بررسی اثر کاربرد آرد کامل سویا بر خصوصیات رئولوژیک بستنی

الهام مهدیان[1*]، مصطفی مظاهری تهرانی[2]، فخری شهیدی[3]

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳-استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۳)

چکیده

استفاده از فراورده های سویا در ترکیب بستنی منجر به تولید محصولی با خواص تغذیه ای و سلامت- بخش منحصر به فرد و همچنین کاهش قیمت تمام شده بستنی می شود. در این تحقیق اثر جایگزینی ماده خشک بدون چربی بستنی با آرد کامل سویا بر خواص رئولوژیک و پارامترهای جریان در بستنی سخت مورد بررسی قرار گرفت. مخلوط بستنی با ترکیب ۱۰ درصد چربی، ۱۲ درصد ماده جامد بدون چربی، ۱۸ درصد شکر، ۰/٤ درصد پایدارکننده و ۰/۱ درصد وانیل به عنوان طعم دهنده تهیه شد. مقدار مورد نیاز از هرکدام از مواد اولیه برای جایگزینی ٤٥، ٥٥، ٦٥ و ۷۵ درصد از ماده خشک بدون چربی با آرد سویا توسط روش جبری محاسبه شده و نمونه های مخلوط بستنی به همراه نمونه شاهد (فاقد آرد سویا) پس از ۲٤ ساعت رساندن در دمای c° ٤ مورد آزمونهای رئولوژیک قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده همه نمونه ها دارای رفتار شل شونده با برش بوده و ویسکوزیته ظاهری با افزایش درجه برش کاهش یافت. افزایش درصد جایگزینی آرد سویا باعث کاهش شاخص رفتار جریان و در نتیجه افزایش رفتار رقیق شوندگی با برش نمونه ها به طور معناداری گردید. شاخص قوام و ویسکوزیته ظاهری نمونه ها نیز با افزایش میزان آرد سویا در ترکیب بستنی افزایش یافته که این افزایش از ٦٥ تا ۷۵ درصد مشهودتر بود.

کلید واژگان: بستنی، ماده جامد بدون چربی، آرد سویا، خصوصیات رئولوژیک

۱- مقدمه

لوبیای سویا از انواع حبوبات است که به دلیل جنبه های اقتصادی و تغذیه ای مصرف آن در حال افزایش است. در واقع فراورده های سویا منبع ارزان قیمت پروتیئن، مواد معدنی، فسفر و ویتامینها می باشند. مصرف فراورده های سویا نه تنها برای افرادی که به شیر لبنی حساسیت دارند مناسب است بلکه همچنین برای جلوگیری از بیماری های قلبی، چاقی، افزایش کلسترول خون، سرطان، دیابت، بیماری کلیوی و پوکی استخوان توصیه می شود. [۱و۲].

از زمان تأیید فوائد سلامتی بخش سویا توسط FDA در سال ۱۹۹۸ استفاده از پروتئین سویا به عنوان یکی از اجزاء ترکیب بسیاری از غذاها مورد تحقیق قرار گرفته است. فراورده های حاوی پروتئین سویا به عنوان محصولاتی با طعم نامطلوب لوبیایی در نظر گرفته می شوند که برای بسیاری از مصرف کنندگان نامطلوب است. در مقابل دسرهای منجمد لبنی برای بسیاری از مصرف کنندگان جذاب بوده و می توانند به عنوان حاملی برای اجزاء سلامتی بخش نظیر پروتئین سویا مصرف شوند[۳].

افزایش ماده جامد بدون چربی در بستنی ممکن است اثر مثبت بر طعم و بافت آن داشته باشد اما استفاده از منابع معمول ماده خشک بدون چربی شیر (MSNF[2])، مانند شیر خشک بدون چربی (NDM[3]) در مقادیر بالا به دلیل ایجاد طعم نامطلوب و افزایش میزان لاکتوز

* مسئول مکاتبات: emahdian2000@yahoo.com

2. Milk Solid-Non-Fat
3. Nonfat Dry Milk

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

محدود می باشد [٤]. استفاده از فراورده های سویا نظیر کنسانتره و ایزوله پروتئینی سویا به عنوان جایگزین بخشی از ماده جامد بدون چربی در بستنی تا کنون توسط تعدادی از محققان مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از این فراورده ها به عنوان منابع تأمین کننده ماده خشک بدون چربی (SNF[1]) در بستنی، علاوه بر الحاق خواص مفید تغذیه ای و سلامتی بخشی سویا به بستنی، منجر به کاهش هزینه های اقتصادی (به دلیل قیمت پایین تر سویا در مقایسه با پودر شیر بدون چربی) و تولید محصول جدیدی با مشخصات ویژه خود می شود که می تواند برای مصرف کنندگان جذاب باشد.

