تأثیر افزودن تراویده (پرمییت) فرآیند فراپالایش شیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی تافی

محمد باقر حبیبی نجفی[۱]، نفیسه واحدی[۲*]، سمیرا یگانه زاد[۲] و زهره حسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۱۶

۱-استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲-دانشجوی دکتری تکنولوژی مواد غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
Ø مسئول مکاتبه: E Mail: nafise_vahedi@yahoo.com

چکیده

تافی یکی از فراورده‌های قنادی رایج است که مطلوبیت زیادی بین اقشار مختلف جامعه دارد. ترکیبات اصلی تافی شامل مخلوطی از شکر، شربت گلوکز و روغن در نسبت‌های مناسب است که بعد از پخت در درجات حرارت بالا، بدست می‌آید. در این پژوهش تأثیر افزودن تراویده (پرمییت) فرآیند اولترافیلتراسیون پنیر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی (اندازه گیری شده با دستگاه بافت سنج) تافی بررسی گردید. در این مطالعه مقایسه تیمارهای آزمایشی در قالب طرح آزمایشی موسوم به "طرح مخلوط محدودشده" مورد بررسی قرار گرفت. مواد اولیه مورد استفاده شامل شربت گلوکز در محدوده ۶۰-۱۰ درصد، شکر در محدوده ۶۰-۱۰ درصد و تراویده پنیر در محدوده ۵۰-۰ درصد بود. میزان روغن در کلیه نمونه‌ها ثابت در نظر گرفته شد. نمونه شاهد بدون تراویده و با شیرخشک و طبق فرمول تجاری تولید شد. کلیه تیمارها تحت آزمون‌های رطوبت، فعالیت آب، خاکستر، بافت (سختی، حالت فنری، حالت آدامسی، حالت صمغی، چسبندگی و پیوستگی) و آزمون‌های رنگ و نیز حسی (بافت، رنگ، طعم، ظاهر و پذیرش کلی) قرار گرفتند. بررسی آماری نتایج نشان داد که کلیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند ($P<0.05$). با افزایش درصد تراویده، رطوبت نمونه‌ها کاهش، خاکستر افزایش و ویژگی‌های بافتی نمونه‌ها شامل چسبندگی، صمغیت، فنریت و حالت آدامسی افزایش پیدا کرد ($P<0.05$). فرمول بهینه تافی با اختلاط ۲۶/۶ درصد تراویده، ۳۶/۶ درصد شربت گلوکز و ۳۶/۶ درصد شکر، بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تافی، پرمییت، بافت، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

Effects of milk permeate addition on physicochemical and textural properties of toffee

M B Habibi Najafi[1], N Vahedi[2*], S Yaghanehzad[2] and Z Hoseini[3]

Received: December 14, 2009 Accepted: August 07, 2011
[1]Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2]PhD Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[3]MSc Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[*]Corresponding author: E Mail: nafise_vahedi@yahoo.com

Abstract
Toffee is considered a popular type of confectionary product with the high acceptability. The main components of toffee comprises of sugar, glucose syrup, and fat which are mixed at appropriate percentage in presence of water or milk and subjected to high heat treatment. In this research, the effect of permeate (obtained from UF process of milk) addition on physicochemical and textural (measured by Texture Analyzer) properties of toffee were investigated. Data from this study were statistically analyzed using "limited mixed experimental design methodology" for comparison of treatments with each other. The ingredients were used consist of glucose syrup in the range of 10-60%, sugar in the range of 10- 60%, and cheese permeate in the range of 0- 50%. The level of fat in all formula remains fixed and the control sample was prepared with milk powder and in accordance with toffee commercial formula. Moisture content, water activity, ash, texture (hardness, springiness, chewiness, gumminess, adhesiveness, and cohesiveness), as well as color measurement and organoleptic properties (texture, color, taste, appearance and total acceptance) were assessed for all trials. The statistical analysis showed a significant differences between all trials and the control ($P<0.05$). As the permeate level increased, the moisture content was decreased and the ash content was increased in all formulas and also the cohesiveness was increased ($P<0.05$). The optimum level for permeate based toffee was achieved by mixing 26.6% permeate, 36.6% glucose syrup, and 36.6% sugar.

