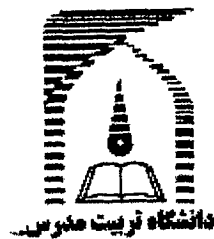


سلامت و آسایش

۳۳/۱

۴۷۲۲۶



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده‌ی کشاورزی
گروه علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری کم‌کالری

۱۳۸۷ / ۷ / ۱۷

نگارش:

حنانه فرزانه مهر

استاد راهنما:

دکتر سلیمان عباسی

استاد مشاور:

دکتر محمدعلی سحری

بهمن ۸۶

۲۶۳۲۶

کتابخانه تخصصی علوم کشاورزی
دانشگاه تربیت مدرس

کتابخانه تخصصی علوم کشاورزی
دانشگاه تربیت مدرس

تائید اعضای هیأت داوران در جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه‌ی نهایی پایان‌نامه‌ی خانم حنانه فرزانه مهر تحت عنوان "ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری کم‌کالری" را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه‌ی کارشناسی ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه‌ی علمی	امضاء
-------------------	--------------------	-------------	-------



استادیار

دکتر سلیمان عباسی


۱- استاد راهنما



دانشیار

دکتر محمدعلی سحری

۲- استاد مشاور



استادیار

دکتر زهره حمیدی

۳- نماینده تحصیلات تکمیلی

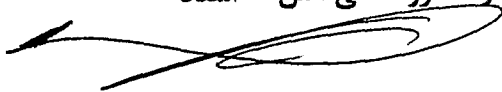


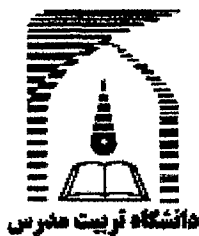
دانشیار

۱- دکتر محمدحسین عزیزی

۴- اساتید ناظر

۲- دکتر اصغر خسرو شاهی اصل استاد





بسمه تعالی

آیین نامه‌ی چاپ پایان نامه (رساله‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به این که چاپ و انتشار پایان نامه (رساله‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله‌ی خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

« کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته‌ی مهندسی کشاورزی-علوم و صنایع غذایی است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سلیمان عباسی و مشاوره جناب آقای دکتر محمدعلی سحری از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به‌منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به « دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به‌علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به‌منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتاب‌های عرضه شده نگارنده برای فروش تامین کند.

ماده ۶: اینجانب حنانه فرزانه مهر دانشجوی رشته‌ی مهندسی کشاورزی-علوم و صنایع غذایی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: حنانه فرزانه مهر

تاریخ و امضا:

۸۴، ۱۱، ۱۰

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس

- مقدمه : با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهش های علمی که تحت عناوین پایان نامه، رساله و طرح های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:
- ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها، رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.
- ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسؤل مقاله باشند.
- تبصره : در مقالاتی که پس از دانش آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه و رساله منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.
- ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه، رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و براساس آیین نامه های مصوب انجام شود.
- ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه، رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.
- ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

صبا مهرانی

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم سایه‌بانان آسایش و تکیه‌گاهان زندگی‌م

که گرمی دست‌هایشان، طنین صدایشان و فروغ نگاهشان

تنها سرمایه‌های جاودان زندگی من است

و

برادر و خواهر نازنین و مهربانم

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش سخن‌آموز مهربان را که آغاز و انجام این کار جز در سایه‌ی لطف بی‌انتهایش ممکن نبود. اکنون که با مهر و عنایتش این پایان‌نامه را به پایان رسانیده‌ام، بر خود واجب می‌دانم تا از زحمات اساتید و بزرگوارانی که در انجام این پژوهش مرا یاری رساندند قدردانی و سپاس‌گزاری کنم.

از خانواده‌ی عزیز و مهربانم برای زحمات بی‌دریغ، مهر بی‌کبران و حمایت همیشگی‌شان سپاسگزارم. از استاد گرامی و ارجمندم جناب آقای دکتر عباسی که در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه همواره از راهنمایی‌های ارزشمند و مفید ایشان بهره‌مند شده‌ام تشکر و امتنان قلبی خود را ابراز می‌دارم. از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر سحری، استاد مشاور، که همواره از مشاوره و راهنمایی‌های ارزنده ایشان استفاده نموده‌ام سپاسگزارم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر عزیزی و جناب آقای دکتر خسروشاهی که قبول زحمت نموده و عهده‌دار نظارت بر پایان‌نامه این‌جانب گردیدند سپاسگزارم.

