تأثیر کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو بر ویژگیهای رئولوژیک و حسی شکلات شیری

نجوا طایفه اشرفیه [۱]، محمد حسین عزیزی [۲*]، اقدس تسلیمی [۳]، محمد امین محمدی فر [۴]، مهری شوریده [۵]، مهرداد محمدی [۶]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس.
۳- مربی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه وصنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
۴- استادیار، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه وصنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
۵- کارشناس، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
۶- محقق، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۳)

چکیده

در سال های اخیر علاقه و تقاضای مصرف کنندگان برای فرآورده های غذایی کم چرب افزایش یافته است. شکلات فرآورده ای با محتوای چربی و انرژی بالا می باشد، بنابراین کاهش کالری و جایگزینی بخشی از کره کاکائو با یکی از جایگزین های بر پایه پروتئین نظیر کلاژن هیدرولیز شده (Instant Gel Schoko) که علاوه بر کاهش محتوای چربی و کالری، اندوخته ی پروتئینی شکلات تولیدی را نیز افزایش می دهد، یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه است. این پژوهش اثر افزودن کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو بر خواص شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری مورد بررسی قرار می دهد. نمونه های شکلات تهیه شده با کلاژن هیدرولیز شده با سطوح جایگزینی۳۰٪ ، ۲۵، ۲۰، ۱۵ بررسی و با تیمار شاهد (حاوی کره کاکائو) مقایسه شدند. نتایج نشان داد میزان رطوبت با افزایش مقادیر جایگزینی افزایش یافت، امّا فعالیت آبی اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد نشان نداد. مقدار سختی، تیکسوتروپی، گرانروی پلاستیک و ظاهری با افزایش درصد جایگزینی افزایش یافتند، در نتیجه نمونه های با کمترین مقدار جایگزینی (٪۲۰ و ۱۵) اختلاف کمتری با نمونه ی شاهد داشتند. مقادیر تنش تسلیم با افزایش درصد جایگزینی روند افزایشی داشت به طوریکه کمترین تنش تسلیم مربوط به نمونه ی M۱۵ بود. در ارزیابی حسی نیز با وجود کاهش پذیرش کلی با افزایش مقادیر جایگزینی اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد وجود نداشت و در آزمون هدونیک ۵ سطحی بیشترین پذیرش به نمونه M۲۰ اختصاص داشت. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی های رئولوژیک و حسی در بیشتر موارد نمونه های با مقادیر ٪۲۰ و ۱۵ جایگزین کمترین اختلاف با نمونه ی شاهد را داشتند و می توانند مقادیر بهینه جهت جایگزینی کره کاکائو محسوب گردند.

کلید واژگان: شکلات، شکلات با چربی کاهش یافته، شکلات کم چرب، کلاژن هیدرولیز شده

* مسئول مکاتبات: azizit_m@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

۱- مقدمه

مواد غذایی مستلزم تأمین انرژی مورد نیاز ما هستند و شکلات قادر است این کار را نسبتاً به سرعت انجام دهد. شکلات شامل سه ترکیب اساسی در مواد غذایی، پروتئین، کربوهیدرات و چربی همراه با بعضی مواد معدنی ضروری می باشد [۱]. علیرغم محتوای بالای قند و چربی، مصرف شکلات نقش مثبتی در تغذیه ی انسان از طریق آنتی اکسیدان ها اساساً پلی فنل ها شامل فلاونوئیدها مانند اپی کاتشین، کاتشین و به طور قابل توجهی پروسیانیدین ها ایفا می کند [۲]. از طرفی شکلات به دلیل دارا بودن میزان چربی و شکر زیاد، کالری بالایی (۵۵۰ کیلوکالری به ازای هر ۱۰۰گرم) تولید می کند [۳] که این امر می تواند منجر به چاقی و عوارض ناشی از آن مانند اثرات متابولیک مضر روی فشار خون ومقدار چربی و مقاومت به انسولین گردد [۴]. غذاهای با چربی کاهش یافته به منظور ارتقاء سلامت رژیم غذایی و کمک به کنترل وزن بدن ملاحظه می شوند و بنابراین اثرات مفیدی بر سلامت فیزیکی دارند. استفاده از غذاهای بدون چربی یا باچربی کاهش یافته به جای غذاهای با چربی عادی منجر به کاهش جذب چربی و کاهش وزن بدن می شود [۵]. جایگزین ها ی چربی شامل جایگزین ها بر پایه ی کربوهیدرات مانند مالتودکسترین و اینولین، جایگزین های بر پایه ی چربی مانند کاپرنین و سالاتریم و در نهایت جایگزین های بر پایه ی پروتئین مانند کنسانتره ی پروتئین آب پنیر و کلاژن هیدرولیز شده می باشند [۶]. کره کاکائو مانند چربیهای دیگر کالری نسبتاً بالایی تولید می کند بنابراین کاهش کالری و جایگزینی بخشی از کره کاکائو با یکی از جایگزین های بر پایه پروتئین نظیر کلاژن هیدرولیز شده (Instant Gel Schoko) که علاوه بر کاهش محتوای چربی و کالری، اندوخته ی پروتئینی شکلات تولیدی را نیز افزایش می دهد، یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه است. فواید کلاژن هیدرولیز شده (IGS) عبارتند از: ۱- افزایش محتوای پروتئین، ۲- شرایط فرآیند را تغییر نمی دهد، ۳- در تشکیل کریستال های کره کاکائو مداخله نمی کند، ۴- شکلات با چربی کاهش یافته نزدیک به شکلات با چربی کامل از نظر ذوب شدن، مزه، سختی و سایر ویژگی ها تولید می کند، ۵- اثر کمی بر قیمت پایانی دارد و شکلاتی با ارزش افزوده ی زیاد تولید می شود[۳]. در این مطالعه اثر افزودن کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو بر خواص شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های شکلات تهیه شده با کلاژن هیدرولیز شده با سطوح جایگزینی ۳۰٪ ، ۲۵، ۲۰، ۱۵ بررسی و با تیمار شاهد (حاوی کره کاکائو) مقایسه شدند.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

پودر کاکائو قلیایی شده ساخت شرکت شکیناگ (آلمان)، کره کاکائو بودار ساخت شرکت آلتین مارکا (ترکیه)، شیر خشک بدون چربی ساخت شرکت کاله (ایران)، لستین تولید شرکت کارگیل (مالزی)، PGPR (پلی گلیسرول پلی رسینولئات) ساخت شرکت بلدم (بلژیک)، ساکارز از شرکت سهامی قند و شکر ایران، وانیلین (چین) و کلاژن هیدرولیز شده (Instant Gel Schoko) محصول شرکت ژلیتا (برزیل) می باشد. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت تجاری مرک تهیه گردید.

