نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۲۶۲-۲۵۵

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 4, 2012, p. 255-262

بررسی اثرنسبت های مختلف آرد کامل سویا به عنوان جایگزین چربی و زمان آسیاب کردن بر ویژگی های بافتی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری

مصطفی مظاهری تهرانی[۱]- سمیرا یگانه زاد[۲*]- نسیم رئوفی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۲

چکیده

آرد سویا محصولی پروتئینی با حداقل فرآوری در میان سایر محصولات پروتئینی سویا است که به دلیل فواید تغذیه ای، قیمت پایین و خصوصیات عمل کنندگی مطلوب در صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر جایگزین کردن چربی شکلات با آرد کامل سویا در دامنه صفر تا ۸ درصد و نیز اثر زمان آسیاب کردن ۱۰۵ و ۱۳۵ دقیقه بر ویژگی های رئولوژیکی شامل ویسکوزیته کاسون و تنش تسلیم کاسون، ویژگی های بافتی شامل سختی و ویژگی های حسی شکلات شیری بود. نتایج نشان داد که با افزایش زمان آسیاب کردن و کاهش اندازه ذرات، سختی نمونه ها به طور معنی داری افزایش پیدا کرد ($P<0/05$). سختی نمونه ها در محدوده ۷۱۰۰ تا ۸۱۸۰ گرم قرارگرفت. ویسکوزیته کاسون نمونه ها در محدوده ۲/۵۵ تا ۵/۹۹ پاسکال-ثانیه و تنش تسلیم کاسون در محدوده ۷/۸۲ تا ۳۵/۸۶ پاسکال قرار گرفت. اما جایگزینی آرد کامل سویا تا سطح ۴ درصد اختلاف معنی داری را در هیچ یک از ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه های شکلات ایجاد نکرد ($P<0/05$).

واژه‌های کلیدی: آرد کامل سویا، خواص حسی، خواص رئولوژیکی، خواص بافتی، روغن پالم، شکلات

مقدمه

سویا بیشترین میزان پروتئین را در میان غلات و حبوبات داراست؛ همچنین این فرآورده میزان بالایی لیزین دارد که قادر است کلیه اسیدهای آمینه مورد نیاز برای رشد کودکان را فراهم آورد. سویا علاوه بر میزان بالای پروتئین، دارای فسفولیپیدها؛ ایزوفلاوون ها، ویتامین ها و موادمعدنی است. غذاهای فراسودمند[۴] وسیله ای برای رساندن ترکیبات مفید به بدن در قالب رژیم غذایی هستند. مطالعات نشان می دهد که با گسترش تجارت این گونه مواد غذایی، تمایل مصرف کنندگان نسبت به استفاده از آن ها و به خصوص استفاده از سویا در رژیم غذایی افزایش یافته است (Ohr, 2000).

یکی از نیازهای مصرف کنندگان برای داشتن رژیم غذایی سالم، کاهش دادن چربی در مواد غذایی بدون تغییر در کیفیت خوراکی آن است (Do *et al*,. 2008). در این راستا مهمترین چالش، تولید فرآورده کم چرب با طعم و احساس دهانی مشابه با محصول دارای چربی کامل است (Jones, 1996). یکی از روش های رسیدن به این هدف استفاده از مقلدهای چربی نظیر پروتئین سویا است (Akoh, 1998).

آرد سویا محصولی پروتئینی با حداقل فرآوری در میان سایر محصولات پروتئینی سویاست که به دلیل فواید تغذیه ای، قیمت پایین و خصوصیات عمل کنندگی مطلوب در صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته است (رواقی، ۱۳۸۹). مطالعاتی در خصوص تأثیر توزیع اندازه ذرات (زمان های مختلف آسیاب کردن) بر خواص رئولوژیکی و بافتی شکلات کم چرب صورت گرفته است (Do *et al.*, 2007؛ Afoakwa *et al.*, 2009). مطالعاتی نیز در خصوص استفاده از منابع پروتئینی نظیر کنسانتره پروتئینی آب پنیر به عنوان جایگزین چربی در شکلات

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی دکتری تخصصی تکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Yeganehzad@yahoo.com
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

4-Functional food

صورت گرفته است (De Melo *et al.*, 2009).

تعیین خصوصیات رئولوژیکی یکی از فاکتورهای مهم در تولید شکلات با کیفیت بالا و بافت مناسب است. اداره بین المللی شکلات؛ کاکائو و فراورده های قنادی (IOCCC)[1] در سال ۱۹۷۳ مدل کاسون را برای تعیین پارامترهای رئولوژیکی نمونه های شکلات تائید کرده است (Beckett, 1999).