و در پایان از کلیه‌ی دوستان و عزیزانی که مرا در پیش‌برد و انجام این پایان‌نامه یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

حنانه فرزانه مهر

بهمن ۸۶

چکیده

شکلات از جمله مواد غذایی است که به دلیل طعم و بافت منحصر به فرد خود مصرف فراوانی در سراسر جهان دارد. ولی یکی از مشکلات عمده در مصرف این ماده‌ی غذایی میزان قند بالای آن (بسته به نوع شکلات ۳۰-۵۰٪) بوده و به همین دلیل تاکنون پژوهش‌ها و تلاش‌های زیادی به منظور جای‌گزینی قند در شکلات صورت گرفته است. لذا، در این پژوهش به بررسی تولید نوعی شکلات شیری کم‌کالری با ویژگی‌های پریپوتیکی به کمک طراحی ترکیبی لاتیس ساده (Simplex Lattice Mixture Design) پرداخته شده است. اینولین به‌عنوان ترکیب پریپوتیکی همراه با دو ترکیب حجم‌دهنده‌ی دیگر (پلی‌دکستروز و مالتودکسترین) در نسبت‌های مختلف (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) همراه با شیرین‌کننده‌ی مصنوعی (سوکرالوز) به منظور جای‌گزینی قند در شکلات استفاده شد. برای تعیین نسبت بهینه‌ی این ترکیبات، پانزده فرمولاسیون تولیدی شامل کل محدوده‌ی مثلثی ساده از نظر برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی (رطوبت، پ.ه‌اش و فعالیت آبی)، ویژگی‌های مکانیکی و رئولوژیکی (سختی، گرانروی و تنش تسلیم) و ویژگی‌های حسی (شیرینی، سفتی، پوشش دهانی، سرعت ذوب شدن و رنگ) مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ‌های به‌دست آمده حاکی از آن بود که نمونه‌های شکلات دارای نسبت‌های بالای ترکیبات جای‌گزین قند دارای رطوبت بیش‌تر، سختی کم‌تر و گرانروی بیش‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها و نمونه‌ی شاهد بودند. کم‌ترین رطوبت و گرانروی و بیش‌ترین سختی در نسبت‌های میانی این ترکیبات دیده شد. از بین ۴ مدل ریاضی ارزیابی شده جهت پیش‌بینی ویژگی‌های رئولوژیکی شکلات، مدل کاسون مناسب‌ترین مدل برای این منظور تشخیص داده شد. مالتودکسترین دارای کم‌ترین اثر مطلوب حسی روی نمونه‌های شکلات بود در حالی که، اینولین و پلی‌دکستروز سبب بهبود چشم‌گیر در ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات کم‌کالری گردید. به‌طوری‌که، پذیرش کلی نمونه‌ها با افزایش میزان اینولین و پلی‌دکستروز افزایش و با افزایش مالتودکسترین کاهش یافت. نتایج حاصل از ادغام نمودارهای کانتور نیز نشان‌دهنده‌ی آن بود که نسبت بهینه‌ی اینولین برابر با ۳۰٪-۳/۲ و ۸۶/۱۱٪-۶۷/۱۳، پلی‌دکستروز ۲۵/۴۰٪-۰ و ۷۸/۲۴٪-۵۸/۸ و مالتودکسترین ۳۰/۵۶٪-۰ بود که از میان ۱۵ نمونه شکلات شیری کم‌کالری آزمایشی تهیه شده، نمونه‌های شماره‌ی ۴، ۹، ۱۳ و ۱۴ در محدوده‌ی نسبت‌های بهینه به‌دست آمده بودند. یافته‌های مربوط به کاهش چربی در نمونه‌ی دارای نسبت بهینه‌ی ترکیبات جای‌گزین قند نیز امکان کاهش چربی تا میزان ۵٪ را نشان داد و از این طریق امکان کاهش میزان کالری تا حدود ۲۹٪ در شکلات‌های تولید شده فراهم گردید.