۲-۲- تهیه نمونه های شکلات

برای تهیه ی نمونه های شکلات، نخست کره کاکائو در آون ۶۰C° ذوب شد. مواد اولیه شامل پودر کاکائو(۲۰۰g)، کره کاکائو(مقدار آن با توجه به مقادیر گوناگون جایگزینی(M۳۰)۳۰٪ ،(M۲۵)۲۵، (M۲۰)۲۰، (M۱۵) ۱۵ محاسبه گردید)، کلاژن هیدرولیز شده (IGS) (مقدار آن با توجه به مقادیر گوناگون جایگزینی محاسبه شد)، شکر(۸۱۴g)، شیر خشک(۳۰۰g)، لستین (۱۴g)، PGPR (پلی گلیسرول پلی رسینولئات) (۱۰g) و وانیلین (۲g) مطابق فرمول مورد نظر، با ترازوی دقیق (دقت ۰/۰۱ گرم) توزین شدند. همه مواد (بجز وانیلین که در مرحله آخر اضافه شد) در داخل بالمیل آزمایشگاهی (آسیاب ساچمه ای که عمل کاهش اندازه ذرات و عمل ورزدادن شکلات را تواماً انجام می دهد) ریخته شدند. این دستگاه قادر به تولید ۲ کیلوگرم شکلات بوده و مخزن آن دارای حدود ۲۵ کیلوگرم ساچمه با قطر ۸ میلیمتر از جنس فولاد زنگ

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

نزن و ضد سایش می باشد. دمای دستگاه بالمیل برای شکلات شیری روی ℃ ۴۵ تنظیم شد و مدت ۲ ساعت عمل کاهش اندازه ذرات و ورزدادن با همزنی که سرعت آن ۱۰۰ دور بر دقیقه بود، انجام شد. سپس نمونه شکلات تخلیه گردید. پس از تخلیه عملیات مشروط کردن دمایی (tempering) و قالب گیری انجام شد و شکلات های قالب زده، بعد از بسته بندی در ورقه های آلومنیمی تا زمان انجام آزمایش ها در شرایط یخچالی نگهداری شد. نمونه ی شاهد (MC) نیز مانند روش بالا تهیه شد، فقط در ترکیب آن از کره کاکائو (۶۶۰g) به جای جایگزین چربی استفاده شد. هر فرمول سه بار تولید گردید و از آن به صورت تصادفی جهت انجام آزمونهای شیمیایی، رئولوژیکی و حسی نمونه برداری شد.

۲-۳- اندازه گیری برخی از ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی شکلات

میزان رطوبت، چربی، پروتئین نمونه های شکلات با استفاده از روش AOAC اندازه گیری شد [۷]. فعالیت آبی نمونه های شکلات نیز توسط دستگاه Novasina Labmaster (ساخت کشور سوییس) تعیین شد [۸].

۲-۴- اندازه گیری برخی ویژگی های مکانیکی و رئولوژیکی:

۲-۴-۱- اندازه گیری سختی

برای اندازه گیری سختی از دستگاه بافت سنج H5K5-Hounsfield استفاده گردید. قطعات شکلات با ابعاد ۱۰×۲۰×۱۰۰میلی متر آماده شد و سپس در انکوباتور یخچالدار RUMED-Type 1001 در دمای ۲۰°C به مدت ۶ ساعت نگهداری شدند. پس از چند مرحله آزمایش با سمبه های شماره های مختلف، سمبه شماره ۱/۶ انتخاب و با سرعت نفوذ ۱/۵ میلی متر بر ثانیه تا عمق ۶ میلی متر اندازه گیری انجام شد و حداکثر نیروی اندازه گیری شده به عنوان شاخص سختی گزارش گردید [۸].

۲-۴-۲- اندازه گیری ویژگی های رئولوژیکی

جهت اندازه گیری ویژگی های رئولوژیکی از دستگاه رئومتر Anton Paar - MCR 301 ساخت اتریش مجهز به سیستم تنظیم دمای Peltier Plate و سیرکولاتور آب با دقت $^{\circ}C$ ۰/۰۱± استفاده شد. ابتدا نمونه های شکلات در ظروف دربسته در آون دردمای °C ۵۰ ذوب شده و مدت ۷۵ دقیقه برای ذوب کامل چربی نمونه ها در این دما باقی ماندند و در فواصل زمانی معین با میله شیشه ای برای ذوب یکنواخت هم زده شدند. سپس دمای نمونه تا °C ۴۳ کاهش داده شد و پس از آن در فنجانک دستگاه قرار داده شد. برای اندازه گیری گرانروی از ژئومتری استوانه های هم مرکز مدل CC27 (معادل با ISO 3219 وDIN Z3) استفاده شد. در دمای °C ۰/۰۱ ± ۴۰ در سرعت برشی $5\ s^{-1}$ به مدت ۵۰۰ ثانیه برای هموژن کردن و کنترل درجه حرارت هم زده شد و هیچ نقطه ای در این فاصله ثبت نشد (Interval 1). سپس سرعت برشی در دامنه ی $2\ s^{-1}$ تا $50s^{-1}$ افزایش یافته (Ramp up) و ۱۸ نقطه در ۱۸۰ ثانیه اندازه گیری شد (Interval 2). در مرحله سوم مدت ۶۰ ثانیه در سرعت برشی $50s^{-1}$ ثابت نگه داشته شد (Interval 3). سپس سرعت برشی از $50s^{-1}$ تا $2\ s^{-1}$ کاهش یافت (Ramp down) و ۱۸ نقطه در ۱۸۰ ثانیه اندازه گیری و ثبت شد (Interval 4). اطلاعات به دست آمده توسط مدل های ریاضی کاسون (Casson)، هرشل بالکلی (Herschel bulkly)، بینگهام(Bingham) و استوالد-دوال (Ostwald-de Wael) مورد قرار گرفت و شاخص های رئولوژیکی شامل گرانروی و تنش تسلیم توسط بهترین مدل محاسبه شد. پارامترهای رئولوژیکی دیگر (ویسکوزیته ظاهری و تیکسوتروپی) از داده ها به دست آمدند. ویسکوزیته در نرخ برش $40\ S^{-1}$، ویسکوزیته ظاهری و اختلاف بین تنش برشی طی صعود و نزول نمودن، تیکسوتروپی را نشان می دهد.

۲-۵- آزمون حسی

نمونه های شکلات با کدهای سه رقمی به طور تصادفی شماره گذاری شد و همراه با پرسشنامه در اختیار ۱۵ نفر ارزیاب از کارکنان شرکت رضوان شکلات (In house) در گروه سنی ۴۷-۲۰ سال که آموزش های لازم را دراین زمینه دیده بودند، قرار گرفت. از آن ها خواسته شد که ویژگی های کیفی رنگ، عطر وبو، طعم و مزه، شیرینی، تردی، نحوه ذوب در دهان و بافت را از عدد ۱ تا ۵ رتبه بندی نمایند (روش رتبه بندی - Ranking). برای بهترین کیفیت عدد ۵ و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

نازل ترین کیفیت عدد ۱ در نظر گرفته شد. همچنین از آنها خواسته شد که در پرسشنامه دیگری کیفیت نهایی و پذیرش کلی نمونه ها بر اساس آزمون هدونیک ۵ سطحی از کیفیت بسیارمطلوب (عالی) تا کیفیت بسیار نامطلوب (بد) مورد ارزیابی قرار دهند[۹-۱۰].

