می یابد. نتایج مذکور با نتایج Da Silva و همکارانش در سال 2008 مطابقت دارد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که محصولات فرآیند شده در دماها و مدت زمان های بالاتر بافت تردتر و مطلوب تری دارد (7).

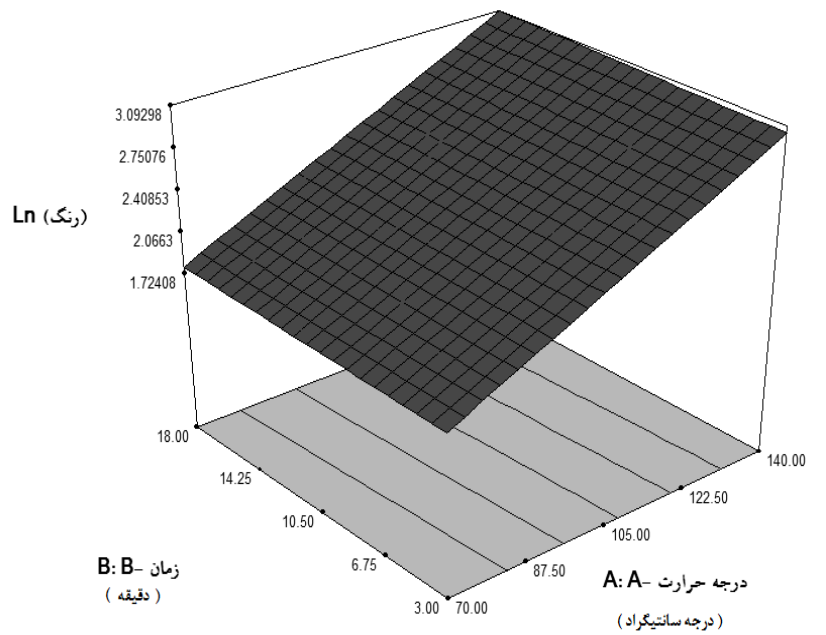
مورد بررسی قرار گرفت. قطعات سیب آنزیم بری شده در محلول فروکتوز غوطه ور شده و پس از منجمدسازی اولیه توسط سرخ کردن تحت خلاء فرآوری شدند، آنالیز آماری توسط طرح CCD نشان داد که محتوی رطوبت چیپس های سیب به طور معنی داری با غلظت محلول قند، دمای سرخ کردن و مدت زمان سرخ کردن ارتباط دارد. به این صورت که با افزایش دما و مدت زمان سرخ کردن محتوی رطوبتی قطعات چیپس سیب کاهش می یابد (15).

#### 3-2- تاثیر شرایط فرآیند بر میزان چروکیدگی فرآورده

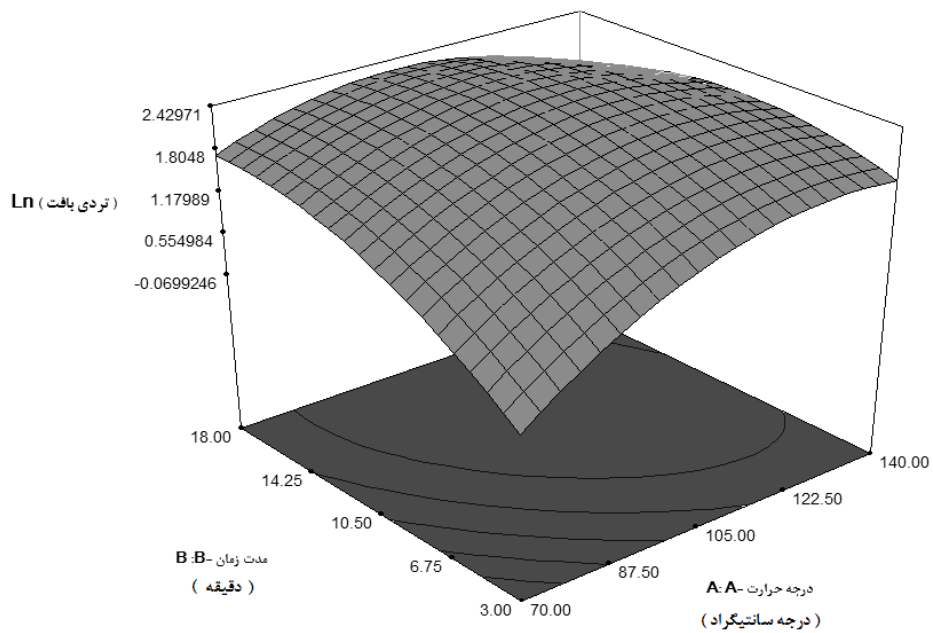
نتایج آزمون های آماری نشان دادند که میزان چروکیدگی برش های کدو حلوایی سرخ شده تحت تاثیر فاکتورهای دما و زمان فرآیند می باشد، در حالی که در مورد فشار رابطه معنی داری وجود ندارد. از آن جا که با افزایش دما و مدت زمان فرآیند، میزان رطوبت بیش تری از محصول خارج می گردد در نتیجه چروکیدگی بیش تری در محصول اتفاق می افتد. همچنین نتایج، نشان دادند که با افزایش فشار، میزان چروکیدگی محصول کاهش می یابد. دلیل این امر نیز این است که با افزایش فشار، میزان کم تری از رطوبت از محصول خارج شده و در نتیجه، میزان چروکیدگی کاهش می یابد. البته فشار، اختلاف معنی داری را بر جای نگذاشته است که این امر نیز به دلیل آن است که محدوده فشار در نظر گرفته شده در این پژوهش، پایین بوده و محصول در تمامی فشارها تحت خلاء سرخ گردیده است.