انتظار می رود آرد کامل سویا که حاوی حداقل ۴۰ درصد پروتئین است، به واسطه میزان بالای پروتئین خود در سطوح خاصی، بتواند جایگزین چربی شکلات شود به طوری که شکلات حاصل از نظر ویژگی های حسی، فیزیکی و حتی رئولوژیکی اختلاف معنی داری با شکلات اولیه نداشته باشد. در این پژوهش از آرد کامل سویا برای تولید شکلات کم چرب استفاده شد و اثر زمان های مختلف آسیاب کردن و نسبت های مختلف آرد کامل سویا بر ویژگی های رئولوژیکی، بافتی و حسی شکلات مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

مواد

کلیه مواد لازم برای تولید شکلات شامل پودر کاکائو (۱۲ درصد چربی) تولید شرکت Guan Chong cocoa manufacture SDN. BHD. (مالزی)، روغن پالم تولید شرکت Yee Lee Corporation BHD. (مالزی)، لستین سویا تولید شرکت کیمیا سازان (تهران، ایران) و پودر شیر بدون چربی تولید شرکت گلشاد (مشهد، ایران) و پودر شکر تولید شرکت سهامی قند و شکر ایران، با مساعدت شرکت توس ارژن (مشهد، ایران) تهیه شد. آرد کامل سویا با مشخصات ۲۲/۸ درصد چربی و ۴۰ درصد پروتئین از شرکت توس سویان (مشهد، ایران) تهیه شد.

آماده سازی نمونه های شکلات

فرمول صنعتی تولید شکلات شیری به عنوان فرمولاسیون پایه در نظر گرفته شد (جدول ۱). آرد کامل سویا در ۵ سطح از صفر تا ۸ درصد جایگزین روغن پالم شکلات شد. تمامی نمونه ها به مدت ۱۰۵ و ۱۳۵ دقیقه آسیاب شدند و در مجموع ۱۰ فرمول تهیه شد.

روش کلی تهیه شکلات به این صورت بود که ابتدا تمامی مواد اولیه تولید شکلات (شامل پودر، پودر شیر بدون چربی، پودر کاکائو، آرد کامل سویا، روغن پالم و لستین) پس از توزین در دستگاه بال میل آزمایشگاهی[2] ساخت شرکت سپهر ماشین (تهران، ایران) ریخته شده و عمل آسیاب،کاهش اندازه ذرات[3] و ورزدادن[4] مخلوط به طور همزمان در این دستگاه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و با سرعت ۱۰۰ دور بر دقیقه همراه با عمل سیرکوله شدن صورت پذیرفت. مخزن این دستگاه شامل ساچمه هایی با قطر ۹ میلی متر و میله همزن مرکزی بود. نمونه های شکلات پس از طی مدت زمان لازم تخلیه و در قالب هایی از جنس پلی کربنات ریخته شدند و سپس به مدت ۲۰ دقیقه جهت خنک شدن در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از طی دوره سرد شدن نمونه ها از قالب خارج و در ظروف پلاستیکی در دمای محیط تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شدند.

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد بررسی

کلیه آزمایش ها در قالب طرح دو فاکتوره کاملاً تصادفی انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل زمان آسیاب در دو سطح: ۱۰۵ و ۱۳۵ دقیقه و میزان جایگزینی آرد کامل سویا در پنج سطح: صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ درصد بود. با جایگزینی آرد کامل سویا به همان میزان از میزان روغن پالم کاسته شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶، بررسی همبستگی بین پارامترها با استفاده از نرم افزار Minitab ویرایش ۱۳و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار excel انجام گرفت. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از نرم افزار SPSS با کمک آزمون دانکن در سطح α=۰/۰۵ انجام گرفت.

آزمون های انجام شده برای نمونه های شکلات

میزان چربی و رطوبت کل

میزان چربی توسط روش سوکسله هنکل و رطوبت با استفاده از آون طبق استاندارد شماره ۶۰۸ ایران انجام گرفت.

توزیع اندازه ذرات

با استفاده از روش انکسار نور لیزر با کمک دستگاه آنالیز اندازه ذرات (Shimadzu, Sald 2101, Japan) صورت گرفت (McFarlane, 1999). قبل از آنالیز، نمونه های شکلات در حلال استون رقیق شده و تحت امواج فراصوت، ۵۰ هرتز، ۲۰۰ وات، به مدت ۵ دقیقه به شدت همزده شدند. این اولتراسونیک کم نیرو باعث انتشار مطلوب اجزا می شود. نمونه ها پس از آماده سازی اولیه به محفظه لیزر منتقل و توزیع اندازه ذرات تعیین گردید. از نتایج بدست آمده از دستگاه، پارامتر (D_{90})که به معنی این است که ۹۰ درصد ذرات کوچکتر از اندازه عنوان شده هستند، در مقیاس میکرومتر استخراج و گزارش شد (Alamprese *et al.*, 2007).