۲-۶- روش های آماری و تجزیه و تحلیل داده ها

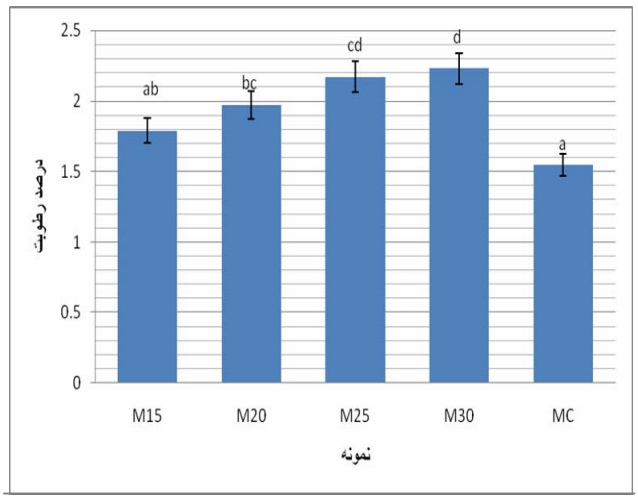
درمورد ویژگی های کمی از آمار توصیفی به کمک میانگین و انحراف معیار استفاده شد و بر حسب مورد از نمودارهای لازم بهره گرفته شد. برای مقایسه میانگین نتایج آزمون از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) در سطح α = ۰/۰۵ استفاده گردید و در صورت معنا دار بودن، برای تعیین تفاوت میانگین ها، آزمون توکی (Tukey) انجام شد. برای ارزیابی حسی شکلات های تولید شده بر پایه تیمارهای مورد مطالعه، از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس (Kruskal-Wallis) و بدنبال آن از آزمون من ویت نی (Mann-Whitney U) برای مقایسه دوتایی بین تیمارها استفاده گردید. آنالیز داده ها با نرم افزار SPSS V.17 انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده روی برخی ویژگیهای فیزیکی-شیمیایی

۳-۱-۱- رطوبت و فعالیت آبی

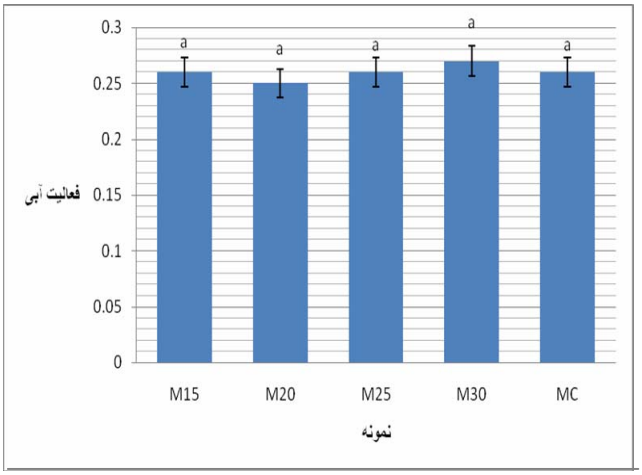
نمودارهای (۱) و (۲) رطوبت و فعالیت آبی در شکلات های تولید شده را نشان می دهد، با توجه به نمودار (۱) میانگین رطوبت نمونه های M۲۰، M۲۵ و M۳۰ با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری نشان دادند. نمونه M۱۵ با شاهد و نمونه ی M۲۰ اختلاف معناداری ندارد. همچنین نمونه های M۲۰ و ۲۵ M و نیز نمونه های M۲۵ و M۳۰ با یکدیگر اختلاف معناداری ندارند. همانطور که مشاهده شد با افزایش در صد جایگزینی کره کاکائو میزان رطوبت نیز افزایش یافت. این ویژگی می تواند به دلیل جذب رطوبت توسط کلاژن هیدرولیز شده باشد که در نمونه های با درصد جایگزینی بالاتر خود را نشان می دهد. بالا بودن میزان رطوبت نمونه ها به طور کلی می تواند به دلیل استفاده از بالمیل در تولید شکلات باشد که عملیات کاهش اندازه ذرات و ورز دادن را به طور همزمان در مدت ۲ ساعت انجام می دهد. در حالی که ورز دادن به عنوان عملیات نهایی تولید شکلات (ساده یا شیری) که قسمت اعظم رطوبت را از فرآورده حذف می کند مدت حداقل ۱۲ ساعت در دمای بالاتر از $50C^{\circ}$ انجام می گیرد. فرزانمهر و همکاران در مطالعه ای از اینولین به عنوان جایگزین چربی در شکلات شیری کم کالری استفاده کردند. آنها چربی را در سه سطح ۲۰،۱۰،۵ درصد کاهش دادند و کمترین میزان رطوبت را در نمونه ای که میزان چربی آن ۲۰٪ (۲۰L) کاهش داده شد، مشاهده کردند. با توجه به یافته های فرزانمهر و همکاران و مطالعه ی حاضر می توان به تأثیر و اهمیت ماهیت جایگزین چربی مورد استفاده در مقدار رطوبت نهایی اشاره کرد [۱۱]. از طرفی با توجه به نمودار (۲) فعالیت آبی بین نمونه های با درصد جایگزینی مختلف با یکدیگر و با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری مشاهده نشد. بنابراین با وجود اینکه میزان رطوبت در نمونه های با درصد جایگزینی بالاتر افزایش یافت ولی میزان فعالیت آبی با تغییر درصد جایگزینی اختلافی با نمونه ی شاهد نشان نداد. این امر دلالت بر خاصیت جذب آب و حفظ رطوبت بالای کلاژن هیدرولیز شده داشته بطوریکه با مولکولهای آب به خوبی پیوند شده و باعث کاهش آب آزاد می گردد و در نتیجه فعالیت میکروبها را کاهش می دهد.



نمودار ۱ تأثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر درصد رطوبت شکلات شیری

میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، با آزمون توکی و در سطح α =./۰۵ با یگدیگر اختلاف معنادار دارند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]



نمودار ۲ تأثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر فعالیت آبی شکلات شیری

میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، با آزمون توکی و در سطح α =./۰۵

۳-۱-۲- میزان چربی و پروتئین

جدول (۱) مقدار چربی و پروتئین در فرمول شکلات شیری تولید شده را نشان می دهد. از آنجاییکه مقدار چربی (کره کاکائو) با مقادیر مختلف کلاژن هیدرولیز شده جایگزین شد، بنابراین باکاهش مقدار چربی و افزایش مقدار پروتئین با توجه به ماهیت پروتئینی کلاژن هیدرولیز شده مواجه می شویم. در مطالعه ای که توسط شرکت ژلیتا انجام شد، افزودن ٪۵ کلاژن هیدرولیز شده به شکلات شیری با چربی کاهش یافته در مقایسه با شکلات استاندارد با ٪۳۰ محتوای چربی، ٪۷۵ بر مقدار پروتئین افزود درحالیکه محتوای چربی ٪۲۵ و مقدار کالری ٪۸ کاهش یافت [۱۲].