واژه‌های کلیدی: شکلات کم‌کالری؛ اینولین؛ پلی‌دکستروز؛ مالتودکسترین؛ رئولوژی؛ طراحی ترکیبی لاتیس ساده.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول کلیات:
۱	۱-۱ تاریخچه‌ی تولید شکلات در جهان و ایران
۳	۲-۱ میزان تولید و مصرف کاکائو
۴	۳-۱ تعریف شکلات و انواع آن
۴	۱-۳-۱ شکلات تیره (Dark chocolate)
۴	۲-۳-۱ شکلات شیری (Milk chocolate)
۵	۳-۳-۱ شکلات سفید (White chocolate)
۵	۴-۱ ترکیبات شکلات
۶	۱-۴-۱ کاکائو
۶	۱-۱-۴-۱ فرآیندهای پس از برداشت
۹	۲-۴-۱ چربی
۱۰	۳-۴-۱ پودر شیرخشک
۱۰	۴-۴-۱ قند
۱۱	۵-۴-۱ ترکیبات فعال سطحی
۱۲	۶-۴-۱ مواد طعم‌دهنده
۱۲	۵-۱ روش تولید شکلات
۱۳	۱-۵-۱ آماده‌سازی مواد اولیه
۱۴	۲-۵-۱ اختلاط مواد اولیه
۱۴	۳-۵-۱ کاهش اندازه (Grinding)
۱۵	۴-۵-۱ کونچ کردن یا ورز دادن (Conching)
۱۵	۵-۵-۱ مشروط کردن دمایی (Tempering)
۱۷	۶-۵-۱ قالب‌گیری (Moulding)
۱۷	۷-۵-۱ بسته‌بندی (Packaging)
۱۸	۶-۱ ویژگی‌های شکلات
۱۸	۱-۶-۱ ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی
۱۹	۲-۶-۱ ویژگی‌های رئولوژیکی
۲۱	۱-۲-۶-۱ مدل‌های رئولوژیکی مورد استفاده در شکلات
۲۳	۳-۶-۱ ویژگی‌های بافتی
۲۴	۴-۶-۱ ویژگی‌های تغذیه‌ای
۲۵	۷-۱ مواد غذایی کم‌کالری

۲۵	۱-۷-۱ مصرف بالای مواد قندی و پیاآمدهای آن
۲۶	۲-۷-۱ کاهش قند
۲۶	۸-۱ شکلات کم کالری
۲۸	۱-۱ اینولین
۳۰	۱۰-۱ پلی دکستروز
۳۲	۱۱-۱ مالتودکسترین
۳۳	۱۲-۱ سوکرالوز
۳۵	فصل دوم مروری بر پژوهش‌های انجام شده
۴۱	فصل سوم مواد و روش‌ها:
۴۱	۱-۳ مواد
۴۱	۱-۱-۳ آماده‌سازی مواد
۴۲	۲-۳ روش‌ها
۴۲	۱-۲-۳ روش تهیه‌ی شکلات
۴۳	۲-۲-۳ آماده‌سازی نمونه‌های شکلات جهت انجام آزمایش
۴۴	۳-۲-۳ اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی شکلات
۴۴	۱-۳-۲-۳ رطوبت
۴۴	۲-۳-۲-۳ اندازه‌گیری پ.هاش
۴۴	۳-۳-۲-۳ اندازه‌گیری فعالیت آبی
۴۵	۴-۳-۲-۳ اندازه‌گیری قندها
۴۵	۱-۴-۳-۲-۳ محلول‌های شیمیایی مورد نیاز
۴۶	۲-۴-۳-۲-۳ سنجش عیار فهلینگ
۴۷	۳-۴-۳-۲-۳ تعیین درصد قند احیا کننده قبل از آب‌کافت
۴۸	۴-۴-۳-۲-۳ تعیین درصد قند احیا کننده بعد از آب‌کافت
۴۸	۵-۴-۳-۲-۳ تعیین مقدار ساکاروز
۴۸	۵-۳-۲-۳ اندازه‌گیری پروتئین
۴۹	۶-۴-۲-۳ اندازه‌گیری چربی
۴۹	۱-۶-۴-۲-۳ محلول‌های شیمیایی مورد نیاز
۵۱	۴-۲-۳ اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های مکانیکی و رئولوژیکی
۵۱	۱-۴-۲-۳ اندازه‌گیری سختی
۵۲	۲-۴-۲-۳ اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیک
۵۴	۸-۲-۳ ارزیابی حسی
۵۶	۶-۲-۳ طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