1- International office of cocoa, chocolate and sugar confectionery
2- Ball mill
3- Refining
4- Conching

جدول۱- فرمولاسیون نمونه های شکلات

زمان آسیاب کردن (دقیقه)	آرد کامل سویا (٪)	روغن پالم (٪)	لستین (٪)	شکر (٪)	شیر خشک (٪)	پودر کاکائو (٪)
۱۰۵	۰	۳۰	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۰۵	۲	۲۸	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۰۵	۴	۲۶	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۰۵	۶	۲۴	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۰۵	۸	۲۲	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۳۵	۰	۳۰	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۳۵	۲	۲۸	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۳۵	۴	۲۶	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۳۵	۶	۲۴	۱	۴۸	۱۲	۹
۱۳۵	۸	۲۲	۱	۴۸	۱۲	۹

آزمون بافت

سختی[1]: سختی شکلات ها – از ماکزیمم نیروی پیک بر حسب نیوتن– با استفاده از دستگاه سنجش بافت کیو تی اس تکسچر آنالایزر[2]، ساخت شرکت فارنل[3] کشور انگلستان، که متصل به کامپیوتر دارای نرم افزار Texture Pro^{TM} و یک پروب استیل ته صاف به قطر ۱۰ میلی متر بود اندازه گرفته شد. حداکثر نیروی نفوذ به نمونه (۳۰×۱۵×۷ میلی متر) با سرعت ۱ میلی متر بر ثانیه و عمق نفوذ ۵ میلی متر در دمای اتاق تعیین شد. جهت نمونه در مورد تمام نمونه ها ثابت نگه داشته شد. نتایج به عنوان میانگین ۵ تکرار روی نمونه های مختلف بیان شد (Guinard *et al.*, 1999).

اندازه گیری پارامترهای رئولوژیکی (ویسکوزیته کاسون و تنش تسلیم کاسون)

اندازه گیری پارامترهای رئولوژیکی با استفاده از ویسکومتر چرخشی (مدل بوهلین، Visco 88، بریتانیا) مجهز به یک سیرکولاتور حرارتی (جولابو، مدل F12-MC، آلمان) انجام پذیرفت. اسپیندل C14 مورد استفاده قرار گرفت. برای هرآزمون تقریباً ۷/۵ گرم نمونه به درون مخزن (کاپ) منتقل شد. دستگاه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تنظیم و نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه در این دما قرار گرفتند تا به دمای مورد نظر برسند. جهت یکنواخت شدن، نمونه ها به مدت ۵ دقیقه تحت سرعت برشی اولیه معادل $18\ s^{-1}$ قرار گرفتند. پس از آن سرعت برشی ۱۴ تا $60 s^{-1}$ به آن اعمال شد. آزمون در دو تکرار انجام شد. برای توصیف داده های رئولوژیکی از مدل کاسون استفاده شد. مقادیر ویسکوزیته کاسون و تنش تسلیم از طریق برازش مدل کاسون (معادله ۱) بر داده های آزمایش (تنش برشی– سرعت برشی) تعیین گردید (Mohammadi Moghaddam و همکاران، ۲۰۰۹):

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_0} + \sqrt{\eta_{pl}}.\sqrt{\dot{\gamma}} \qquad (۱)$$

که در این مدل τ، تنش برشی (Pa)؛ $\dot{\gamma}$، سرعت برشی (s^{-1})؛ τ_0 ؛تنش تسلیم کاسون (Pa)و η_{pl} ویسکوزیته کاسون (Pa.s) است (Afoakwa *et al.*, 2008).

ارزیابی ویژگی های حسی

پس از ۷ روز انبار کردن در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد مقبولیت نمونه های شکلات بر اساس ظاهر و بافت محصول با استفاده از آزمون هدونیک پنج نقطه ای (۱= بینهایت بد، ۳= متوسط و ۵= بینهایت خوب) مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی های حسی عبارت بودند از طعم، بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی. ارزیابی حسی توسط ۱۰ نفر پانلیست نیمه آموزش دیده (بین ۲۰ تا ۲۸ سال) انجام شد. فاکتورهای انتخاب افراد عبارت بودند از در دسترس بودن ارزیاب‌ها، علاقه مندی به شرکت در تحقیق، عدم بیزاری، آلرژی یا تحمل به شکلات، توانایی درک طبیعی و نداشتن اشتهای زیاد به شکلات.