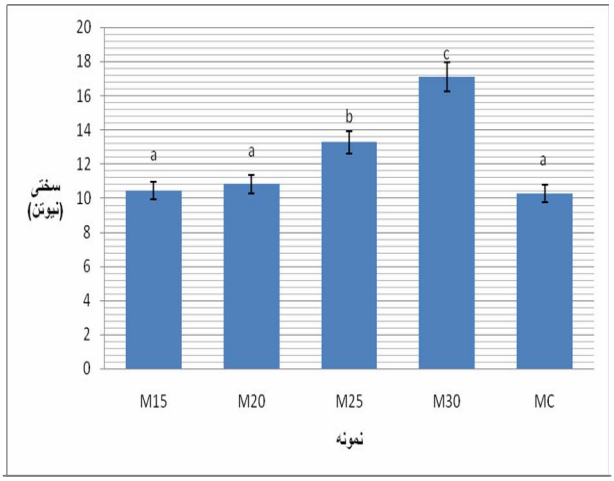
جدول ۱ تأثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر میزان پروتئین و چربی در شکلات شیری

نمونه	درصد کاهش چربی	درصد افزایش پروتئین
M۱۵	٪۱۴/۵	٪۵۹
M۲۰	٪۱۵/۸	٪۸۵
M۲۵	٪۲۳/۱	٪۱۱۰
M۳۰	٪۲۶/۹	٪۱۳۵

۳-۲- تاثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده روی برخی ویژگی های مکانیکی و رئولوژیکی

۳-۲-۱- سختی

همانطور که از نمودار (۳) مشاهده می شود با افزایش مقادیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده میزان سختی نیز افزایش می یابد. نمونه های M۱۵ و M۲۰ با یکدیگر و با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری ندارند. حال آنکه نمونه های M۲۵ و M۳۰ با یکدیگر و با نمونه های M۱۵، M۲۰ و نمونه ی شاهد اختلاف معناداری نشان دادند. کمترین میزان سختی در بین نمونه های شیری به M۱۵ با ۱۰/۴۲ نیوتن و بیشترین میزان سختی به M۳۰ با ۱۷/۰۹ نیوتن مربوط می باشد. Lee و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطالعه ای بر روی جایگزینی کره کاکائو با هیدروکلوئید غنی از β-گلوکان (C-trim30) انجام دادند.



نمودار ۳ تأثیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر سختی شکلات شیری

میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند ، با آزمون توکی و در سطح α =./۰۵ با یگدیگر اختلاف معنادار دارند.

آنها مشاهده کردند نمونه ی کنترل سختی حدود ۴۰ نیوتن داشت که با افزایش غلظت C-trim30 کاهش یافت. جایگزینی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

کره کاکائو با C-trim30 ممکن است فرآیند مشروط کردن دمایی را تحت تأثیر قرار دهد که می تواند منجر به نرم شدن بافت شکلات گردد[۱۳]. Afoakwa در مطالعه ای مشاهده کرد، سختی رابطه ی معکوسی با اندازه ی ذرات (۵۰،۳۵،۲۵،۱۸μm)، چربی (۳۵،۳۰،۲۵٪) و لستین (۰/۳ ,۰/۵٪) دارد. در این بررسی کاهش قابل توجه در میزان سختی در همه ی سطوح چربی نشان داده شد اما بیشترین مقدار سختی در سطح ۲۵٪ با ۰/۳٪ لستین ملاحظه گردید. در سطح ۲۵٪، سختی از ۷۰۶۲ گرم با ۱۸μm به ۵۵۴۶ گرم در ۵۰μm کاهش یافت. روند سختی در سطوح ۳۰ و ۳۵ درصد چربی با ۰/۳٪ لستین مشابه بود اما در اندازه ی ذرات بالاتر کمتر مشخص می گردید. محتوای چربی با سختی در همه ی مقادیر اندازه ی ذرات و لستین به طور معکوس مرتبط می باشد. بنابراین اثر ترکیبی محتوای چربی و اندازه ی ذرات بیشترین اثر را دارد اما در مقادیر بالاتر لستین و چربی کمتر مشخص است [۱۴-۱۵]. در مطالعه ی حاضر نیز با ثابت در نظر گرفتن مقادیر اندازه ی ذرات و امولسیفایر قابل ذکر است که با کاهش مقدار چربی از طریق جایگزین نمودن کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر سختی شکلات های ساده و شیری افزوده می شود که با مطالعه ی Afoakwa همسویی دارد. فرزانمهر و همکاران در مطالعه خود از اینولین به عنوان جایگزین چربی در شکلات شیری کم کالری استفاده کردند. آنها مشاهده کردند که میزان سختی در نمونه ی با ۲۰٪ کاهش چربی بیشترین مقدار (۱۹/۴ نیوتن) می باشد [۱۱] که این یافته با یافته های مطالعه ی حاضر مبنی بر افزایش میزان سختی با افزایش مقادیر سطوح جایگزینی در توافق می باشد.

۳-۲-۲- ویژگی های رئولوژیکی

به منظور دست یابی به بهترین و مناسب ترین مدل برای ارزیابی رفتار جریان نمونه های شکلات، داده های بدست آمده با چهار مدل هرشل بالکلی (۱)، کاسون (۲)، بینگهام (۳) و استوالد (توان) (۴) مورد بررسی قرار گرفت و R^2 (ضریب تعیین) و Sd (میزان انحراف استاندارد) رگرسیون خط حاصل برای تعیین بهترین مدل مورد بررسی قرار گرفت.

(۱) : $\tau = \tau_0 + \eta_p(\dot{\gamma})^n_1$ (۳) : $\tau = \tau_0 + \eta_p \dot{\gamma}$

(۲) : $\tau^{0.5} = \tau_0^{0.5} + k_1(\dot{\gamma})^{0.5}$ (۴) : $\tau = k_2 \dot{\gamma}^{n_2}$

پس از بررسی ضرایب بدست آمده مشخص شد که مدل هرشل بالکلی دارای بهترین ضریب تعیین(R^2) وکمترین میزان انحراف استاندارد (Sd) می باشد (جدول ۲). بنابراین تمام پارامترهای رئولوژیکی (ویسکوزیته پلاستیک، تنش تسلیم و اندیس رفتار جریان) با استفاده از مدل هرشل بالکلی محاسبه شدند.

۳-۲-۳- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر گرانروی پلاستیک

همانطور که از جدول (۳) پیداست، نمونه های شکلات با مقادیر متفاوت جایگزینی با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری (P<۰/۰۵) نشان دادند. با افزایش میزان جایگزینی میزان گرانروی پلاستیک افزایش می یابد، به طوریکه M۱۵ با ۱۳/۵۲ pa.s کمترین گرانروی و M۳۰ با ۳۶/۱۴ pa.s بیشترین گرانروی را دارد. بالا بودن میزان رطوبت در نمونه های شکلات ساده وشیری از یک طرف و کاستن از مقدار فاز پیوسته (کره کاکائو) و افزایش مقدار مواد جامد با اضافه کردن کلاژن هیدرولیز شده از طرفی دیگر را می توان یکی از دلایل زیاد بودن گرانروی پلاستیک دانست. اثر چربی بر ویسکوزیته ی پلاستیک به نسبت بیشتر از تنش تسلیم می باشد. Beckett (۲۰۰۰) شرح داد که این پدیده عجیب نیست زیرا چربی اضافی تنها به چربی آزاد در حال حرکت اضافه می شود که در هنگام جریان یافتن به ذرات کمک می کند تا از یکدیگر عبور کنند. بخش اعظم چربی، چربی مایع است که قسمتی از آن به سطوح ذرات متصل است. این چربی آزاد اثر زیادی روی روان کردن جریان دارد و بنابراین ویسکوزیته ی پلاستیک به طور چشمگیری کاهش می یابد [۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

افزایش یافتن گرانروی پلاستیک در اثر کاستن از مقدار چربی در فرمول شکلات شیری و جایگزین نمودن آن با کلاژن هیدرولیز شده با یافته های Lee و همکاران در توافق است، جایگزین نمودن کره کاکائو با C-trim30 باعث افزایش ویسکوزیته گردید و با افزایش سطوح جایگزینی این مقدار بیشتر شد [۱۳].