۵۹	فصل چهارم یافته‌ها:
۵۹	۱-۴ تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی
۵۹	۱-۱-۴ رطوبت، پ.هاش و فعالیت آبی
۶۱	۲-۱-۴ چربی
۶۳	۳-۱-۴ پروتئین
۶۳	۴-۱-۴ مواد قندی
۶۴	۵-۱-۴ انرژی
۶۶	۲-۴ تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی برخی ویژگی‌های مکانیکی و رئولوژیکی
۶۶	۱-۲-۴ سختی
۶۸	۲-۲-۴ ویژگی‌های رئولوژیکی
۷۸	۳-۴ ارزیابی حسی
۸۰	۴-۴ تعیین نسبت بهینه‌ی ترکیبات جای‌گزین قند
۸۷	۱-۴-۴ مقادیر بهینه
۹۰	۵-۴ تولید شکلات شیری کم‌کالری با کاهش چربی و استفاده از چربی نباتی
۹۳	۶-۴ نتیجه‌گیری
۹۵	پیشنهادها
۹۷	منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۶	جدول ۱-۱. نمایش نقطه‌ی ذوب و چگونگی اتصال زنجیره‌ها به یکدیگر در اشکال پلی‌مورفیسم کره‌ی کاکائو
۵۷	جدول ۱-۳: سطوح و نسبت جای‌گزین‌های قند در تولید شکلات شیری کم‌کالری
۶۲	جدول ۱-۴. تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و مکانیکی شکلات شیری کم‌کالری
۶۵	جدول ۲-۴: نتایج حاصل از آزمون فهلینگ بر روی نمونه‌های شکلات شیری
۷۲	جدول ۳-۴: مقایسه‌ی تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی میزان برآزش داده‌های رئولوژیکی شکلات‌های شیری کم‌کالری با مدل‌های ریاضی متداول
۷۷	جدول ۴-۴: مقایسه‌ی تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند بر روی مقادیر میانگین گرانروی ظاهری، گرانروی کاسون و تنش تسلیم نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری
۸۰	جدول ۵-۴: مقایسه‌ی تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی برخی ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری
۸۱	جدول ۶-۴: مقایسه‌ی تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی ۴ ویژگی اندازه‌گیری شده در شکلات شیری کم‌کالری
۸۳	جدول ۷-۴: معادلات پیش‌گویی برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، مکانیکی، رئولوژیکی و حسی نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری بر اساس نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند
۹۱	جدول ۸-۴: تاثیر کاهش چربی بر روی مقادیر میانگین ۴ ویژگی رطوبت، پ.ه‌اش، فعالیت آبی و سختی در نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری
۹۱	جدول ۹-۴: تاثیر کاهش چربی بر روی مقادیر میانگین برخی ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری
۹۲	جدول ۱۰-۴: تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزینی کره‌ی کاکائو با روغن نباتی بر روی مقادیر میانگین ۴ ویژگی رطوبت، پ.ه‌اش، فعالیت آبی و سختی در نمونه‌های شکلات کم‌کالری
۹۲	جدول ۱۱-۴: تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزینی کره‌ی کاکائو با روغن نباتی بر روی مقادیر میانگین برخی ویژگی‌های حسی نمونه‌های شکلات کم‌کالری

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: میزان مصرف سرانه‌ی جهانی شکلات در سال ۲۰۰۲ (کیلوگرم به ازای هر فرد)
۷	شکل ۱-۲: نمایش الف) درخت تثوبروما کاکائو، ب) برش عرضی غلاف کاکائو و دانه‌های کاکائو در داخل آن و ج) نیب کاکائو
۱۳	شکل ۱-۳: مراحل مختلف فرآیند تهیه‌ی شکلات
۱۷	شکل ۱-۴: نمایش مقطع عرضی نحوه‌ی استقرار تری‌گلیسریدها در اشکال پلی‌مورفیسم مختلف
۲۸	شکل ۱-۵: ساختار شیمیایی اینولین
۳۱	شکل ۱-۶: ساختار شیمیایی پلی‌دکستروز
۳۳	شکل ۱-۷: ساختار شیمیایی سوکرالوز
۴۳	شکل ۱-۳: دستگاه مخلوط‌کن نمونه‌های شکلات
۴۵	شکل ۲-۳: دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی Novasina Sprint مدل TH 500
۵۲	شکل ۳-۳: دستگاه بافت سنچ Hounsfield
۵۴	شکل ۳-۴: نمای ظاهری الف) دستگاه رثومتر UDS200 و ب) فنجانک ژئومتری استوانه‌های هم‌مرکز مدل Z3 DIN
۵۵	شکل ۳-۵: برگه‌ی ارزیابی حسی نمونه‌های شکلات
۵۷	شکل ۳-۶: نقاط آزمایشی طراحی ترکیبی لاتیس ساده
۶۷	شکل ۴-۱: مقایسه‌ی تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند بر روی نمودار نیرو-مسافت شکلات‌های شیری کم‌کالری
۶۹	شکل ۴-۲: مقایسه‌ی تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند بر روی نمودار تنش برشی-سرعت برشی شکلات‌های شیری کم‌کالری
۷۱	شکل ۴-۳: مقایسه‌ی تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند بر روی نمودار رفتار جریان شکلات‌های شیری کم‌کالری
۷۸	شکل ۴-۴: نمودارهای مدل کاسون شکلات شیری کم‌کالری
۸۵	شکل ۴-۵: نمودارهای کانتور سه‌تایی مربوط به نمایش تاثیر جای‌گزین‌های قند بر روی الف) رطوبت، ب) سختی، ج) گرانشی کاسون، د) تنش تسلیم و ه) پذیرش کلی شکلات‌های شیری کم‌کالری
۸۶	شکل ۴-۶: نمودارهای پیش‌گویی مربوط به نمایش تاثیر نسبت‌های مختلف جای‌گزین‌های قند بر روی رطوبت، سختی، گرانشی کاسون، تنش تسلیم و پذیرش کلی نمونه‌های شکلات شیری کم‌کالری
۸۹	شکل ۴-۷: نمودارهای کانتور ادغام شده‌ی اثر نسبت اینولین، پلی‌دکستروز و مالتودکسترین بر روی رطوبت، سختی، گرانشی کاسون، تنش تسلیم و پذیرش کلی شکلات شیری کم‌کالری