شکلات ها به طور تصادفی در ظروف پلاستیکی بدون بو قرار داده شد و همراه با آب جهت شستشو دهان و نان بستنی جهت تمیز کردن بین دندان ها، در بین هر آزمون به پانلیست ها داده شد. پانلیست ها در هر جلسه ۵ نمونه خوردند. جلسات در اتاقک های مجزا در بین ساعات ۹ تا ۱۲ صبح زیر نور سفید و در دمای اتاق برگزار شد. تمامی نمونه ها با دو بار تکرار آنالیز شد (Larmond, 1977).

نتایج و بحث

میزان رطوبت و چربی

میزان رطوبت کلیه نمونه ها در محدوده ۰/۳۸ تا ۰/۵ درصد بود – محدوده قابل قبول برای شکلات زیر یک و نیم درصد است

1- Hardness
2 -QTS Texture Analayser
3 -Farnell

(Afoakwa *et al.*, 2008). اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) بین رطوبت نمونه ها مشاهده نشد.

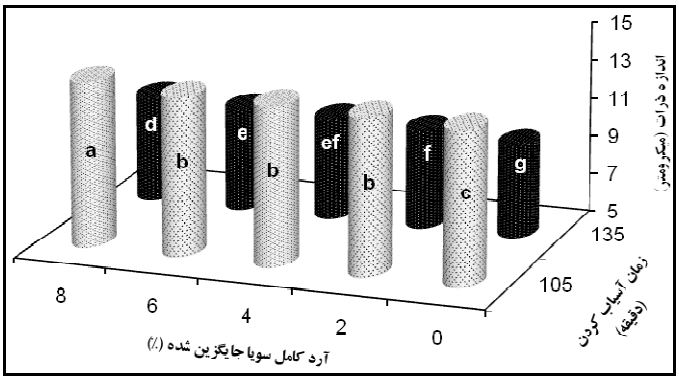
میزان چربی کل نمونه های شکلات از ۳۲/۹۶ برای نمونه بدون آرد کامل سویا (حاوی ۳۰ درصد چربی روغن پالم) تا ۲۸/۳۳ برای نمونه حاوی ۸ درصد آرد کامل سویا (حاوی ۲۲ درصد روغن پالم) کاهش یافت. اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) بین میزان چربی نمونه‌ها وجود داشت. منابع چربی موجود در نمونه ها علاوه بر روغن پالم که به میزان تعیین شده اضافه شده بود، شامل چربی موجود در پودر کاکائو و روغن موجود در آرد کامل سویا بود.

اندازه ذرات

نتایج مربوط به پارامتر D_{90} نمونه های شکلات در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشاهده می شود، D_{90} نمونه ها در محدوده ۱۳/۵۴ تا ۹/۸ قرار گرفت. Beckett (۱۹۹۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسید که اندازه بزرگترین ذره یک پارامتر کلیدی برای تولید شکلات بوده و قطر بزرگترین ذره، عاملی تعیین کننده در میزان زبری و ویژگی های بافتی شکلات است. گزارش شده است مقادیر مربوط به D_{90} نمونه های شکلات درصورتی مورد قبول است که کمتر از ۲۳ میکرومتر باشد (Beckett, 1999). در واقع در صورتی که ابعاد ذرات بیش از این باشد، حالت شنی و نامطلوب در دهان احساس می شود (Beckett, 1994). همچنین گزارش شده که ۶ میکرومتر حداقل اندازه ذره پیش بینی شده برای شکلاتی است که خواص جریان مطلوب دارد (Kruger, 1999). بنابراین کلیه نمونه های شکلات این پژوهش در محدوده مطلوب قرار گرفتند. به طور کلی کاهش میزان روغن پالم از ۳۰ درصد به ۲۲ درصد باعث افزایش میزان D_{90} نمونه ها در هر دو زمان آسیاب کردن ۱۰۵ و ۱۳۵ دقیقه شد. Bolenz و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با اعمال شرایط و زمان یکسان آسیاب کردن، نمونه های شکلات تولید شده با پودر شیر و میزان چربی "آزاد" اولیه بالاتر، به‌طور قابل ملاحظه ای ذرات کوچکتری از نمونه های تولید شده با پودر شیر های حاوی همان میزان چربی "محصور" داشتند. این نتیجه بیانگر این است که میزان چربی آزاد در طی عمل آسیاب کردن تأثیر مستقیمی بر توزیع اندازه ذرات دارد. با افزایش زمان آسیاب کردن، D_{90} نمونه های شکلات به طور معنی داری کاهش پیدا کرد (P<۰/۰۵).