لی و وایت (۱۹۹۱) اثر جایگزینی ماده خشک بدون چربی را با رتنتیت[2] اولترافیلتراسیون درمقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵٪ و کنسانتره پروتئین آب پنیر(WPC[3]) در مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی مورد مطالعه قرار دادند. با افزایش درصد رتنتیت ، pH و ویسکوزیته نمونه ها بعد از ٢٤ ساعت رساندن افزایش یافته اما با افزایش درصد WPC این دو فاکتور کاهش یافت [٦].

رضوی و همکاران (۱۳۸۰) ، آب پنیر شیرین ،شیر پس چرخ ودوغ کره را درسطوح ۰، ۲۵ و۵۰ درصد ، جایگزین SNF در بستنی سویای نرم با طعم پرتقالی نموده و نشان دادند که در تمامی نمونه ها با افزایش سطح جایگزینی، درصد پروتئین ، میزان ویسکوزیته و مقاومت به ذوب کاهش می یابد[۷].

سلیم و همکاران (۱۹۸۹)، استفاده از شیر سویا در مخلوط بستنی را مورد بررسی قرار دادند. این محققین شیر سویا را در نسبت های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین ماده خشک بدون چربی شیر در بستنی نمودند. کلیه مخلوط ها دارای دانسیته کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. با افزایش مقدار شیر سویا ویسکوزیته افزایش و نقطه انجماد کاهش نشان داده است[۸].

اثر جایگزینی ماده جامد بدون چربی شیر با کنسانتره پروتئین سویا[4] (SPC) بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و حسی بستنی با طعم توت فرنگی توسط درویسوگلو و همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش میزان کنسانتره پروتئین سویا ویسکوزیته نمونه ها به طور معنا داری در همه دماها افزایش یافت که می تواند به خاطر محتوای پروتئین بالاتر آنها باشد[۹].

هرالد و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از ایزوله پروتئین سویا[5] SPI را به عنوان جایگزین تخم مرغ در بستنی وانیلی فرانسوی با نشاسته ذرت اصلاح شده و کنسانتره پروتئین آب پنیر مورد مقایسه قرار دادند. میزان سفتی در دو نمونه حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا از بقیه بیشتر بود. این اختلاف می تواند مربوط به محتوا و ساختار پروتئینی این دو ماده باشد[۱۰].

هدف از این تحقیق بررسی امکان جایگزینی ماده جامد بدون چربی در بستنی با آرد کامل سویا و مطالعه اثرات این جایگزینی بر رفتار جریان و خصوصیات رئولوژیک بستنی و مقایسه آن با بستنی معمولی فاقد آرد سویا می باشد.

۲-مواد و روشها

مواد اولیه ای که در این پژوهش استفاده شد شامل شیر (کارخانه لبنیات پاستوریزه نوشین توس مشهد) ، خامه(شرکت صنایع شیر پگاه خراسان رضوی) ، پودر شیر پس چرخ (کارخانه گلشاد مشهد) ، آرد سویا (شرکت توس سویان مشهد) ، پودر شکر، پایدار کننده پانیسول ex (شرکت آزمالبن شرق) و وانیل بود. در ابتدا شیر، خامه، پودر شیر پس چرخ و آرد سویا از نظر درصد چربی و ماده خشک کل مورد آزمون قرار گرفتند.

تهیه بستنی: فرمولاسیون بستنی به صورت ۱۰درصد چربی، ۱۲ درصد ماده جامد بدون چربی، ۱۸ درصد شکر، ۰/٤ درصد پایدار کننده و ۰/۱ درصد وانیل به عنوان طعم دهنده در نظر گرفته شد. به این ترتیب ماده جامد کل در همه نمونه ها برابر ٤۰/۵ درصد بود.

جهت تهیه نمونه های حاوی آرد سویا ابتدا مقدار مورد نیاز هر کدام از مواد اولیه شامل آرد سویا (با توجه به درصد جایگزینی جهت تأمین بخشی از چربی و ماده جامد بدون چربی محصول)، شیر (جهت تأمین مقدار باقیمانده مورد نیاز چربی و ماده جامد بدون چربی)، خامه (تأمین چربی)، آب (در مورد نمونه ۷۵ درصد آرد سویا)، شکر، پایدار کننده و طعم دهنده به روش جبری محاسبه شده و توزین گردید[۱۱]. آرد سویا با جزء مایع فرمول (شیر یا آب) در دمای ۸۵ °C مخلوط شده و

1. Solid Non-Fat
2. Retentate
3. Whey Protein Concentrate
4. Soy Protein Concentrate
5. Soy Protein Isolate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