جدول ۲ ضرایب تعیین و انحراف استاندارد در ۴ مدل متداول رئولوژی در نمونه های شکلات شیری

نمونه	مدل	ضریب تعیین (r^2)	انحراف استاندارد (Sd)
M15	هرشل بالکلی	۰/۹۹۸۹۵	۳/۶۷۶۴
	کسون	۰/۹۹۸۳۱	۴/۶۵۲۲
	بینگهام	۰/۹۹۲۷۹	۹/۶۱۶۳
	استوالد	۰/۹۷۶۴۸	۱۷/۳۷۳
M20	هرشل بالکلی	۰/۹۹۸۰۹	۶/۱۵۲۱
	کسون	۰/۹۹۸۳	۵/۸۰۹۲
	بینگهام	۰/۹۹۱۴۱	۱۳/۰۶۱
	استوالد	۰/۹۸۴۴۹	۱۷/۵۴۹
M25	هرشل بالکلی	۰/۹۹۹۰۴	۶/۰۴۱۴
	کسون	۰/۹۹۸۲۹	۸/۰۴۳۳
	بینگهام	۰/۹۹۴۶۹	۱۴/۱۷۷
	استوالد	۰/۹۷۹	۲۸/۲۰۵
M30	هرشل بالکلی	۰/۹۹۸	۱۴/۰۸۷
	کسون	۰/۹۹۸۴۱	۱۲/۵۷
	بینگهام	۰/۹۹۱۷۲	۲۸/۶۶۴
	استوالد	۰/۹۸۶۲	۳۷/۰۰۶
MC	هرشل بالکلی	۰/۹۹۹۲۷	۱/۱۷۰۳
	کسون	۰/۹۹۷۹۸	۱/۹۵۱۱
	بینگهام	۰/۹۹۴۶۱	۳/۱۸۷۴
	استوالد	۰/۹۷۳۹۹	۷/۰۰۲۷

جدول ۳ نتایج رئولوژی شکلات شیری با استفاده از مدل هرشل بالکلی

نمونه	تنش تسلیم	اندیس هرشل بالکلی	گرانروی پلاستیک
M15	$۸۶/۳۴\pm۰/۱۶^{c}$	$۰/۸۷\pm۰/۰۱^{a}$	$۱۳/۵۲\pm۰/۱۶^{b}$
M20	$۷۲/۱۲\pm۰/۷^{b}$	$۰/۸۸\pm۰/۰۱^{a}$	$۱۵/۵۹\pm۰/۵۷^{bc}$
M25	$۱۱۱/۱۵\pm۱/۴۲^{d}$	$۰/۹\pm۰/۰۱^{a}$	$۱۹/۸۲\pm۰/۷۱^{c}$
M30	$۱۳۸/۳۶\pm۷/۸۶^{e}$	$۰/۸۶\pm۰/۰۳^{a}$	$۳۶/۱۴\pm۲/۸۵^{d}$
MC	$۳۳/۳۴\pm۰/۳۴^{a}$	$۰/۸۸\pm۰/۰۱^{a}$	$۵/۰۸\pm۰/۲۹^{a}$

میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند ، با آزمون توکی و در سطح α =./۰۵ با یگدیگر اختلاف معنادار دارند.

۳-۲-۴- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر تنش تسلیم

با توجه به جدول (۳) مشاهده می کنید که نمونه های شکلات شیری با مقادیر متفاوت جایگزینی از نظر میزان تنش تسلیم با یکدیگر و با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری ($P<۰/۰۵$) نشان دادند. به استثنای نمونه M۲۰ با افزایش سطوح جایگزینی، تنش تسلیم زیاد می شود. نمونه ی M۲۰ با مقدار ۷۲/۱۲pa کمترین تنش تسلیم و نمونه ی M۳۰ با مقدار ۱۳۸/۳۶ paبیشترین تنش تسلیم را دارند. تنش تسلیم به وسیله ی اثر متقابل ذره- ذره، مقدار ناحیه ی سطحی ویژه ذرات، امولسیفایرها و رطوبت تحت تأثیر قرار می گیرد. زیاد بودن میزان رطوبت در نمونه ها و افزایش آن در نمونه های با در صد جایگزینی بیشتر و نیز افزایش مقدار مواد جامد در فاز پیوسته و کاهش میزان کره ی کاکائو به طور همزمان می تواند افزایش میزان تنش تسلیم در نمونه های با کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو را توجیه نماید. افزایش در تنش تسلیم با تشکیل میسل در فاز پیوسته (به صورت چند لایه اطراف شکر) مرتبط می باشد که از جریان یافتن ممانعت می کند. تنش تسلیم بیشتر با نیروهای بین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

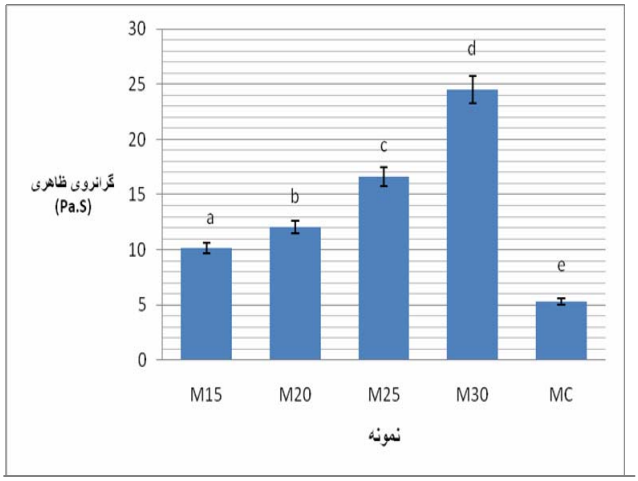
ذرات جامد مشخص می شود که با فاصله ی آزاد بین آنها مرتبط است، بنابراین افزودن چربی اثر کمتری روی آن می گذارد [۱]. Afoakwa در مطالعه ای عنوان کرد افزایش محتوای چربی، کاهش قابل توجهی در تنش تسلیم در نمونه های با اندازه ی ذرات گوناگون و مقادیر مختلف لستین ایجاد نمود. چربی سطوح ذرات را پوشش داده و واکنش بین ذره ای را کاهش می دهد که سبب به جریان افتادن شکلات می گردد[۸]. افزایش در میزان تنش تسلیم با افزایش مقادیر جایگزینی با وجود اضافه کردن ٪۰/۵ PGPR به فرمول در این مطالعه به دلیل کاهش مقدار کره کاکائو (فاز پیوسته) و از طرف دیگر جایگزین نمودن آن با کلاژن هیدرولیز شده که به صورت پودر به فرمول اضافه می شود، می باشد که باعث افزایش مقدار مواد جامد و در نتیجه برهمکنش بین ذره ای و نهایتاً افزایش تنش تسلیم می شود. با اضافه کردن بیشتر PGPR (٪۰/۸) و کنترل میزان رطوبت میتوان میزان تنش تسلیم را کاهش داد.

۳-۲-۵- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر اندیس رفتار جریان

اندیس رفتار جریان که در مدل هرشل بالکی به آن اندیس هرشل بالکلی نیز می گویند، با توجه به جدول (۳) نمونه های شکلات با سطوح گوناگون جایگزینی اختلاف معناداری با یکدیگر و با نمونه ی شاهد نشان ندادند و مقادیر کمتر از یک برای اندیس رفتار جریان شاهد رفتار شل شوندگی با زمان (shear thining behaviour) که از شکلات انتظار می رود، می باشد. می توان نتیجه گرفت که با وجود تأثیر چشمگیر جایگزینی کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده بر گرانروی، شکلات های تولیدی همچنان رفتار شل شوندگی با گذشت زمان را نشان می دهند.