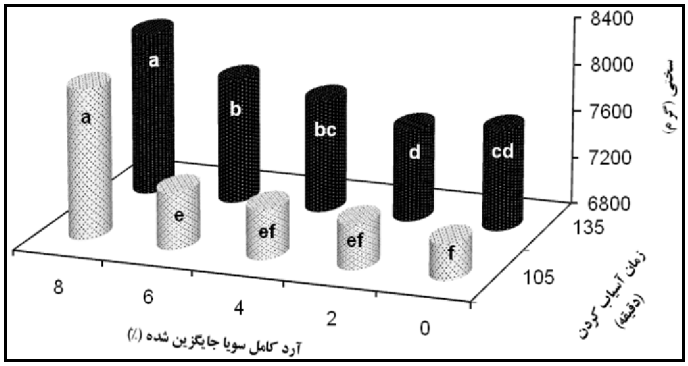
سختی

نتایج مربوط به سختی نمونه های شکلات در شکل ۲ نشان داده شده است. سختی نمونه ها در محدوده۷۱۰۰ تا ۸۱۸۰ گرم قرار گرفت. در تمام سطوح جایگزینی، میزان سختی با افزایش زمان آسیاب کردن و کاهش اندازه ذرات، افزایش پیدا کرد. همبستگی بالایی بین اندازه ذرات و سختی نمونه های شکلات در هر دو زمان آسیاب کردن مشاهده شد. در زمان آسیاب کردن ۱۰۵ دقیقه، همبستگی (۰/۹-) و در زمان آسیاب کردن ۱۳۵ دقیقه همبستگی (۰/۸-) مشاهده شد. نتایج نشان داد که به طور کلی شکلات های حاوی مقادیر بیشتر آرد کامل سویا در هر دو زمان آسیاب کردن سخت تر از بقیه شکلات ها بودند. در خصوص شکلات های کم چرب، میزان سختی بیشتر به دلیل کاهش چربی کل و چربی مایع است. همچنین این سختی ممکن است به دلیل اثر برهمکنش بیشتر بین ذرات شکلات باشد که مقاومت شکلات را به شکستن افزایش و آن را سخت تر می کند (Do, 2007). در زمان آسیاب کردن ۱۰۵ دقیقه اختلاف معنی داری بین سختی نمونه های حاوی ۶، ۴ و ۲ درصد آرد کامل سویا مشاهده نشد (P>0.05).



شکل۱- اثر مدت زمان آسیاب کردن و مقدار آرد کامل سویا جایگزین شده بر اندازه ذرات شکلات شیری

*حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار بین داده ها است.



شکل۲- اثر مدت زمان آسیاب کردن و مقدار آرد کامل سویا جایگزین شده بر میزان سختی شکلات شیری.

*حروف غیرمشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار بین داده ها است.

جدول۲- اثر جایگزین کردن چربی با آرد کامل سویا بر ویسکوزیته و تنش تسلیم کاسون شکلات شیری

زمان آسیاب کردن (دقیقه)	آرد کامل سویا (٪)	تنش تسلیم کاسون (Pa)	ویسکوزیته کاسون (Pa.s)	ضریب تبیین (R2)
۱۰۵	۰	۷/۸۲^{j}	۲/۵۷^{g}	۰/۹۸
۱۰۵	۲	۱۰/۰۹^{h}	۳/۹۴^{e}	۰/۹۹
۱۰۵	۴	۱۲/۵۷^{f}	۴/۶۹^{d}	۰/۹۹
۱۰۵	۶	۲۱/۰۵^{d}	۵/۲۹^{c}	۰/۹۹
۱۰۵	۸	۳۵/۰۹^{b}	۵/۹۹^{a}	۰/۹۹
۱۳۵	۰	۹/۰۲^{i}	۲/۵۵^{g}	۰/۹۸
۱۳۵	۲	۱۱/۸۸^{g}	۳/۸۲^{f}	۰/۹۹
۱۳۵	۴	۱۳/۸۸^{e}	۴/۷۲^{d}	۰/۹۹
۱۳۵	۶	۲۵/۲۱^{c}	۵/۴۴^{b}	۰/۹۹
۱۳۵	۸	۳۵/۸۶^{a}	۵/۹۲^{a}	۰/۹۹

اعداد میانگین دو تکرار هستند. تفاوت حروف انگلیسی در هر ستون برای هر زمان آسیاب کردن نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نمونه ها ($P<0/05$) است.

علت این امر آن است کـه آرد کامـل سـویا دارای مقـادیر زیـادی پروتئین است که می تواند در برخی مقادیر جایگزینی، حالت چربـی را تقلید کرده و به نرمی نمونه های شکلات کمک کند و ایـن اتفـاق در زمان آسیاب کردن ۱۰۵ دقیقه رخ داده است. Do و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با انتخاب یک دامنه خاصـی از اندازه ذرات می توان میزان سختی نمونه های شکلات کـاهش داد و کنترل کرد. سختی ارتباط مستقیمی با خواص حسـی طـی مصـرف دارد و اندازه گیری پارامتر سختی شاخص مهمی برای ارزیابی تغییرات کیفی شکلات با فرمولاسیون های مختلف است.