#### 3-3- تاثیر شرایط فرآیند بر رنگ فرآورده

توسط نتایج حاصل از آزمون رنگ سنجی هانتر لب تفاوت در میزان رنگ محصول فرآوری شده با ماده ی اولیه قبل از فرآوری که با فاکتور  $\Delta E$  نشان داده می شود محاسبه گردید. بدین معنی که مقادیر زیاد فاکتور  $\Delta E$  حاکی از کاهش کیفیت رنگ می باشد و در حقیقت، افزایش تفاوت رنگ محصول با ماده ی اولیه را نشان می دهد. با توجه به جدول آنالیز واریانس می توان به این نتیجه رسید که رنگ نهایی فرآورده ( $\Delta E$ ) به طور معنی داری تحت تاثیر دمای فرآیند قرار گرفته است در حالی که زمان و فشار در این رابطه، تاثیر معنی داری را بر جای نمی گذارند. با توجه به مدل برازش شده، با افزایش دما تفاوت رنگ محصول با فرآورده ی اولیه افزایش می یابد. همچنین نتایج، حاکی از آن است که با افزایش فشار، میزان تغییر رنگ محصول نیز افزایش می یابد. دلیل این امر این است که با افزایش فشار دما و مدت زمان بیش تری



شکل 3- منحنی سه بعدی رویه‌ی پاسخ و تراز تاثیر دما و زمان فرآیند بر رنگ



شکل 4- منحنی سه بعدی رویه‌ی پاسخ و تراز تاثیر دما و زمان فرآیند بر میزان تردی بافت

فرآوری اسنک‌ها از میوه‌ها و سبزی‌ها با محتوی روغن کم تر و خصوصیات کیفی مناسب‌تر استفاده می‌شود. در حالی که تاکنون با وجود خصوصیات مطلوب و منحصر به فرد محصول فرآوری شده از طریق این روش و سریع بودن آن و همچنین حفظ بیش تر ارزش تغذیه‌ای فرآورده‌ها توجه چندانی به این فن آوری به خصوص در کشور ما ایران نشده است. از طرف دیگر، کدو حلوایی محصولی با ماندگاری و ارزش تغذیه‌ای بالا می‌باشد که طعم آن نیز مطلوب و مورد پسند است. با وجود این، هیچ گونه فرآوری بر روی این محصول انجام نشده و میزان ضایعات آن در کشورمان بسیار بالا می‌باشد. با استفاده از روش سرخ کردن تحت خلاء قطعات کدو حلوایی، می‌توان به محصولی جدید و با طعم و بافت مطلوب با ارزش تغذیه‌ای بالا با صرف هزینه و زمان اندک دست یافت. نتایج به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که روش سرخ کردن تحت خلاء می‌تواند روشی مناسب جهت فرآوری کدو حلوایی باشد.

### 5-منابع

1- غیاثی طرزی، ب. ۸۷-۱۳۸۶. بررسی فرآیند سرخ کردن قارچ خوراکی در خلأ و تأثیر آن بر کیفیت روغن مورد استفاده. رساله‌ی دکتری رشته‌ی مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - دانشکده‌ی کشاورزی.

2- کیانی، ک. 1388. *خواص میوه‌ها و سبزی‌ها بر اساس کشفیات جدید علمی*. انتشارات زر قلم.

3- AACC. 1986. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. Minneapolis, MN: AACC.