۳-۲-۶- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر ویسکوزیته ظاهری

همانطور که در نمودار (۴) مشاهده می کنید، تمام نمونه های شکلات با مقادیر متفاوت جایگزینی اختلاف معناداری با یکدیگر و با نمونه ی شاهد نشان دادند. ویسکوزیته ظاهری از pa.s ۱۰/۱۷ در نمونه ی M۱۵ به pa.s ۲۴/۵ در نمونه ی M۳۰ رسید که افزایش چشمگیر ویسکوزیته ظاهری با افزایش سطوح جایگزینی را نشان می دهد. کاهش چربی (کره کاکائو) و جایگزینی بخشی از آن با کلاژن هیدرولیز شده افزایش ویسکوزیته ظاهری را موجب شد که درنمونه های با بیشترین سطوح جایگزینی در شکلات شیری ویسکوزیته ظاهری به بیشترین مقدار خود رسید. بالا بودن رطوبت نمونه های شکلات شیری نیز می تواند علت بالا بودن ویسکوزیته ظاهری باشد. روند مشاهده شده در ارتباط با ویسکوزیته ظاهری مشابه روندی است که در گرانروی پلاستیک شاهد بودیم که در مطالعه ی Afoakwa نیز تأئید گردید. آنها دریافتند که روند افزایشی ویسکوزیته ی ظاهری با ویسکوزیته ی پلاستیک کسون مشابه بود. افزایش محتوای چربی رابطه ی معکوس مشابهی با ویسکوزیته ی ظاهری داشت و در نهایت، افزایش لستین از ۰/۳ به ٪۰/۵ باعث کاهش بیشتر ویسکوزیته ی ظاهری برای همه ی اندازه ذرات (۵۰،۳۵،۲۵،۱۸ μm) و محتوای چربی (٪۳۵،۳۰،۲۵) شد. اثر بر ویسکوزیته ی ظاهری شکلات های ساده بیشتر به محتوای چربی و لستین وابسته بود [۱۴].



نمودار ۴ گرانروی ظاهری شکلات شیری

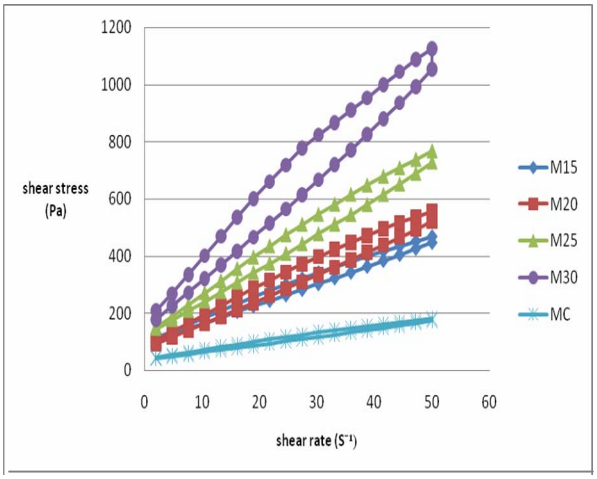
میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند، با آزمون توکی و در سطح α =./۰۵ با یگدیگر اختلاف معنادار دارند.

۳-۲-۷- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر تیکسوتروپی

هیسترسیس زمانیست که ویسکوزیته ی ظاهری یا تنش برشی با زمان برش در سرعت ثابت کاهش می یابد. طی برش، کاهش

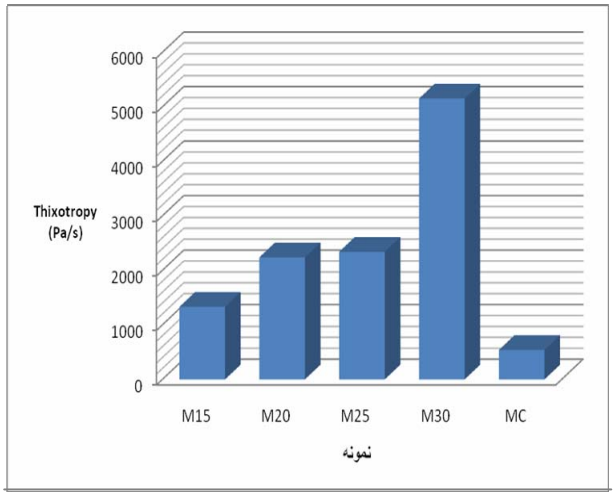
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

پیوسته در ویسکوزیته ی ظاهری و بازگشت متعاقب تنش برشی یا ویسکوزیته ی ظاهری، زمانیکه جریان متوقف شود یک حلقه ی پس ماند (hysteresis loop) ایجاد می کند. شکلاتی که به خوبی ورز داده شده باشد (well-conched) نباید تیکسوتروپیک باشد. اختلاف بین تنش های تسلیم اندازه گیری شده در نرخ برش $5s^{-1}$ طی بالا رفتن و پایین آمدن برش به منظور نشان دادن تیکسوتروپی استفاده می شود[۱۵-۸]. با توجه به نمودار (۵) در همه ی نمونه ها رفتار تیکسوتروپی مشاهده شده و بین دو نمودار افزایش و کاهش سرعت برشی، حلقه های پس ماند (hysteresis loop) وجود دارد. این امر یکی از ویژگی های سیالات تیکسوتروپیک وابسته به زمان است.



نمودار ۵ تنش برشی در برابر نرخ برش در شکلات شیری

با توجه به نمودار (۶) شکلاتهای شیری در تمام سطوح جایگزینی اختلاف معناداری ($P<0/05$) با نمونه ی شاهد نشان دادند و این اختلاف در بیشترین سطح جایگزینی (M۳۰) به بالاترین میزان رسید. کاهش مقدار چربی (کره کاکائو) و جایگزینی بخشی از آن با کلاژن هیدرولیز شده اثر زیادی بر ایجاد حلقه های پس ماند در تمام سطوح جایگزینی به ویژه در بالاترین سطح جایگزینی در شکلات شیری داشت و علت اصلی افزایش هیسترسیس در این مطالعه را می توان به کاهش مقدار چربی (کره کاکائو) نسبت داد که این نتایج با یافته های Afoakwa و همکاران در توافق می باشد. Afoakwa و همکاران مشاهده کردند که PSD (پخش اندازه ذرات)، محتوای چربی و لستین، اثرات قابل توجهی بر تیکسوتروپی داشتند، هرچند این مشاهده تنها در محتوای چربی کم (۲۵٪) بود.