جهت کاهش هرچه بیشتر اندازه ذرات آرد و به دست آوردن یک مخلوط یکنواخت به مدت ۱۵ دقیقه در مخلوط کن مولینکس با قدرت ۸۵۰ وات و دور تند همزده شد. سپس دمای مخلوط تا ۵۰°C-۴۵ کاهش داده شده و در این دما سایر مواد جامد شامل پودر شکر و پایدار کننده به آن اضافه شده و به مدت ۲ دقیقه با دور کند مخلوط کن همزده شد. خامه مورد نیاز نیز در دمای ۲۵°C به مواد فوق اضافه شده و پس از مخلوط کردن کامل نمونه ها آماده پاستوریزاسیون شدند[۱۲].

فرایند پاستوریزه کردن نمونه ها به صورت غیر مستقیم در آب جوش و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۷۲°C انجام شده و بلافاصله نمونه ها با استفاده از مخلوط یخ و نمک تا دمای ۴°C سرد شدند. در این مرحله وانیل به مخلوط اضافه شده و نمونه ها جهت گذراندن مرحله رساندن در یخچال در دمای ۴°C قرار داده شدند.

جهت تهیه نمونه شاهد (فاقد آرد سویا)، ابتدا مواد مورد نیاز فرمول شامل شیر، خامه، پودر شیر پس چرخ، شکر، پایدار کننده و وانیل به روش جبری محاسبه و توزین شدند. لازم به ذکر است که در مورد نمونه اخیر مقدار کمبود ماده جامد بدون چربی به طور کامل از پودر شیر تأمین شد. شیر در دمای ۲۵°C با خامه مخلوط شده و سپس دمای آن تا ۴۵°C افزایش داده شد. در این دما پودر شیر، شکر و پایدار کننده اضافه شده و به مدت ۲ دقیقه با دور کند مخلوط کن همزده شد. پس از پاستوریزاسیون به روش ذکر شده در مورد نمونه های قبلی، مقدار مورد نیاز وانیل به مخلوط اضافه شده و سپس مخلوط شاهد نیز برای طی دوره رساندن در یخچال قرار گرفت.

عمل رساندن مخلوط ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴°C صورت گرفت[۱۲]. عمل رسیدن قابلیت زده شدن مخلوط و همچنین بافت و پیکره محصول نهایی را بهبود می بخشد[۱۳]. پس از طی زمان فوق، مقدار مورد نیاز از مخلوط برای انجام آزمونهای فیزیکوشیمیایی کنار گذاشته شده و بقیه مخلوط ها در دستگاه بستنی ساز آزمایشگاهی غیر مداوم نوع Feller به مدت ۲۰ دقیقه تحت عمل انجماد قرار گرفتند. نمونه ها پس از خروج از بستنی ساز در ظروف پلاستیکی ۵۰ گرمی بسته بندی شده و جهت گذراندن دوره سخت شدن در فریزر با دمای ۱۸°C- قرار گرفتند[۱۲].

لازم به ذکر است که آرد سویا در ۴ سطح (۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ درصد) جایگزین ماده خشک بدون چربی شیر (MSNF) در بستنی شده و خصوصیات محصول با نمونه شاهد فاقد آرد سویا مقایسه شد. کلیه نمونه ها در ۴ تکرار تولید شده و بنابراین ۲۰ نمونه مورد آزمونهای رئولوژیک قرار گرفتند.

آزمایشهای رئولوژیک: به منظور اندازه گیری های رئولوژیک از ویسکومتر چرخشی بوهلین(Bohlin Model visco 88 Bohlin Instruments, UK) مجهز به سیرکولاتور حرارتی استفاده شد. اسپیندل (باب و کاپ) مناسب (C30) بر اساس ویسکوزیته مخلوط انتخاب شد. مخلوط بستنی پس از طی دوره رسیدن در کاپ دستگاه ریخته شده و توسط سیرکولاتور به دمای ۱۰°C رسانده شد. سپس دامنه مشخصی از درجه برش (۱۴/۲ تا ۵۰۱/۷ بر ثانیه) اعمال گردید. ذکر آن ضروری است که ویسکومتر مذکور مجهز به نرم افزار کامپیوتری بوده که شرایط کاری ویسکومتر را کنترل می نمود. ویسکوزیته ظاهری در درجه برش ۳۸/۱ بر ثانیه گزارش شد[۱۴].

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز واریانس نتایج آزمونها در قالب طرح یک فاکتوره بلوک های کامل تصادفی با نرم افزار Mstatc انجام شد. جهت بررسی معنی داری اختلاف بین تیمارها، میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. رسم منحنی ها و برازش نتایج مربوط به آزمایشهای رئولوژیک با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel انجام شد.