کلیات

۱-۱ تاریخچه‌ی تولید شکلات در جهان و ایران

آشنایی نوع بشر با شکلات از حدود ۲۰۰۰ سال قبل آغاز شده به صورتی که در آن زمان دانه‌های کاکائو در نواحی استوایی آمریکای مرکزی بسیار مورد توجه سرخ‌پوستان مایان (Mayan) بود و تصویر غلاف کاکائو بر روی دیوار معابد سنگی آن‌ها به صورت حک شده موجود می‌باشد و حتی در نوشته‌های مایان‌ها از کاکائو به عنوان غذای خدایان یاد شده است. اهمیت کاکائو در امپراطوری آزتک (Aztec empire) در مکزیک هم گزارش شده است (Anonymous, 2007a). در آن زمان دانه‌های کاکائو متعلق به طبقه‌ی اشراف بود و فقط در بعضی مراسم مذهبی خاص استفاده می‌شد. دانه‌های کاکائو هم به جای پول و هم به دلیل تولید نوشیدنی ادویه‌داری که Chocolatl نامیده می‌شد، مورد استفاده بوده است و گفته شده که Montezeuma (امپراطور آزتک) روزانه ۵۰ گوزه از این شربت می‌نوشیده است (Beckett, 1994).

اولین بار دانه‌های کاکائو توسط جهان‌گرد اسپانیایی به نام کلمب و از روی حس کنجکاوی به اروپا آورده شد ولی، بعدها به وسیله دن کرتس، سیاح اسپانیایی، به عنوان نوشیدنی جدید مورد بهره برداری تجاری قرار گرفت (Becket, 1994) و او با افزودن شکر به شکلات طعم آن را به طعم مورد پسند اسپانیایی‌ها نزدیک‌تر ساخت. در اسپانیا به این نوشیدنی وانیل و دارچین اضافه شد و برای اولین بار به شکل یک نوشیدنی داغ مصرف شد. آن‌ها راز تهیه‌ی این شربت کاکائویی را در حدود ۱۰۰ سال از

سایر کشورهای اروپایی مخفی نگاه داشته، اما سرانجام آوازه‌ی شهرت شکلات به‌عنوان یک نوشیدنی خوشمزه و مفید در سراسر اروپا منتشر شد و در سال ۱۶۵۷ نخستین کارگاه‌های تهیه‌ی شکلات در انگلستان تاسیس شد (Anonymous, 2007a). افزودن شیر به این نوشیدنی شکلاتی اولین بار در انگلستان در سال ۱۷۲۷ توسط نیکولاس ساندرس گزارش شده است.