نمودار ۶ نتایج هیسرسیس شکلات شیری

نمونه هایی که شامل ۳۰ و ۳۵٪ محتوای چربی بودند تیکسوتروپی کمی نشان دادند، این مطلب دلالت بر آن دارد که صرفنظر از PSD، محتوای چربی و لستین، شکلات های با بیشتر از ۳۰٪ محتوای چربی تیکسوتروپیک نبودند. به استثنای ۵۰µm که مقادیر تیکسوتروپی کاهش یافته داشت، تمام نمونه های با ۲۵٪ چربی رفتار تیکسوتروپی بالایی نشان دادند که پیشنهاد می کند تیکسوتروپی وابسته به اندازه ی ذرات و محتوای چربی است که می تواند به تجمع سیستم دارای ذرات ریز طی برش با تشکیل توده به دلیل برهمکنش پایین انرژی در مقادیر کم چربی نسبت داده شود [۱۴]. Prasad و همکاران اعلام کردند که سرعت تشکیل و شکستن توده ها تابعی از جریان (Flow) ایجاد شده به وسیله ی تنش های برشی، میزان اصطحکاک ذرات و برهمکنش انرژی هستند. Chevalley پیشنهاد کرد که تیکسوتروپی به ویژه برای شکلات های سفت مهم است[۱۶] و در مطالعه ی Afoakwa، PSD و لستین فاکتورهای کلیدی بودند که توانستند کاهش یافتن تیکسوتروپی در شکلات های سفت و/یا کم چربی را کنترل کنند[۱۴].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

جدول ۴ میانگین امتیازات ارزیابی حسی نمونه های شکلات شیری

فاکتور / تیمار	رنگ	طعم و مزه	احساس دهانی	شیرینی	تردی	بافت
M15	۳/۶۷±۰/۸۲^{a}	۳/۷۴±۱/۰۶^{a}	۳/۲۷±۰/۹۶^{a}	۳/۴۷±۰/۹۹^{a}	۳/۷۳±۱/۴۴^{a}	۳/۵۳±۱/۱۹^{a}
M20	۳/۶۷±۰/۹۸^{a}	۴/۱۳±۰/۸۳^{a}	۳/۳۷±۱/۳۴^{a}	۳/۸۷±۱/۰۶^{a}	۴/۰۰±۰/۹۳^{a}	۳/۸۰±۱/۲۱^{a}
M25	۳/۴±۱/۰۰^{a}	۳/۶۷±۱/۰۵^{a}	۳/۱۴±۱/۰۶^{a}	۳/۹۳±۰/۸۸^{a}	۳/۸۰±۱/۱۵^{a}	۳/۷۳±۰/۸۸^{a}
M30	۳/۲۷±۰/۹۲^{a}	۳/۴۷±۱/۲۵^{a}	۳/۰۳±۱/۱۹^{a}	۳/۵۳±۰/۹۹^{a}	۳/۳۳±۱/۲۹^{a}	۳/۴۷±۱/۱۹^{a}
MC	۴±۰/۹۳^{a}	۴/۰۰±۰/۹۳^{a}	۴/۲۰±۰/۶۸^{b}	۴/۰۰±۱/۰۷^{a}	۳/۸۰±۰/۹۴^{a}	۴/۴۷±۰/۶۴^{a}

میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند در سطح ۰۵/۰= α با یگدیگر اختلاف معنادار دارند.

۳-۲-۸- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی شکلات شیری در جدول (۴) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، به استثنای ویژگی احساس دهانی که نمونه های با مقادیر گوناگون جایگزینی اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵) از نظر ویژگیهای رنگ، طعم و مزه، شیرینی، تردی، بافت اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد نداشتند و در بیشتر موارد نمونه های با مقادیر پایین جایگزینی (٪۲۰ و۱۵) به ویژه M۲۰ بیشترین امتیاز پذیرش را به خود اختصاص دادند. فاز پیوسته ی شکلات (کره کاکائو) ویژگی های ذوب شدن و احساس دهانی را تحت تأثیر قرار می دهد، بنابراین کاهش مقدار کره کاکائو و جایگزینی آن با کلاژن هیدرولیز شده این ویژگی را تحت تأثیر قرار می دهد و ذوب شدن شکلات در دهان با تأخیر صورت می گیرد. جدول (۵) امتیازات به دست آمده مربوط به آزمون هدونیک ۵ سطحی شکلات شیری را نشان می دهد. با توجه به این جدول بین امتیازات نمونه های با مقادیر گوناگون جایگزینی اختلاف معناداری وجود ندارد. نمونه ی M۲۰ بیشترین امتیاز و نمونه ی M۳۰ کمترین امتیاز را در آزمون هدونیک به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی حسی می توان نتیجه گرفت که افزودن کلاژن هیدرولیز شده به عنوان جایگزین کره کاکائو به استثنای احساس دهانی اثری بر ویژگیها ی حسی مورد بررسی ندارد و در اکثر موارد نمونه های M۱۵ و M۲۰ بیشترین پذیرش را نشان دادند. فرزانمهر و همکاران که در مطالعه ی خود از اینولین در سطح ۵L، ۱۰ L و ۲۰ L به عنوان جایگزین چربی استفاده نمودند، مشاهده کردند، کاهش چربی شکلات با کاهش امتیازات مربوط به سختی، پوشش دهانی، سرعت ذوب شدن و بنابراین پذیرش کلی نمونه ها همراه بود و سبب افزایش سختی و کاهش سرعت ذوب شدن نمونه ها (L ۱۰ و L ۲۰) شد. از میان نمونه های شکلات تهیه شده، میزان رطوبت، سختی و پذیرش کلی به دست آمده برای نمونه ی L ۵ در مقایسه با مقادیر به دست آمده برای نمونه ی شاهد در محدوده ی مناسبی بود و نشان داد که کاهش چربی تا میزان ٪۵ در نمونه های شکلات کم کالری تهیه شده در این تحقیق امکانپذیر است[۱۱]. De Melo و همکاران در مطالعه ای ویژگی های حسی و پذیرش شکلات های شیری رایج، دیابتی (بدون شکر) و دیابتی/ با کالری کاهش یافته (بدون شکر و ٪۲۵ کاهش کالری) با شیرین کننده هایی مانند سوکرالاز و استاویوزیدو جایگزینی بخشی از چربی با کنسانتره ی پروتئین whey (WPC) را بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که اختلاف معناداری بین شکلات های شیری رایج، دیابتی و دیابتی/کالری کاهش یافته از نظر روشنی، عطر کاکائو، عطر کره کاکائو و طعم کاکائو وجود نداشت (P>۰/۰۵). مشاهده شد که پذیرش برای جایگزینی ساکارز به وسیله ی سوکرالاز بالاتر از استاویوزید بود و جایگزینی بخشی از چربی به وسیله ی WPC پذیرش طعم را کاهش داد (P < ۰/۰۵)[۱۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

جدول ۵ امتیازات ارزیابی حسی (آزمون هدونیک ۵ سطحی) نمونه های شکلات شیری

نمونه	امتیازات
M15	۳/۱۳[a]
M20	۳/۳۳[a]
M25	۲/۹۳[a]
M30	۲/۸۰[a]
MC	۳/۶[a]

۳-۲-۹- تأثیر افزودن کلاژن هیدرولیز شده بر میزان کالری

میزان کالری نمونه ها با توجه به فرمول شکلات با احتساب میزان کالری هر یک از مواد اولیه محاسبه گردید (روش At water)[۱۹-۱۸]. میزان کالری تولید شده به وسیله کلاژن هیدرولیز شده ۳/۵۷kcal/g (مقدار کالری توسط شرکت ژلیتا گزارش گردید) در نظر گرفته شد. همانطور که در جدول (۴-۱۹) مشاهده می گردد، جایگزین نمودن کره کاکائو با کلاژن هیدرولیز شده از میزان کالری شکلات می کاهد که در صورت جایگزن نمودن ساکارز در فرمول شکلات می توان به کاهش چشمگیری در میزان کالری دست یافت.