Key words: Toffee, Permeate, Texture, physicochemical properties

مقدمه

تافی یکی از فرآورده‌های قنادی رایج است که مطلوبیت زیادی بین اقشار مختلف جامعه دارد (احمدنیا و سحری ۱۳۸۷). ترکیبات اصلی تافی شامل شکر، شربت گلوکز و روغن در نسبت‌های مناسب است که محصول نهایی بعد از پخت در درجات حرارت بالا، بدست می‌آید. پرمییت به دو صورت حاصل از شیر و حاصل از آب پنیر تولید می‌شود که تفاوت آنها در درصد لاکتوز و پروتئین است (جوکار و همکاران ۱۳۸۵).

پرمییت حاوی ۴/۵ درصد ماده جامد است که ۹۰ درصد آن را لاکتوز تشکیل می‌دهد. به طور کلی پرمییت حاوی آب، لاکتوز، موادمعدنی و برخی ترکیبات نیتروژنی است. پرمییت ارزش اقتصادی کمی دارد (گیلمن و همکاران ۱۹۹۲). با توجه به تولید مقادیر قابل توجه پنیر فراپالایش در کشور و به تبع آن تولید مقادیر زیادی پرمییت یا آب پنیر و نظر به اینکه BOD این ماده نسبتاً بالاست، دفع آن باعث آلودگی محیط زیست می گردد. یکی از روش‌های استفاده از آب پنیر، بکارگرفتن آن در

فرمولاسیون موادغذایی است که هم می‌توان از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری کرد و هم مواد مغذی موجود در این محصول جانبی را به سادگی بازیافت نمود.

از آنجا که درصد بالایی از پرمییت را لاکتوز تشکیل می‌دهد، خصوصیات عملکردی پرمییت را می‌توان ناشی از میزان لاکتوز آن دانست. پرمییت حاوی کلسیم، فسفر و دیگر مواد معدنی با ارزش است که در مقدار مواد معدنی محصول نهایی موثر هستند. میزان ناچیز چربی باعث می‌شود که چربی نقش خاصی در پرمییت ایفا نکند.

از جنبه تکنیکی، استفاده از پرمییت می‌تواند در بسیاری از موارد جایگزین استفاده از آب پنیر معمول یا لاکتوز شود. به لحاظ مزیت اقتصادی، استفاده از آن ترجیح داده می‌شود.

پرمییت به عنوان جایگزین آب پنیر و لاکتوز در محصولات پخت، مخلوط‌های خشک و پودری، اسنک‌ها و جایگزین‌های شیر بکار می‌رود. در پنیر فرآیند شده، سس پنیر و بستنی نیز می‌توان از پرمییت استفاده کرد. با توجه به استانداردهای محصولات لبنی، می‌توان از پرمییت به عنوان منبع خوبی از ماده جامد استفاده کرد. فرآورده‌های پخت نظیر نان، کراکرها، بیسکویت‌ها و اسنک‌ها و فراورده‌های شیرین از نقش پرمییت در واکنش قهوه‌ای‌شدن بهره می‌گیرند. قهوه‌ای‌شدن نه تنها در ظاهر محصول تاثیر می‌گذارد بلکه طعم کاراملی مطلوبی را به محصول می‌بخشد. از ویژگی حفظ رطوبت می‌توان در صنایع پخت به خوبی بهره گرفت. در پوشش‌ها، ایسینگ‌ها و آبنبات‌های غیرشکلاتی می‌توان از پرمییت برای کاهش میزان شیرینی و تامین خصوصیات مهم در تشکیل کریستال استفاده کرد. در محصولات دیگر و چاشنی ها نیز می‌توان از پرمییت برای ایجاد طعم لبنی استفاده کرد (کیمبرلی بورینگتون ۲۰۰۵).

بنا به گزارش وزارت صنایع و معادن، آمار تولید پنیر با روش فراپالایش در ایران ۲۵۰۷۹۶ تن در سال و مقدار آب پنیر حاصل از آن حدود ۱۰۰۰۰۰۰ تن در سال می‌باشد (۱۳۸۵). لازم به ذکر است که بخشی از آب پنیر تولیدی، اکنون در کارخانه‌ها به صورت پودر درآمده و در صنایع مختلف غذایی از جمله تهیه پفک استفاده می‌شود. از این ترکیب در فرمولاسیون نوشیدنی شکلاتی نیز استفاده شده است (جوکار و همکاران ۱۳۸۵).