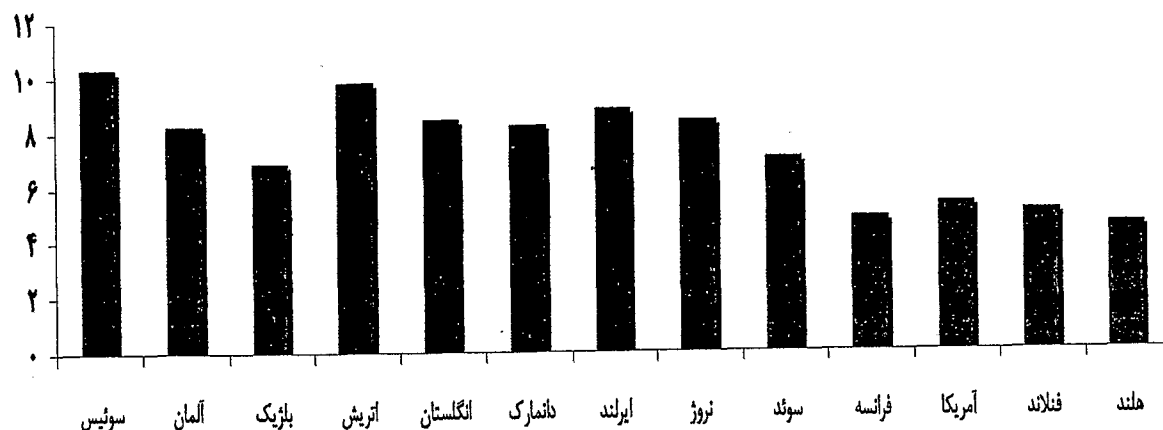
تا سال ۱۸۲۸ میلادی و توسعه‌ی روش فشردن و جداسازی بخشی از چربی کاکائو توسط Von Houten، شکلات بیشتر به شکل مایع و متشکل از کل دانه‌ی کاکائو بود ولی بعد از آن تولید شکلات قابل ذوب و با چربی پایین امکان‌پذیر گردید. اولین شکلات به‌شکل جامد در سال‌های ۱۸۴۰ توسط Fry و سپس Cadbury تهیه شد. تولید شکلات شیری به Daniel Peters سوئیسی در سال ۱۸۷۶ نسبت داده می‌شود. شکلات شیری Cadbury و محصولات مشابه توسط بسیاری سازندگان دیگر در اوایل سال‌های ۱۹۰۰ توسعه پیدا نمودند. از آن زمان تاکنون معروفیت شکلات شیری به‌صورت چشم‌گیری افزایش پیدا نموده است و با توسعه‌ی ماشین‌آلات قالب‌گیری در حجم انبوه، که به کاهش هزینه‌ی تولید کمک فراوانی نموده است، امروزه این محصول با قیمت و کیفیت مناسب در دسترس همگان قرار گرفته است (Minifie, 1989).

اما در ایران، از قدیم ترکیباتی از کاکائو و سایر مواد را در تهیه بعضی شیرین‌های سنتی استفاده می‌کردند. ولی، تولید و مصرف شکلات در ایران همانند بسیاری کشورهای سابقه‌ای طولانی نداشته و به حدود ۶۰ سال پیش برمی‌گردد. در آن زمان اولین کارخانه‌ی شکلات‌سازی توسط دو برادر مهاجر روسی در تبریز راه اندازی شد. محصول این کارخانه تا مدت‌ها آب‌نبات و تافی برای بچه‌ها بود اما، به‌تدریج این کارخانه و کارخانه‌های متعدد دیگر که بعد از آن به‌وجود آمدند، فعالیت خود را گسترش داده و انواع دیگری از محصولات را تولید نمودند. در سال‌های اخیر این کارخانه‌ها به‌سمت تولید شکلات‌های تخته‌ای و لقمه‌ای حرکت کرده به‌طوری که امروزه انواع تافی، کارامل، کرم کاکائو، کارولین و شکلات‌های مغزدار، فانتزی، تیره و روشن در اشکال مختلف و بسته‌بندی‌های مناسب را تولید کرده

و از فن‌آوری پیشرفته در زمینه‌ی استفاده از دانه‌های روغنی کاکائو برخوردارند (محمد رضایی بیگدلی، ۱۳۸۶).