۳-نتایج و بحث

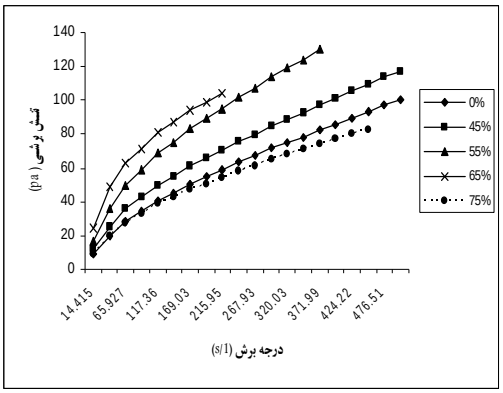
۳-۱- بررسی رفتار جریان نمونه های بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا

رئوگرام های به دست آمده برای مخلوط های بستنی در دمای ۱۰°C در شکل های ۱ و ۲ آورده شده است. بر اساس آزمایشات اولیه تمام سیالات مورد مطالعه مستقل از زمان و غیر نیوتنی بودند. رفتار غیر نیوتنی مخلوط های بستنی پیش از این توسط گف و دیویدسون (۱۹۹۲) گزارش شده بود [۱۵].

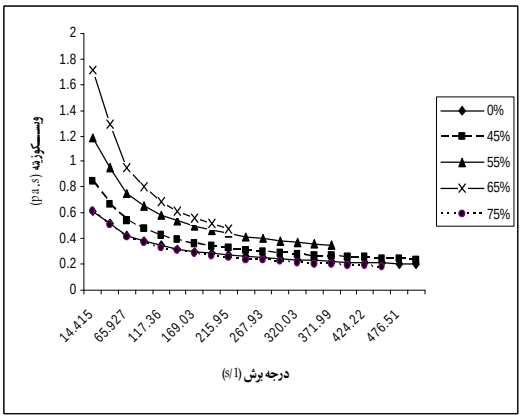
روند تغییرات ویسکوزیته و تنش برشی در برابر درجه برش بیانگر رفتار سودوپلاستیک اکثر مخلوط ها بود یعنی ویسکوزیته ظاهری با افزایش درجه برش کاهش یافت (شکل ۲). بروز چنین رفتاری به این دلیل اتفاق می افتد که مولکولها در درجه برش های پایین به صورت نامنظم آرایش پیدا می

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

کنند و تنها به صورت جزئی هم راستا می باشند که این به ایجاد ویسکوزیته بالا منجر می شود.



شکل ۱ تغییرات تنش برشی نسبت به درجه برش در مخلوط



شکل ۲ تغییرات ویسکوزیته نسبت به درجه برش در مخلوط بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا

هنگامی که درجه برش افزایش می یابد هم راستایی مولکولها بیشتر می شود و در نتیجه اصطکاک داخلی افزایش یافته و ویسکوزیته کاهش می یابد[۱۶و۱۷].

مقایسه نمودار تنش برشی در مقابل درجه برش برای نمونه های آزمایشی و نمونه شاهد نشان می دهد که با افزایش درصد آرد سویا در ترکیب مخلوط تا سطح ٦٥ درصد، شیب منحنی تغییرات تنش برشی نسبت به درجه برش افزایش می یابد به این معنی که در یک درجه برش معین، تنش برشی به کار رفته در مورد نمونه با درصد بالاتر آرد سویا بیشتر است (شکل ۱). منحنی مذکور در مورد نمونه ۷۵ درصد آرد سویا شباهت زیادی به نمونه شاهد داشته و شیب تغییرات آن از سایر نمونه های آزمایشی کمتر است.

در مورد تغییرات ویسکوزیته ظاهری نسبت به درجه برش نیز روند مشابهی در شکل ۲ مشاهده می شود به طوری که ویسکوزیته اولیه در مورد نمونه های حاوی مقدار بیشتر آرد سویا تا سطح ٦٥ درصد بالاتر بوده و روند کاهش ویسکوزیته با افزایش درجه برش نیز در مورد این نمونه ها با سرعت بیشتری صورت می گیرد (شکل ۲). با توجه به اثر افزایش درجه برش بر بیشتر کردن هم راستایی مولکولها و افزایش اصطکاک داخلی و در نتیجه کاهش ویسکوزیته مخلوط بستنی، می توان چنین استنباط نمود که جایگزینی آرد سویا در ترکیب بستنی موجب تقویت اثرات مذکور می شود.