پارامترهای رئولوژیکی (ویسکوزیته کاسـون و تـنش تسلیم کاسون)

ویسـکوزیته و تـنش تسـلیم کاسـون پارامترهـای مهـم در تولیـد شکلات هستند. مقادیر ویسکوزیته کاسون و تـنش تسـلیم کاسـون از طریق برازش مدل کاسون بر داده های آزمایش (تنش برشی- سرعت برشی) تعیین گردید. برای محاسبه گرانروی کاسـون و تـنش تسـلیم، نمودار ریشه دوم تنش برشی$\tau^{0/5}$ در برابـر ریشـه دوم سـرعت برشـی $\dot{\gamma}^{0/5}$ رسم شد. در نمودارهای رسم شده تـوان دوم شـیب خـط نشـان دهنده گرانروی کاسون و توان دوم عرض از مبدا نشان دهنـده تـنش تسلیم بود.

مقادیر مربوط به ویسکوزیته کاسون در جدول ۲ نشـان داده شـده است. مقادیر مربوط به ویسکوزیته کاسون در محدوده (Pa.s) ۲/۵۱ تا ۵/۹۹ قرار گرفت که بجز نمونه های حاوی ۸ درصد آرد کامل سـویا، مقادیر بدست آمده در محدوده گزارش شده توسـط Aeschlimann و همکاران (۲۰۰۰) برای شکلات شیری Pa.s (۵/۵-۲/۲) قرار داشتند. بنابراین با توجه بـه مقـادیر ویسـکوزیته کاسـون، مـی تـوان از کلیـه نمونه‌ها به جـز نمونـه حـاوی ۸ درصـد آرد کامـل سـویا- عـلاوه بـر شکلات های قالبی، برای پوشش هـا و روکـش هـای شـکلاتی نیـز استفاده کرد. نتایج نشان داد کـه در هـر دو زمـان آسـیاب کـردن، بـا جایگزینی آرد کامل سویا و کـاهش میـزان روغـن پـالم، ویسـکوزیته کاسون افزایش پیدا کرد. در واقع روغن پالم فضاهای خالی بـین ذرات شکلات را پر کرده و مقاومت به جریان را کاهش می دهد، با کـاهش

این روغن مقاومت به جریان و در نتیجه ویسکوزیته کاسون افزایش یافت (Beckett,1999) . گزارش شده است با افزایش چند درصدی در مواد جامد، ویسکوزیته ممکن است تا دو برابر در سوسپانسیون‌های حاوی مقادیر بالای مواد جامد، افزایش پیدا کند (Servais et al., 2002). همبستگی بالایی بین اندازه ذرات و ویسکوزیته کاسون نمونه ها با زمان آسیاب کردن ۱۰۵ دقیقه (۰/۸۹) و نیز با زمان آسیاب کردن ۱۳۵ دقیقه (۰/۹۷) مشاهده شد. Keogh و همکاران (۲۰۰۳) نیز همبستگی معنی داری را بین اندازه ذرات و ویسکوزیته کاسون در شکلات شیری گزارش کردند.

مقادیر مربوط به تنش تسلیم کاسون در جدول ۲ نشان داده شده است. Aeschlimann و همکاران (۲۰۰۰) تنش تسلیم در محدوده ۱۸-۲ پاسکال را مناسب برای شکلات های شیری گزارش کردند. در این پژوهش تنش تسلیم در محدوده ۳۵/۸۶ -۷/۸۲ پاسکال قرار گرفت. در سطوح جایگزینی آرد کامل سویا تا سطح ۴ درصد، تنش تسلیم در محدوده گزارش شده قرار گرفت. در نمونه هایی که مقادیر تنش تسلیم آن ها خارج از محدوده قرار می گیرد (بالاتر از ۴ درصد جایگزینی) می توان با افزودن امولسیفایر PGPR، تنش تسلیم را کاهش داد. گزارش شده است که با افزودن ۰/۵ درصد PGPR می توان تا ۱۲ برابر تنش تسلیم را کاهش داد (Afoakwa, 2007). با جایگزینی آرد کامل سویا و کاهش میزان روغن پالم، در هر دو زمان آسیاب کردن، تنش تسلیم به طور قابل ملاحظه ای افزایش پیدا کرد ($P<0.05$) . در واقع روغن پالم سطوح ذرات شکلات را پوشش داده و برهمکنش های بین ذرات را کاهش می دهد (Beckett, 2000)، بنابراین با کاهش این روغن برهمکنش های بین ذرات و تنش تسلیم افزایش پیدا کرد. تنش تسلیم فاکتور مهمی در نگه داشتن ذرات جامد کوچک در سوسپانسیون و در پوشش سطوح جامد است (Yoo *et al.*, 2002).