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از تأثیر کلاژن هیدرولیز شده بعنوان جایگزین بخشی از کره کاکائو بر ویژگیهای حسی و رئولوژیک شکلات شیری نشان داد که میزان سختی با افزایش مقادیر جایگزینی در شکلات افزایش یافت. با افزایش مقادیر جایگزینی رطوبت افزایش یافت امّا فعالیت آبی اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد نشان نداد. مقادیر تنش تسلیم در شکلات های شیری به استثنای M۲۰ با افزایش درصد جایگزینی افزایش یافت بطوریکه نمونه ی M۲۰ کمترین تنش تسلیم را داشت. کلاژن هیدرولیز شده (IGS) در مقادیر بالا، گرانروی پلاستیک و ظاهری بالاتری را نتیجه می دهد. با کاهش مقدار چربی (کره کاکائو) و افزایش درصد جایگزینی تیکسوتروپی افزایش چشمگیری در مقایسه با نمونه ی شاهد نشان داد. در ارزیابی حسی نیز با افزایش مقادیر جایگزینی امتیاز حاصل برای ویژگیهای عطر و بو، طعم و مزه، شیرینی، تردی و بافت در بیشتر موارد کاهش نشان داد امّا در مقایسه با نمونه ی شاهد اختلاف معناداری نداشت اما از نظر ویژگی احساس دهانی اختلاف معنادار با نمونه ی شاهد وجود داشت. پذیرش کلی نیز با وجود روند نزولی با افزایش مقادیر جایگزینی اختلاف معناداری با نمونه ی شاهد نداشت. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از برسی های رئولوژیک و حسی در بیشتر موارد نمونه های با مقادیر ٪۲۰ و ۱۵ جایگزین کمترین اختلاف با نمونه ی شاهد را داشتند و می توانند مقادیر بهینه جهت جایگزینی کره کاکائو محسوب گردند. بنابراین از آنجاییکه شکلات محصولی پرطرفدار و پر مصرف در گروه های سنی مختلف است، می توان با کاهش مقدار چربی (کره کاکائو) از طریق جایگزینی آن با کلاژن هیدرولیز شده و با افزایش میزان پروتئین بر ویژگیهای مفید تغذیه ای این فرآورده که از ترکیباتی چون فلاونوئیدها منشأ می گیرد، افزود و از طرفی خطر بروز بیمازی های قلب و عروق را کاهش داد.

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله لازم می دانم از حمایت های مالی انیستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور در تأمین بودجه این تحقیق و شرکت رضوان شکلات به دلیل در اختیارگذاشتن امکانات و مواد اولیه جهت تولید نمونه ها قدردانی نمایم. همچنین از راهنمایی و زحمات مدیریت محترم واحد تحقیق و توسعه شرکت رضوان شکلات، سرکار خانم مهندس شوریده صمیمانه تشکر می نمایم.

۶- منابع

[1] Beckett, S.T.2000.The science of chocolate.RSC Paperbacks,Cambridge,UK.

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

[3] Anonymous. 2007. Chocolate With Less Fat more than evolution, it's innovation [Accessed Online]. *Food Marketing & Technology*
[4] Anonymous. 2010b. *Diabetes & Obesity* [Online]. (OSI) Pharmaceuticals. [Accessed]
[5] Kahkonen, P. & Tuorila, H. 1999. Consumer responses to reduced and regular fat content in different products: effects of gender, involvement and health concern. *Food Quality and Preference,* 10**,** 83-91
[6] Akoh, C. C. 1998. Fat Replacers. *Food Technology,* Vol. 52, No. 3**,** 47-53
[7] AOAC Official Methods Of Analysis. 2005.
[8] Afoakwa, E. O. 2010. *Chocolate Science and Technology*
[9] Iranian Standard, 1373, sensory analysis - methodology general guidance. No 3442
[10] Iranian Standard, Sensory analysis- Methodology evaluation of food products by methods using scales. No 3443.
[11] Farzanmehr, H., Abbasi, S. And Sahari, M.A. 2008. Effects of sugar replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of milk chocolate. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 3(3), 65-82.
[12] Anonymous 2010g. Instant Gel Schoko in milk chocolate. *www. gelita.com*
[13] Lee, S., Biresaw, G., Kinney, P & Inglett, G. E. 2009. Effect of cocoa butter replacement with β-glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates. *J Sci Food Agric,* 89**,** 163-167
[14] Afoakwa, E. O., Paterson, A. & Fowler, M. 2008. Effects of particle size distribution and composition on rheological properties of dark chocolate. *Eur Food Res Technol,* 1259- 1268
[15] Servais, C., Rance, H. & Roberts, I. D. 2004. Determination of Chocolate viscosity. *Journal of Texture Studies,* 34**,** 467-497
[16] Chevalley, J. 1999. The Chocolate Flow Properties. In: Industrial Chocolate Manufacture and use. Beckett, S.T. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science pp:182-199
[17] De Melo, L. L. M. M., Bolini, H. M. A. & Efraim, P. 2008. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Quality and Preference.*
[18] Mohammadi, M., Oghabi, F., Valaei, N. 2006. Formulation and Production of low fat Sausage using modified corn starch. *Iranian J Nutr Sci and Food Tech.* PP: 211-220
[19] Shourideh, M. 2009. Study of effects of D-tagatose and Inulin as sugar substitutes on the rheological and sensorial properties of plain and milk chocolates [Dissertation]. Tehran: Shahid Beheshti University, Faculty of Nutrition and Food Technology

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

The effect of collagen hydrolysate as a partial replacement of cocoa butter on the rheological and sensory properties of milk chocolate

Tayefeh Ashrafiyeh, N. [1], Azizi, M. H. [2 *], Taslimi, A. [3], Mohamadi Far, M. A. [4], Shorideh, M. [5], Mohammadi, M. [6]

1. M.Sc. in Food Sciences and Technology, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti Univ. of Med. Sci.
2. Associate Prof., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University.
3- M.Sc. in Food Science, Lecturer, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti Univ. of Med. Sci.
4- Assistant Prof., National Nutrition & Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti Univ. of Med. Sci.
5- Expert, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti Univ. of Med. Sci.
6- Researcher, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti Univ. of Med. Sci.
(Received: 89/12/23 Accepted: 90/8/3)

In recent years, there has been an increased consumer interest and demand for low fat food products. Chocolate is a product with high fat and energy, therefor calorie reduction and partial replacement of cocoa butter is one of the efficient solution in this way. This study investigates the effect of collagen hydrolysate (Instant Gel Schoko) as a partial replacement of cocoa butter on the rheological and sensory properties of milk chocolate. Chocolate samples prepared with collagen hydrolysate having replacement levels of 15, 20, 25, 30% investigated and compared to control (contaning cocoa butter) group. The result showed that moisture content increased with increasing replacement levels, but water activity didn't show significant difference with control group. The values of hardness, tixotropy, plastic viscosity and apparent viscosity increased with increasing the percentage of replacement, as a result, samples by least replacement levels (15, 20%) had less diffrence with control group. The amounts of yield value had increasing trend with enhancing of replacement percentage as the least yield value was related to M15. In spite of reducing total acceptance with increasing the levels of replacement in sensory evaluation, there was no significant difference with control group and in five levels hedonic test the most acceptance alloted to M20. In conclusion, according to results of rheological and sensory evaluations, in most cases, samples up to 15, 20% replacement had the least difference with control group and can be counted as optimum level for cocoa butter replacement.

Key words: Chocolate, Reduced fat chocolate, Low fat chocolate, Collagen hydrolysate

* Corresponding Author E-Mail Address: azizit_m@modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]