در این پژوهش مدل قانون توان برای تشریح رفتارهای رئولوژیک انتخاب شد:

$$\tau = k\gamma^n$$

در رابطه فوق τ، تنش برشی (بر حسب pa.s)، γ درجه برش (بر حسب $1/s$)، k ضریب قوام (بر حسب $pa.s^n$) و n شاخص رفتار جریان می باشد.

مقادیر ضریب قوام، شاخص رفتار جریان و ضریب همبستگی (r^2) برای مدل برازش شده در مورد هر کدام از نمونه ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱ ضریب قوام، شاخص رفتار جریان و ضریب همبستگی (r^2) برای مدل برازش شده در مورد نمونه های بستنی

نمونه	n	k	r^2
شاهد (٪۰)	۰/٦۹۸	۰/۸٤	۰/۹۹
٪٤٥	۰/٦٦٥	۱/۷۹	۰/۹۹
٪٥٥	۰/٦۲۰	۲/۷٤	۰/۹۸
٪٦٥	۰/٥۹٦	۳/۹۸	۰/۹٦
٪۷٥	۰/٥۰۲	۸/۸۳	۰/۹۸

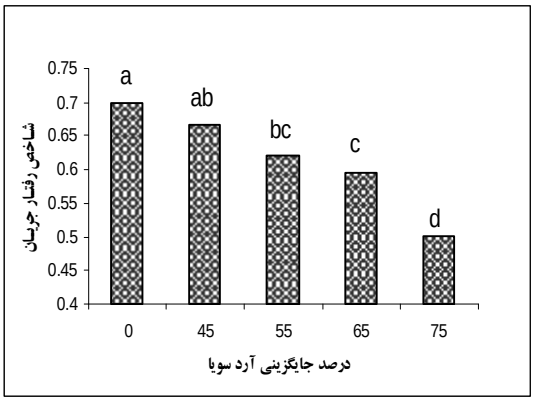
شاخص رفتار جریان در همه نمونه ها کمتر از ۱ بود که مؤید رفتار رقیق شونده با برش (سودوپلاستیک) مخلوط هاست ($n=1$ سیال نیوتنی، $n<1$ سیال سودوپلاستیک، $n>1$ سیال دایلاتانت). در مطالعات پیشین به طبیعت سودوپلاستیک مخلوط های بستنی اشاره شده بود[۱۸، ۱۹ و ۲۰].

۳-۲-شاخص رفتار جریان

شاخص رفتار جریان در نمونه های مخلوط بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا در شکل ۳ مورد مقایسه قرار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

گرفته است. ملاحظه می شود که مقدار این شاخص در مورد نمونه های آزمایشی به طور معناداری از نمونه شاهد کمتر است($\alpha<0/05$). به علاوه با افزایش درصد جایگزینی آرد سویا مقدار آن کاهش می یابد به طوری که شاخص رفتار جریان برای نمونه ۷۵ درصد آرد سویا کمترین (۰/۵) و برای نمونه شاهد بیشترین (۰/٦۹) می باشد. همانطور که در شکل مشاهده می شود اثر افزایش آرد سویا بر شاخص n تا سطح ٦۵ درصد معنادار نبوده و از آن حد بالاتر مقدار آن کاهش می یابد ($\alpha<0/05$).



شکل ۳ شاخص رفتار جریان نمونه های مخلوط بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا

گف و دیویدسون (۱۹۹٤)، شاخص رفتار جریان مخلوط های بستنی را حدود ۰/۷ گزارش کردند که با نتیجه به دست آمده در مورد نمونه شاهد این تحقیق کاملاً مطابقت دارد[۱۹].

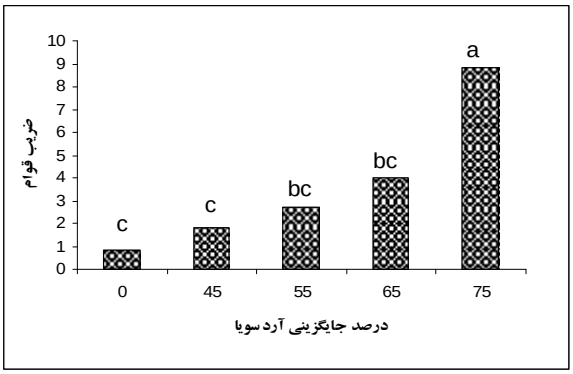
بر طبق نظر چینان و همکاران (۱۹۸۵) با کاهش مقدار n، سودوپلاستیسیته افزایش می یابد[۲۱]. همچنین مارکوت و همکاران (۲۰۰۱)، مقدار شاخص رفتار جریان و تغییر آن با غلظت را تابعی از اندازه مولکولی می دانند[۲۲].