۲-۱ میزان تولید و مصرف شکلات

بر اساس نشریه‌ی ماهانه Cocoa Statistics در سال ۲۰۰۳ بیش از ۳/۱ میلیون تن لوبیای کاکائو در سراسر جهان تولید شده است و از این میزان کاکائو، در حدود ۳/۵ میلیون تن انواع مختلف محصولات شکلات در جهان تولید می‌گردد (Anonymous, 2007b). در شکل ۱-۱ میزان مصرف سرانه‌ی ۲۰ کشور مصرف‌کننده‌ی عمده‌ی شکلات در سال ۲۰۰۳ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱: میزان مصرف سرانه‌ی جهانی شکلات (کیلوگرم به ازای هر فرد) در سال ۲۰۰۲، بر اساس آمار انجمن بین

المللی قنادی و (Chokladkultur) Caobisco, 2005

در ایران، طبق گزارش سازمان صنایع و معادن، میزان تولید اسمی شکلات در حدود ۱,۰۰۰,۳۷۵ تن می‌باشد که این میزان به ۱,۵۵۴,۷۵۴ تن در آینده خواهد رسید. هم‌چنین، بر اساس سالنامه‌ی آمار بازرگانی جمهوری اسلامی ایران، میزان صادرات انواع شکلات در سال ۸۲ در حدود ۳,۸۰۶ تن و میزان واردات آن در سال ۸۳ در حدود ۲۲۲ تن بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۳ الف؛ بی‌نام، ۱۳۸۴).

۳-۱ تعریف شکلات و انواع آن

شکلات ماده‌ی غذایی منحصر به فردی است که در دمای اتاق به صورت جامد ولی در دمای بدن انسان ذوب شده و به سیالی گرانبه تبدیل می‌شود. این پدیده به دلیل ذوب ترکیبات چرب شکلات است که بسیاری از ذرات تشکیل دهنده را متصل به یکدیگر نگاه می‌دارد. چربی شامل کره‌ی کاکائو و چربی شیر و ذرات شامل ذرات کاکائو، شکر و در مورد شکلات شیری پودر شیرخشک است (Lee et al., 2004). فرآیند تهیه‌ی شکلات به طور کلی شامل اختلاط مواد اولیه، آسیاب کردن (Grinding) مواد و کاهش اندازه و افزودن کره‌ی کاکائو و عملیات کونچ کردن یا ورز دادن می‌باشد (Beckett, 1994). دسته‌بندی اصلی شکلات بر اساس تفاوت در میزان کاکائو، چربی شیر، کره‌ی کاکائو و شیرخشک به صورت شکلات تیره، شیری و سفید بوده که در ادامه هر یک به اختصار توضیح داده خواهد شد.

۱-۳-۱ شکلات تیره (Dark chocolate)

شکلات تیره، شکلاتی تلخ است با طعم مشخص کاکائو که بسته به نوع دانه‌های کاکائوی استفاده شده ممکن است دارای زمینه‌ی طعم میوه‌ای نیز باشد و میزان کل کاکائو بر پایه‌ی وزن خشک در آن حداقل ۳۵٪ است بر اساس استانداردهای موجود در هر کشور از نظر میزان شیرینی ممکن است اختلافاتی در بین محصولات تولید شده دیده شود (Nuttall, 1994; Jackson, 1994).

۱-۳-۲ شکلات شیری (Milk chocolate)

شکلات شیری دارای دو ترکیب می‌باشد. نوع اول بیش‌تر در اروپا معمول بوده و نوع دوم با دارا بودن میزان شیر بیش‌تر اغلب در انگلستان مرسوم است. البته، نوع دوم تا زمانی که دارای نسبت تقریباً بالایی از کاکائو نباشد ($< 25\%$)، در اروپا شکلات شیری نامیده نمی‌شود. شکلات شیری، شکلاتی است که از لوبیای کاکائو، لیکور کاکائو، پودر کاکائو یا پودر کاکائو با چربی پایین، ساکارز، شیر یا شیرخشک به دست آمده از تبخیر شیر، با یا بدون افزودن کره‌ی کاکائو بیش‌تر تهیه می‌گردد و دارای انواع شکلات

ورمیشلی، شکلات gianduja و شکلات پوششی (couverture chocolate) می‌باشد (Nuttall, 1994).

۱-۳-۳ شکلات سفید (White chocolate)

شکلات سفید، شکلاتی که در آن ذرات ریز شیر و شکر با فاز پیوسته‌ی چربی (بیش‌تر کره‌ی کاکائو و یا جای‌گزین‌های آن) پوشیده شده است (Vercet, 2003) و حداقل میزان کره‌ی کاکائو بر پایه‌ی وزن خشک در آن ۲۰٪ است (استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۶۰۸). به‌دلیل عدم استفاده از کاکائو، زمان نگهداری این محصول کوتاه‌تر از سایر انواع شکلات می‌باشد (Afoakwa *et al.*, 2008) زیرا، لیکور کاکائو و پودر کاکائو دارای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که شکلات را در برابر اکسایش حفظ می‌نمایند (Vercet, 2003).