پرمییت هنوز کاربرد وسیعی در صنایع‌غذایی پیدا نکرده است و این وظیفه بر دوش صنعت نوشیدنی‌های فراسودمند[۱] است تا فرصت خوبی را برای استفاده از پرمییت در تولید نوشیدنی‌ها ایجاد نماید (گیلمن و همکاران ۱۹۹۲).

گیلمن و همکاران (۱۹۹۲) یک نوشیدنی الکترولیت حاوی مواد و املاح معدنی[۲] را از پرمییت شیر تولید کردند. این نوع نوشیدنی قابلیت فروش به عنوان نوشیدنی ورزشی را دارد. این نوع نوشیدنی حاوی مقادیر زیادی کلسیم و پتاسیم نیز می‌باشد که برای سلامتی مفید است.

بوکلر (۲۰۰۴) نیز یک نوشیدنی برطرف کننده تشنگی[۳] را از پرمییت آب پنیر تولید کرد. نوشیدنی‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد پرمییت، از نظر ظاهر و عطر و طعم خصوصیاتی مشابه با نوشیدنی‌های ورزشی داشتند اما میزان الکترولیت (Na, K, Zn, Mg, P) در آنها در مقایسه با نوشیدنی‌های ورزشی بسیار بالاتر بود.

جوکار و همکاران (۱۳۸۵) نوعی نوشیدنی شیر شکلاتی تهیه کرده و در آن از آب‌پنیر به عنوان جایگزین درصدی از شیر و از شیره خرما به عنوان شیرین‌کننده استفاده کردند. نتایج نشان داد که این نوع نوشیدنی در مقایسه با نوشیدنی مشابه حاوی ۱۰۰درصد شیر، از پایداری و مقبولیت بالایی برخوردار است.

استفاده از آب‌پنیر در صنایع قنادی کاری بدیع بوده و هنوز گسترش چندانی نیافته است و بالطبع با انجام تحقیقات بیشتر در زمینه استفاده از آن در صنایع غذایی، تمایل تولیدکنندگان به این امر افزایش می‌یابد که صرفه اقتصادی این محصول در آن دخیل است.

در این پژوهش امکان‌سنجی استفاده از پرمیت و تاثیر آن در ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی تافی به عنوان

۱- Functional Beverages
۲- Electrolyte Beverage
۳-Thirst quenching beverage

جایگزین شیرخشک و ماده خشک و نیز شکر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش ها

۱- مواد

۱-۱- پرمییت: پودر پرمییت با ترکیب پروتئین ۸/۳ درصد، لاکتوز ۸۵/۶ درصد و رطوبت ۲/۰۸ درصد از شرکت پگاه خراسان تهیه شد.

۱-۲- شیرخشک: شیر خشک بدون چربی از شرکت گلشاد مشهد تهیه شد.

۱-۳- شربت گلوکز: شربت گلوکز با DE=42 از شرکت گلوکز نمونه توس تهیه شد.

۱-۴- شکر: شکر گرانوله سفید از تولیدکنندگان داخلی تهیه شد.

۱-۵-روغن: روغن نباتی هیدروژنه از شرکت لادن تهیه شد.

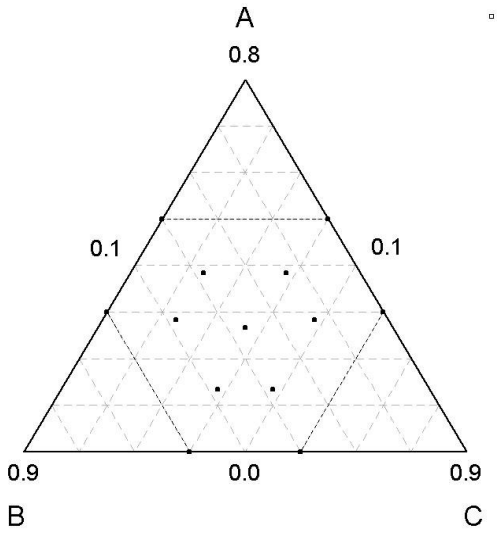
۱-۶- لستین: لستین تجاری به صورت مایع، از شرکت کامیاب (تولیدکننده تافی) در مشهد تهیه شد.