سوکولیس و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه اثر فیبرهای رژیمی بر خصوصیات رئولوژیک بستنی به این نتیجه رسیدند که حضور فیبر در ترکیبات نامحلول به طور معناداری ویسکوزیته و رفتار رقیق شونده با برش را در بستنی افزایش داده که علت آن افزایش ماده جامد کل و تشکیل شبکه ای از سلولز وهمی سلولز هیدراته بود[۲۳].

به این ترتیب بر اساس نتیجه به دست آمده در مورد مقدار شاخص جریان در نمونه های حاوی آرد سویا و مقایسه آن با مقدار مذکور در نمونه شاهد می توان چنین برداشت نمود که جایگزین کردن آرد سویا در فرمولاسیون بستنی به دلیل حضور مقادیر بالای ترکیبات فیبری میزان سودوپلاستیسیته (یا رفتار شل شوندگی با برش) آن را افزایش داده که این مطلب از نمودار تغییرات تنش برشی نسبت به درجه برش (شکل ۱) نیز قابل درک است.

۳-۳-ضریب قوام

شکل ٤، ضریب قوام نمونه های مخلوط بستنی با درصد های مختلف آرد سویا نشان می دهد. با توجه به شکل، ضریب قوام نمونه شاهد از نمونه های آزمایشی (به جز نمونه ٤۵ درصد که اختلاف بین آنها معنادار نیست)کمتر است (۰/۸٤). افزایش درصد آرد سویا تا سطح ٦۵ درصد به میزان جزئی باعث افزایش ضریب قوام گردید اما اختلاف بین نمونه ها در سطح $\alpha<0/05$ معنی دار نیست. با افزایش درصد آرد سویا از ٦۵ به ۷۵ درصد، یک افزایش ناگهانی در ضریب قوام (از ٤ به ۸/۸) مشاهده شد و به این ترتیب بالاترین مقدار ضریب قوام برای نمونه حاوی بالاترین میزان آرد سویا به دست آمد.



شکل ٤ ضریب قوام نمونه های مخلوط بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا

ضریب قوام ملاکی برای اندازه گیری طبیعت ویسکوز مواد غذایی است[۲٤]. ایمی و همکاران (۲۰۰۱) ضریب قوام ۰/۰۷۳۳ تا ۱/۲٦۰ $pa.s^n$ را برای مخلوط های بستنی گزارش کردند[۲۵]. همچنین در تحقیقات میوس و هارتل (۲۰۰٤) و مینهاس و همکاران (۲۰۰۲) مقادیر ضریب قوام مخلوط های بستنی به ترتیب ۰/۰۷۳۳-۱/۲٦۰$pa.s^n$ و ۰/۲۱۱- $pa.s^n$ ۰/۱٤۵ به دست آمد[۲٦و۲۷].

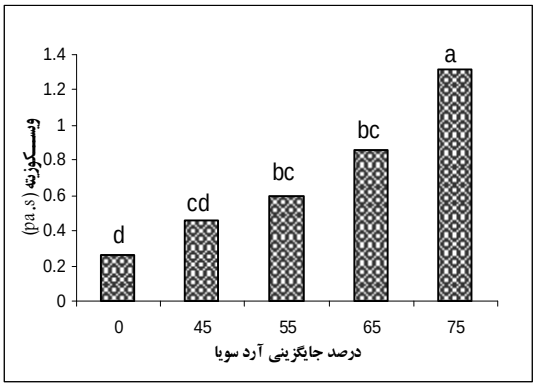
با توجه به مقادیر گزاش شده و مقدار به دست آمده برای ضریب قوام نمونه شاهد در این تحقیق و مقایسه آن با مقادیر مربوط به نمونه های آزمایشی چنین به نظر می رسد که جایگزینی آرد سویا در ترکیب بستنی خصوصاً در سطح ۷۵ درصد اثر قابل توجهی بر قوام و خاصیت ویسکوز بودن

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

مخلوط بستنی دارد که این مطلب در بخش ویسکوزیته بیشتر مورد بحث قرار می گیرد.

۳-٤- ویسکوزیته ظاهری

در مورد تأثیر درصد جایگزینی آرد سویا بر ویسکوزیته ظاهری نمونه های مخلوط بستنی روند مشابهی نیز نظیر آنچه در مورد ضریب قوام به دست آمده بود مشاهده می شود (شکل ۵). ویسکوزیته نمونه شاهد (۰/۲٦) به طور معناداری از نمونه های آزمایشی کمتر است. بین سه نمونه ٤٥، ٥٥ و ٦٥ درصد آرد سویا با وجود روند افزایشی مشاهده شده اختلاف معناداری وجود نداشته اما مقدار ویسکوزیته نمونه ۷۵ درصد (۱/۳۱۳) به طور مشخصی از سایر نمونه های آزمایشی بالاتر است (α<۰/۰۵).