۱-۴-۱ ترکیبات شکلات

شکلات تعلیقی از ذرات ریز قند و کاکائو در فاز پیوسته‌ی چربی است (Afoakwa *et al.*, 2007). هم‌چنین، مواد فعال سطحی (برای مثال لسیتین) به‌منظور تسهیل نمودن پراکندگی یکنواخت ترکیبات آب‌دوست (برای مثال قند) در ترکیبات چربی آب‌گریز استفاده می‌گردد (Lee *et al.*, 2004). علاوه بر این به‌منظور بهبود یا تشدید ویژگی‌های طعمی شکلات از ترکیبات طعم‌دهنده استفاده می‌گردد (Jackson, 1994). تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های حسی شکلات به‌دلیل استفاده از انواع مختلف کاکائو، تغییر در نسبت مواد اولیه، استفاده از Crumb شیری (ترکیب واسطه در فرآیند تهیه‌ی شکلات شیری که از شیر تبخیر شده، شکر و لیکور کاکائو تهیه می‌گردد) به‌جای استفاده از شیر خشک، شیوه‌های اختلاط و روش‌های فرآوری است (Afoakwa *et al.*, 2007). در ادامه اجزای مختلف شکلات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۴-۱ کاکائو

لوبیای کاکائو (Cocoa beans)، دانه‌های درخت کوچکی است که از نظر گیاه‌شناسی به‌عنوان تفوبروما کاکائو (*Teobroma cocoa*) شناخته می‌شود (شکل ۱-۲، الف)، که هم‌اکنون در تمام نواحی جنگلی و مرطوب، بیش‌تر در محدوده‌ی ۲۰ درجه‌ی عرض جغرافیایی استوا، رشد می‌کند (Hancock, 1994). آفریقای غربی اکنون بیش‌تر از ۷۰٪ کل کاکائوی جهان را تولید می‌کند (Afoakwa et al., 2007). معمولاً سه نوع کاکائو به نام‌های Criollo، Forastero و Trinitario وجود دارند که نوع Criollo نوع اصلی کشت داده شده است. بیش‌ترین مقدار کاکائو در دنیا اکنون از درخت Forastero مشتق می‌شود و در تجارت به‌عنوان کاکائوی توده‌ای (Bulk cocoa) شناخته شده است. منشا Trinitario هیبرید درخت‌های Forastero و Trinitario است (Hancock, 1994). در غلاف کاکائو (Cocoa pod)، ۳۰-۵۰ دانه‌ی پوشیده شده با پالپ سفید رنگ (شکل ۱-۲، ب)، بعد از ۴-۶ ماه به رشد کامل رسیده و حاوی دو لپه (Cotyledon) یا نیب (Nib) (شکل ۱-۲، ج)، است که برای تولید لیکور کاکائو یا تولید کره‌ی کاکائو و پودر کاکائو (بعد از فشردن و جداسازی کره‌ی کاکائو)، استفاده می‌شود. واکنش‌های پیچیده‌ی شیمیایی در طول فرآوری کاکائو سبب ایجاد بافت و طعم نهایی محصول خواهد شد (Afoakwa et al., 2007).

۱-۴-۱-۱ فرآیندهای پس از برداشت

تخمیر: بعد از جدا کردن پالپ، لوبیای کاکائو تحت عمل تخمیر قرار می‌گیرد. تخمیر آنزیمی و میکروبی بعد از برداشت در طول ۵ تا ۷ روز، سبب ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در لوبیای کاکائو می‌گردد که طی آن ابتدا قندها توسط مخمرها به الکل و سپس توسط باکتری‌های اسید، لاکتیک به اسید استیک تبدیل می‌شوند. تخمیر آنزیمی سبب توسعه‌ی طعم در طول واکنش‌های تخمیر بی‌هوازی شده

و واکنش‌های قهوه‌ای شدن پلی‌فنل‌ها با پروتئین‌ها و پپتیدها ویژگی‌های رنگ کاکائو را ایجاد نموده و سبب کاهش طعم گسی می‌گردند.



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۱-۲: نمایش (الف) درخت تئوبروما کاکائو، (ب) برش عرضی غلاف کاکائو و دانه‌های کاکائو در داخل آن و (ج) نیب کاکائو

خشک کردن: بعد از اتمام فرآیند تخمیر، عملیات خشک کردن صورت می‌پذیرد. خشک کردن رشد کپک‌ها را در طول حمل و نقل و نگهداری محدود کرده و میزان رطوبت را از ۶۰ به ۸٪ می‌رساند.