تهیه تافی

برای تولید تافی یک دیگ پخت دو جداره پایلوتی دارای همزن و سنسور دمایی (به دلیل اهمیت کنترل دما در تولید تافی) با حجم ۱۰ لیتر توسط ماشین سازان داخلی (صنایع استیل هاشمی) ساخته شد و مورد استفاده قرار گرفت. منبع تامین حرارت دیگ، جریان بخار در جداره آن بود و مواد اولیه همزمان با هم به دیگ اضافه شده و ۱۵-۱۰ دقیقه در معرض حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گرفتند.

مشخصات بیشتر دیگ مورداستفاده از قبیل منبع حرارتی، وجود یا عدم و جود خلاء، دما و زمان پخت و نحوه افزودن مواد اولیه ارائه گردد.

برای تولید تافی از پودر پرمییت، شکر، گلوکز مایع و لستین استفاده شد. کلیه ترکیبات به جز لستین در یک به‌همزن مخلوط شدند و سپس در دیگ پخت ریخته شدند و در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تحت فرایند قرار گرفتند. لستین در مراحل آخر اضافه شد. کلیه فرمولاسیون‌ها طبق برنامه پیشنهادی نرم‌افزار تولید شدند.



شکل ۱- منطقه مورد بررسی در نرم‌افزار

ترکیب تیماری پیشنهادی نرم‌افزار در جدول ذیل مشاهده می‌شود.

جدول ۱- تیمار پیشنهادی نرم افزار

مخلوط	سطح			پرمییت (درصد)	شکر (درصد)	گلوکز (درصد)
	A	B	C			
۱	۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۴۸	۱۳/۳۳	۳۸/۳۳	۴۸/۳۳
۲	۰/۳	۰/۱	۰/۶	۳۰	۱۰	۶۰
۳	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۲۳	۳۸/۳۳	۳۸/۳۳	۲۳/۳۳
۴	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۳۸	۳۸/۳۳	۲۳/۳۳	۳۸/۳۳
۵	۰	۰/۴	۰/۶	۰	۴۰	۶۰
۶	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۴۸	۲۸/۳۳	۲۳/۳۳	۴۸/۳۳
۷	۰/۵	۰/۱	۰/۴	۵۰	۱۰	۴۰
۸	۰/۵	۰/۴	۰/۱	۵۰	۴۰	۱۰
۹	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۲۶/۶۶	۳۶/۶۶	۳۶/۶۶
۱۰	۰	۰/۶	۰/۴	۰	۶۰	۴۰
۱۱	۰/۱۳	۰/۴۸	۰/۳۸	۱۳/۳۳	۴۸/۳۳	۳۸/۳۳
۱۲	۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۲۳	۲۸/۳۳	۴۸/۳۳	۲۳/۳۳
۱۳	۰/۳	۰/۶	۰/۱	۳۰	۶۰	۱۰

۲-۴- آزمون‌های فیزیکو شیمیایی

۲-۴-۱- رطوبت: رطوبت طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۱ اندازه‌گیری شد.

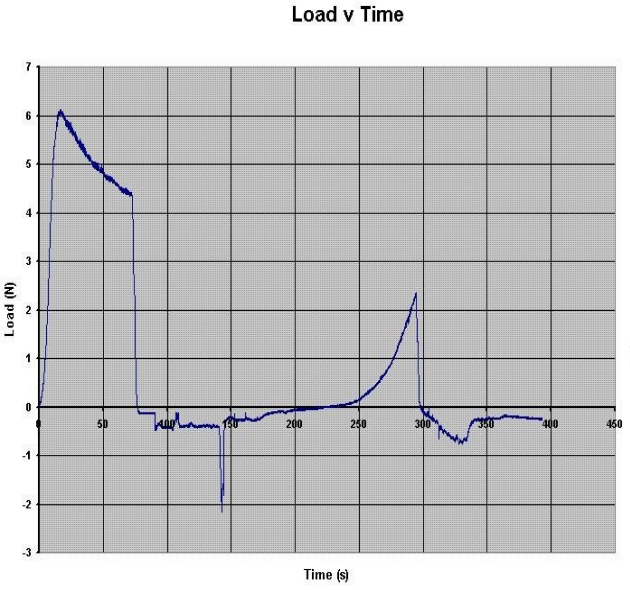
۲-۴-۲- فعالیت آب: فعالیت آب نمونه‌ها توسط دستگاه سنجش a_w اندازه‌گیری شد (جوکار و همکاران ۱۳۸۵).