شکل۵ ویسکوزیته ظاهری نمونه های مخلوط بستنی با درصدهای مختلف آرد سویا

ایمی و همکاران (۲۰۰۱) و میوس و هارتل (۲۰۰٤) ویسکوزیته ظاهری مخلوط بستنی را به ترتیب ۰/۱٤۹-۰/۰۱۸ و۰/۹۳۵-۰/۵۸٤ pa.s گزارش کردند[۲۵و۲٦]. در پژوهش دیگری مقدار ویسکوزیته ظاهری مخلوط بستنی (در درجه برش ۱۱۵/s و دمای۵ ۰c) ۰/۰۵۸-۰/۰۲۳pa.s برای مخلوط های پایدار نشده و ۰/٦۸۷-۰/۵۷۹pa.s برای مخلوط های پایدار شده ذکر گردید[۲۸].

گزارش شده که جایگزینی ماده خشک بدون چربی با کنسانتره های پروتئینی در ترکیب بستنی، ویسکوزیته نمونه ها را به طور مشخصی افزایش می دهد[٤، ۵، ٦، ۹ و ۱۰]. درویسوگلو و همکاران (۲۰۰۵)، مشاهده کردند که با افزایش درصد کنسانتره پروتئینی سویا از ۱/۵ تا ٤/۵ درصد در ترکیب بستنی، ویسکوزیته نمونه ها به طور معناداری در همه دماها افزایش یافت. آنها همچنین بیان کردند که ویسکوزیته بالاتر نمونه های حاوی کنسانتره پروتئینی سویا می تواند به خاطر محتوای پروتئین بالاتر آنها در مقایسه با نمونه های فاقد آن باشد[۹]. با توجه به نتایج به دست آمده در مورد ویسکوزیته ظاهری نمونه ها در این پژوهش و مقایسه آن با نتایج مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از پروتئین سویا در ترکیب بستنی، می توان چنین استنباط نمود که محتوای پروتئین بالاتر نمونه های حاوی آرد سویا در مقایسه با نمونه شاهد، دلیل بالاتر بودن مقدار ویسکوزیته ظاهری برای این نمونه ها می باشد.

٤-نتیجه گیری

کلیه نمونه های مخلوط بستنی رفتار سودوپلاستیک نشان داده و ویسکوزیته ظاهری آنها با افزایش درجه برش کاهش یافت. افزایش درصد جایگزینی آرد سویا باعث کاهش شاخص رفتار جریان و افزایش ضریب قوام و ویسکوزیته ظاهری مخلوط بستنی گردید.

۵-منابع

[1] Camire, M. E., Doucherty, M.P., and The, Y. H. 2006. frozen wild blueberry-tofu-soymilk desserts, Journal of Food Science, 71(2), 119-123.

[2] Abdullah, M., Rehman, S.U., Zubair, H., Saeed, H. M., Kousar, S., and Shahid, M. 2003. effect of skim milk in soymilk blend on the quality of ice cream, Pakistan Journal of Nutrition 2 (5), 305-311.

[3] Friedeck, K. G., Karagul-Yuceer, Y., and Drake, M. A. soy protein fortification of a low fat dairy-based ice cream

[4] Alvarez, V. B., Wolters, C. L., Vodovotz, Y., and Ji, T. 2005. physical properties of ice cream containing milk protein concentrates, Journal of Dairy Science, 88 (3), 862-871.

[5] Thampson, L. U., Reniers, D. J., Baker, L. M., and Siu, M. 1983. succinylated whey protein concentrates in ice cream and instant puddings, Journal of Dairy Science, 66, 1630-1637.

[6] Lee, F. Y., and White, C. H. 1991. effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. Journal of Dairy Science, 74, 1170-1180.

[7] Razavi, S. M. A., Habibi, M. B., and Nayebzadeh, K. 2001. Effect of dairy substituents and stabilizers on chemical and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