ویژگی ها ی حسی

جدول ۳ نتایج مربوط به ویژگی های حسی را نشان می دهد. نتایج مربوط به ویژگی های حسی نشان داد که پذیرش کلی نمونه های حاوی آرد کامل سویا تا سطح ۶ درصد اختلاف معنی داری با نمونه بدون آرد کامل سویا نداشت ($P>0.05$). از نظر طعم، اختلاف معنی داری بین نمونه های شکلات مشاهده نشد. از نظر بافت و احساس دهانی تا سطح ۴ درصد جایگزینی آرد کامل سویا، اختلاف معنی داری بین نمونه های شکلات مشاهده نشد. در مجموع همه نمونه های شکلات از نظر طعم، بافت، احساس دهانی و پذیرش کلی امتیاز بیشتر از متوسط (۳/۵) کسب کردند. Beckett (۲۰۰۰) و Afoakwa و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که شکلات های با میزان ویسکوزیته بالا احساس دهانی خمیر مانند در دهان ایجاد می کنند و در سطوح جایگزینی بالاتر از ۴ درصد، ویسکوزیته بالا احتمالا توانسته بر احساس دهانی تأثیر گذار باشد. Akinwale (۲۰۰۰) در مطالعه خود به این نتیجه رسید که جایگزینی آرد کامل سویا به جای شیر خشک تا سطح ۲۵ درصد جایگزینی تفاوت معنی داری از نظر طعم، بافت، ظاهر و پذیرش کلی ایجاد نکرد. گزارش شده است که شکلات در صورتی از نظر خواص حسی مورد قبول است که اندازه ذرات بالاتر از ۲۲ میکرومتر در آن کمتر از ۲۰ درصد باشد (Chevalley,1975).

جدول ۳- اثر جایگزین کردن چربی با آرد سویا و زمان آسیاب کردن بر خصوصیات حسی شکلات شیری

زمان آسیاب کردن (دقیقه)	آرد کامل سویا (٪)	ویژگی های حسی			
		طعم	بافت	احساس دهانی	پذیرش کلی
۱۰۵	۰	۳/۸۱ a	۳/۸۶ a	۳/۸۴ a	۳/۹۰ a
۱۰۵	۲	۳/۸۱ a	۳/۸۴ a	۳/۸۳ a	۳/۸۹ a
۱۰۵	۴	۳/۸۱ a	۳/۸۴ a	۳/۸۳ a	۳/۸۹ a
۱۰۵	۶	۳/۸۱ a	۳/۶۵ b	۳/۷۱ b	۳/۸۸ a
۱۰۵	۸	۳/۸۰ a	۳/۵۹ c	۳/۶۶ c	۳/۴۵ b
۱۳۵	۰	۳/۸۰ a	۳/۸۷ a	۳/۷۶ a	۳/۹۱ a
۱۳۵	۲	۳/۸۱ a	۳/۸۶ a	۳/۷۵ a	۳/۹۰ a
۱۳۵	۴	۳/۸۰ a	۳/۸۶ a	۳/۷۶ a	۳/۹۰ a
۱۳۵	۶	۳/۸۱ a	۳/۶۴ b	۳/۶۹ b	۳/۹۱ a
۱۳۵	۸	۳/۸۰ a	۳/۶۰ c	۳/۶۵ c	۳/۴۶ b

اعداد میانگین ۵ تکرار هستند. امتیاز ۱ به معنی «بینهایت بد» و امتیاز ۳ به معنی «متوسط» و امتیاز ۵ به معنی «بینهایت خوب» است تفاوت حروف انگلیسی در هر ستون برای هر زمان آسیاب کردن نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نمونه ها ($P<۰/۰۵$) است.

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده بیانگر این است که آرد کامل سویا به دلیل دارا بودن مقادیری زیادی پروتئین می تواند بدون ایجاد هیچ گونه تغییری در خواص حسی و فیزیکوشیمیایی شکلات ایجاد کند، تا سطح ۴ درصد (وزنی/وزنی) به عنوان جایگزین کره کاکائو مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از ۶ درصد آرد کامل سویا (در مورد نمونه های آسیاب شده با زمان ۱۰۵ دقیقه) نه تنها اختلاف معنی داری در طعم و سختی ایجاد نکرد بلکه ویسکوزیته کاسون مناسبی نیز ایجاد نمود. استفاده از مقادیر بالاتر آرد کامل سویا هرچند از نظر پذیرش کلی در ویژگی‌های حسی در شکلات تغییری ایجاد نمی کند ولی با توجه به ایجاد تغییر قابل توجه در ویژگی های رئولوژیکی، استفاده از آن بایستی با اصلاح ویژگی های رئولوژیکی همراه باشد. مثلا با استفاده از مخلوط امولسیفایرها می توان تنش تسلیم کاسون را تا محدوده دلخواه و مناسب پایین آورد. با توجه به نقش مهم اندازه ذرات در تعیین برخی ویژگی های شکلات می توان با اصلاح و کنترل اندازه ذرات، برخی ویژگی های فیزیکی و رئولوژیکی شکلات را اصلاح کرد. با توجه به مزیت قیمتی و ویژگی های تغذیه ای آرد کامل سویا، استفاده از آن به عنوان جایگزین چربی شکلات بسیار مهم و موثر خواهد بود.