۲-۴-۳- خاکستر: خاکستر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۱ اندازه‌گیری شد.

۲-۴-۴- سنجش بافت: برای سنجش سختی[۴]، چسبندگی[۵] و پیوستگی[۶]، حالت صمغی[۷]، حالت آدامسی[۸] و حالت فنری[۹] نمونه‌های تافی، از دستگاه سنجش بافت کیو.تی.اس. تکسچر آنالایزر[۱۰]، ساخت شرکت فارنل[۱۱] کشور امریکا که متصل به رایانه دارای نرم‌افزار Texture Pro^{TM} بود، استفاده شد و اندازه‌گیری پارامترها با اندکی تغییر در روش پیشنهادی احمد و علی (۱۹۸۶)، صورت گرفت. پروب استوانه‌ای با قطر ۲۵ میلی‌متر به وزنه ۲/۵ کیلوگرمی متصل بود. پروب با سرعت ۰/۵ سانتی‌متر دردقیقه تا عمق ۴۰ میلی‌متر، در نمونه‌ها نفوذ کرد. نمونه‌ها به‌صورت مکعب‌هایی با ابعاد ۵×۵×۵ سانتی‌متر بودند. نمودار عمومی اندازه‌گیری نیمرخ بافت در شکل ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود، ارتفاع اوج نیرو[۱۲] در مرحله اول فشردن مربوط به سختی است. مرحله اول و دوم فشردن[۱۳] در شکل ۲ مشخص شده است. به نسبت مساحت نیروی مثبت فشردن مرحله دوم به مرحله اول اصطلاحا پیوستگی می‌گویند. مساحت نیروی منفی مرحله اول فشردن نیز که نمایانگر کار لازم برای دور کردن صفحه بالایی دستگاه از نمونه است، نشانگر چسبندگی می‌باشد. مسافتی هم که ماده غذایی در طول

4- Hardness
5- Adhesiveness
6- Cohesiveness
7- Gumminess
8- Chewiness
9- Springiness
10- Q.T.S Texture Analyzer
11- Farnell
12- Force peak
13- first and second bite

زمان، ارتفاع اولیه خود را بازیابی می‌کند، معرف فنریت است. با انجام محاسبه روی برخی متغیرهای اندازه‌گیری شده، متغیرهای دیگر یعنی حالت صمغی (سختی* پیوستگی) وحالت آدامسی (سختی* پیوستگی* فنریت) بدست می‌آیند.



شکل ۲- نمودار عمومی اندازه‌گیری نیمرخ بافت.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

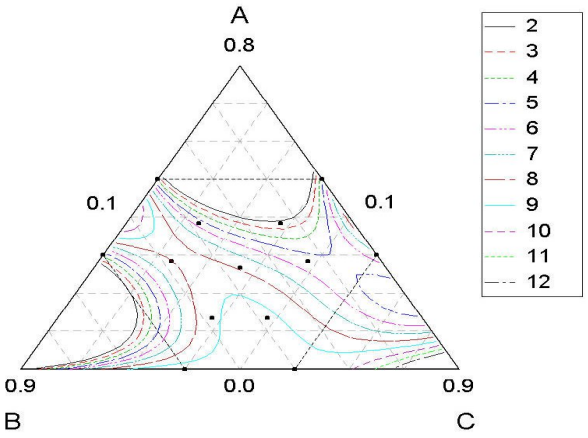
آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد (α= ۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. معادلات رگرسیونی بین متغیرها و فرمول بهینه با استفاده از نرم‌افزار Minitab بدست آمد.

نتایج و بحث

۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

۱-۱- رطوبت

نتایج مربوط به رطوبت نمونه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود، بیشترین میزان رطوبت مربوط به نمونه ۱۰ و کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه ۴ می‌باشد. علت بالابودن میزان رطوبت، عدم وجود پرمییت در نمونه ۱۰ است. نمونه ۴ حاوی ۳۸ درصد پرمییت، ۲۳ درصد شکر و ۳۸ درصد گلوکز است. به طور کلی با افزایش درصد پرمییت در نمونه‌ها، رطوبت کاهش پیدا کرد. میزان همبستگی نشان داده شده در جدول ۵ موید این مطلب است (r=-۰/۷۹). اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) بین رطوبت نمونه‌ها و شاهد مشاهده شد. طبق استانداردهای ملی و بین‌المللی، رطوبت‌های بالاتر از ۸ درصد برای تافی، پذیرفته نیست. بنابراین میزان رطوبت نمونه‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ بالاتر از استاندارد و غیر قابل قبول می‌باشد. نمودار کنتور رطوبت در شکل ۳ به نمایش درآمده است. معادلات پیشگویی در جدول ۴ نشان داده شده‌اند.