physical properties of soy ice cream (Parvin), Iranian Journal of Agricultural Sciences, 32(3), 615-624.
[8] Saleem, R. M. Shaker, K. A., and Al-Waeely, M. S. 1989. The use of soy milk in ice cream mixes. Egyptian Journal of Dairy Science, 17(2), 281-288.
[9] Dervisoglu, M., Yazici, F., and Aydemir, O. 2005. The effect of soy protein concentrate addition on the physical, chemical, and sensory properties of strawberry flavored ice cream, Eur Food Res Technol, 221, 466-470.
[10] Herald, T. J., Aramouni, F. M., and Abu-Ghoush, M. H. 2008. Comparison study of egg yolks and egg alternatives in French Vanilla ice cream, Journal of Texture Studies, 39, 284-295.
[11] Marshal, R. T., and Arbukel, W. S. 1996. Ice cream, Chapman & Hall Press.
[12] Akin, M. B., Akin, M. S., and Kirmaci, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry 104 , 93–99
[13] Mortazavi, S. A., Qhods Rohani, M., and Joyandeh, H. 1995. Thechnology of milk and dairy products, Ferdowsi university press.
[14] Morris, E. R. 1983. Rheology of hydrocolloids. In: Gums and stabilizers for the food industry, Vol 2. Pergamon Press, Oxford, UK.
[15] Goff, H. D., and Davidson, V. J. 1992. Flow characteristics and holding time calculations of ice cream mixes in HTST holding tubes. Journal of Food Protection, 55, 34-37.
[16] Rha, C. 1975.Theories and principles of viscosity. In C. Rha (Ed.), Theory determination and control of physical properties of food materias. Dordreretch, The Netherlands: Reidel.
[17] Glichsman, M. 1982a. Food Hydrocolloids, Vol. I. CRC Press Inc. Florida.
[18] Cottrel, J. I. L., Pass, G., and Phillips, G. O. 1980. The effect of stabilizers on the viscosity of an ice cream mix. Journal of the science of food and agriculture, 31, 1066-1070.
[19] Goff, H. D., and Davidson, V. J. 1994. Controlling the viscosity of ice cream mixes at pasteurization temperatures, Modern Dairy, 73, 12-14.
[20] Kaya, S., and Tekin, A. R. 2001. The effect of salep content on the rheological characteristics of a typical ice cream mix. Journal of Food Engineering, 47, 59-62.
[21] Chhinnan, M. S., McWaters, K. H., and Rao, V. N. M. 1985. Rheological characterization of grain legume pastes and effect of hydration time and water level on apparent viscosity, Journal of Food Science, 50, 1167-1171.
[22] Marcotte, M., Hoshahili, A. R. T., and Ramaswamy, H. S. 2001. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature, Food Research International, 34, 695-703.
[23] Soukoulis, C., Lebesi, D., and Tzia, C. 2009. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena, Food Chemistry 115, 665–671.
[24] Sopade, P. A., and Kassum, A. L. 1992. Rheological characterization of akamu a semi-fluid food
From maize millet and sorghum. Journal of cereal science, 15, 193-202.
[25] Aime, D. B., Arntfield, S. D., Malcolmson, L. J., and Ryland, D. 2001. Food Research International, 34, 237-246.
[26] Muse, M. R., and Hartel, R.W. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness, Journal of dairy science, 87, 1-10.
[27] Minhas, K. S., Sidhu, J. S., Mudahar, G. S., and Singh, A. K. 2002. Flow behavior characteristics of ice cream mix made with buffalo milk and various stabilizers, Plant Food for Human Nutrition, 57, 25-40.
[28] Hagiwara, T., and Hartel, R. W. 1996. Effect of sweeterner, stabilizers and storage temperature on ice recrystalization in ice cream, Journal of Dairy Science, 79, 735-744.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

Evaluation of the effect of Soy Flour on rheological properties of ice cream

Mahdian, E.[1 *], Mazaheri Tehrani, M. [2] and Shahidi, F. [3]

1- Assistant professor, Food Science and Technology Department, Islamic Azad University, Quchan branch. Ph.d
2- Associate professor, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university of Mashhad, Ph.d
3- Full professor, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university of Mashhad, Ph.d

(Received: 88/10/18 Accepted:89/5/3)

Using soy products as an ingredient in ice cream formulation lead to a food product with unique nutritional and functional properties and reduces the cost of final product. In this project the effect of substitution of milk solid non fat (MSNF) with soy flour on flow behavior and rheological properties of hard ice cream was studied. The formulation of ice cream samples consisted of 10% fat, 12% SNF, 18% sugar, 0.4% stabilizer and 0.1% vanillin as flavoring agent. Substitution of MSNF was done at four levels: 45, 55, 65 and 75%. Rheological measurements of ice cream mix samples were carried out after 24 hours aging at 4·c. According to the obtained results, all sampled showed psuedoplastic behavior and apparent viscosity decreased with increasing shear rate. Increasing the level of soy flour substitution resulted in decreasing flow behavior index and therefore significantly increased the shear thining behavior of the samples ($\alpha<0.05$). Also, consistency index and apparent viscosity increased with increasing the amount of soy flour especially from 65 to 75%.

Key Words: Ice cream, Milk solid- non- fat, Soy flour, Rheological properties

* Corresponding author E-mail address: emahdian2000@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]