منابع

بی نام، استاندارد شماره ۶۰۸ استاندارد ملی ایران.

رواقی، م. مظاهری تهرانی، م. آسوده، ا.، ۱۳۸۹، ارزیابی خصوصیات عمل کنندگی چهار نوع آرد سویا تولیدی در ایران، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۶، شماره ۳، ص ۲۲۳ تا ۲۲۸.

Aeschlimann, J. and Beckett, S., 2000, International inter-laboratory trials to determine the factors affecting the measurement of chocolate viscosity. Journal of texture studies, 31, 541–576.

Afoakwa, E., Paterson, A. and Fowler, M., 2008, Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. European food research technology, 226, 1259–1268.

Afoakwa, E., Paterson, A. and Fowler, M., 2007, Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate e a review. Trends in Food Science & Technology, 18, 290-298.

Akinwale, T., 2000, Development and organoleptic assessment of soy fortified chocolate products. European food research technology, 211, 269-270.

Akoh, C., 1998, Fat replacers. Food Technology, 52(3), 47-53.

Alamprese, C., Datei, L. and Semeraro, Q., 2007, Optimization of processing parameters of a ball mill refiner for chocolate. Journal of Food Engineering, 83, 629–636.

Beckett, S., 1994, Control of particle size reduction during chocolate grinding. The Manufacturing Confectioner, 74(5), 90–97.

Beckett, S., 1999, Industrial chocolate manufacture and use (3rd ed.). Oxford: Blackwell.

Beckett, S., 2000, The science of chocolate. Royal Society of Chemistry Paperbacks.

Bolenz, M. K., Murray, C. A. and O'Kennedy, B. T., 2003, Effects of selected properties of ultrafiltered spray-dried milk powders on some properties of chocolate. International Dairy Journal, 13, 719–726.

Chevalley, J., 1975, Rheology of chocolate. Journal of Texture Studies, 6, 177–195.

Chevalley J., 1990, Die Flieseigenschaften von Schokolade. In: Beckett ST (ed) Moderne Schokoladentechnologie, 1stedn. Behr's Verlag, Hamburg, pp 212–231.

De Melo, L., Bolini, H. and Efraim P., 2009, Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. Food Quality and Preference, 20, 138–143.

Do, T., Vieira, J., Hargreaves, M., Wolf, J. and Mitchel, R., 2007, Impact of particle size distribution on rheological and textural properties of chocolate models with reduced fat Content. Journal of food science, 72(9), 541-552.

Do, T., Vieira, J., Hargreaves, M., Wolf, J. and Mitchel, R., 2008, Impact of limonene on the physical properties of reduced fat chocolate. Journal of American Oil chemistry society, DOI 10.1007/s11746-008-1281-3.

Guinard, J. and Mazzucchelli, R., 1999, Effects of sugar and fat on the sensory properties of milk chocolate: descriptive analysis and instrumental measurements. Journal of the Science of Food and Agriculture,79, 1331-9.

Jones, S. A., 1996, Issues in fat replacement. In S. Roller & S. A. Jones (Eds.), Handbook of fat replacers (pp. 3–26). Boca Raton: CRC Press.

Kruger, Ch., 1999, Sugar and bulk sweeteners. In S. T. Beckett (Ed.), Industrial chocolate manufacture and use (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.

Larmond, E., 1977, Laboratory method for sensory evaluation of food. Ottawa, Canada: Food Research Institute Published 1637.

McFarlane, I., 1999, Instrumentation. In S. T. Beckett (Ed.), Industrial chocolate manufacture and use (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.

Mohammadi Moghaddam, T., Razavi, S.M.A., Malekzadegan, F. and Shaker Ardekani, A., 2009, Chemical

composition and rheological characterization of pistachio green hull's marmalade. Journal of Texture Studies, 40, 390–405.

Ohr, L.M., 2000, A magic bean sprout. Prepared Foods, 2, 60-62.

Servais, C., Jones, R., and Roberts, I. 2002, The influence of particle size distribution on processing of food. Journal of Food Engineering, 51, 201–208.

Yoo, B., and Rao, M. A., 1995, Yield stress of food dispersions with the vane method at controlled shear rate and shear stress. Journal of Texture Studies, 26, 1–10.