4- AOCS. 1997. *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. 5<sup>th</sup> ed. The American Oil Chemists' Society Champaign, Illinois

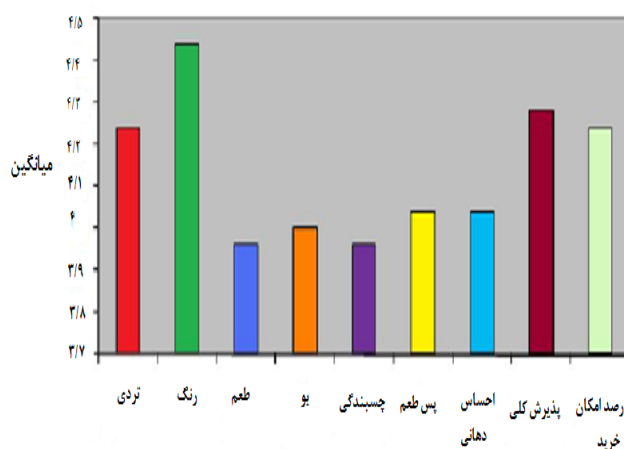
5- American Association of Cereal Chemists. 1983. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists AACC, Inc.*: St. Paul, Minnesota.

6- Cauellas J., Rossello C., Simal S., Soler L. 1993. Storage conditions affect quality of raisins. *Journal of Food Science*, 58(4):805-809.

7- Da Silva, P. F and Moreira, R. G. 2008. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks, *Food Science and Technology*, 41: 1758-1767.

### 3-5- نتایج حاصل از ارزیابی حسی

پس از انجام آزمون ارزیابی حسی، نتایج حاصل از آن توسط نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفتند. مقایسه‌ی میانگین امتیازها در مورد هر کدام از فاکتورهای ارزیابی حسی محصول در نمودار 3-5 نشان داده شده اند. بالاترین میانگین امتیاز مربوط به فاکتور رنگ می‌باشد. رنگ چپس کدو حلوایی مرغوب‌ترین فاکتور از نظر ارزیاب‌ها بوده است و با توجه به تحلیل‌های آماری میان میانگین هیچ یک از فاکتورهای مورد ارزیابی اختلاف معنی داری وجود ندارد.



شکل 5- نمودار نتایج حاصل از مقایسه‌ی فاکتورهای مورد بررسی در ارزیابی حسی محصول

### 4- نتیجه گیری

همگام با پیشرفت علم و فناوری، در صنایع غذایی هم تحولات شگرفی صورت گرفته است و به دلیل توجه بیش تر به سلامت مواد غذایی و افزایش جمعیت جهان و تلاش جهت جلوگیری از افزایش ضایعات مواد غذایی، امروزه یکی از مهم ترین اهداف در صنعت غذا و مهندسی صنایع غذایی به کارگیری تجهیزات و فن آوری‌های نوین جهت تولید محصولاتی جدید، از طریق روش‌های جدید می‌باشد. هدف اصلی از به کارگیری این روش‌ها، اصلاح کیفیت و ایمنی مواد غذایی به طور همزمان می‌باشد. علاوه بر این، روش‌های مذکور سبب صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش مشکلات زیست محیطی نیز می‌شوند. یکی از مهم ترین و جدیدترین روش‌ها جهت فرآوری مواد غذایی سرخ کردن تحت خلاء می‌باشد که امروزه به عنوان جایگزین مناسبی جهت



- 8- Deman, J.M. 1999. *Principles of food chemistry*, An Aspen publication, third edition.
- 9- Garayo, J and R. Moreira. 2002. Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering*, 55: 181-191.
- 10- Granda, C., R. Moreira., & Tichy, S. E. 2004. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science*, 69(8), 405-411.
- 11- Kemp, S., T. Hollowood and J. Hort, 2009. *Sensory Evaluation*. Wiley Black -Well.
- 12- Mariscal, M and Bouchon P. 2008. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. *Journal of Food chemistry*, 107: 1561-1569.
- 13- Passos, M. and Ribeiro C. P.. 2009. Innovation in food engineering: New Techniques and Products. contemporary food engineering series.
- 14- Shyu, S. L., Hau L. B. and Hwang L. S.. 1998. Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils, Graduate Institute of Food Science and Technology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 106, Republic of china.
- 15- Shyu, S. L., and L. S. Hwang. 2001. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food research International* 34: 133-142.
- 16- Varela, G. 1988. Current facts about the frying of food. In G. Varela, A.E. Bender, & I. D. Morton (Eds.), *Frying of food: Principles, changes, new approaches* (pp. 9-25). Chichester: Ellis Horwood.
- 17- Yamsaengsung, R and M. Ngamnuch. 2003. Transient Changes in Temperatures and Pressure during Vacuum Frying of Bananas in a Pilot-Scale. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

Archive