شکل ۳- نمودار کنتور رطوبت

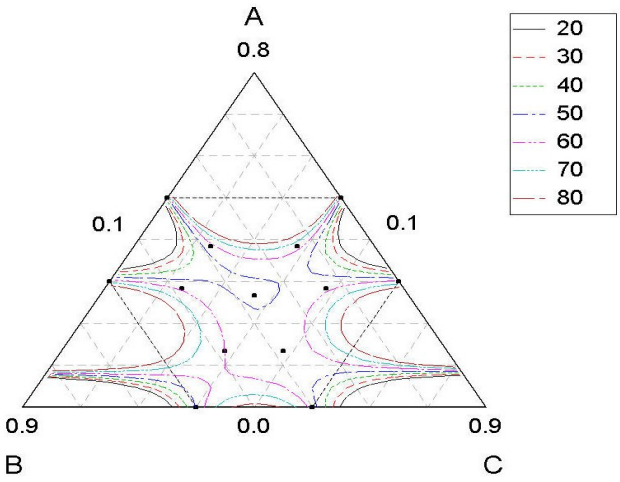
جدول۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی مخلوط‌های مورد بررسی

مخلوط	رطوبت(٪)	فعالیت آب	خاکستر(٪)
۱	۸/۵۱e	۰/۵۲j	۰/۹۳g
۲	۶/۵۳h	۰/۶۲b	۲/۱۱d
۳	۳/۹۶k	/۵۹e	۲/۷۱c
۴	۲/۶۲n	۰/۶۱d	۲/۹۲b
۵	۹/۲۸c	/۵۷g	۰/۰۵j
۶	۶/۱۶i	۰/۶۱c	۲/۷۵c
۷	۵/۰۴j	۰/۵۶h	۳/۵۹a
۸	۳/۹۱m	۰/۵۱l	۳/۵۹a
۹	۷/۸۹f	۰/۴۹m	۱/۹۹e
۱۰	۹/۷۰a	۰/۵۱k	۰/۰۴j
۱۱	۸/۵۳d	۰/۶۲b	۰/۸۶h
۱۲	۹/۶۴b	۰/۵۶i	۱/۹۳f
۱۳	۳/۹۳l	۰/۶۸a	۲/۱۲d
شاهد	۷/۳۶g	۰/۵۷f	۰/۳۸i

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ =α).

۱-۲- فعالیت آب

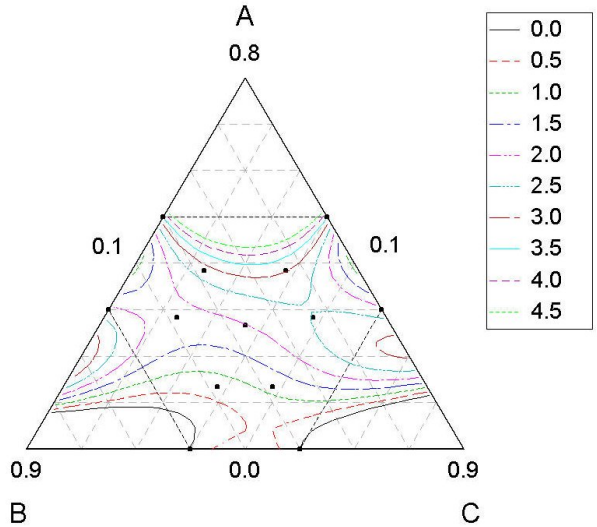
جدول ۲ بیانگر میزان فعالیت آب نمونه‌ها است. بیشترین میزان فعالیت آب، مربوط به نمونه ۱۳ با میزان ۰/۶۸ و کمترین آن مربوط به نمونه ۹ با ۰/۴۹ است. معادله پیشگویی مربوط به فعالیت آب در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به ضرایب معادله پیشگویی، هر سه جزء فرمول (شکر، پرمییت و شربت گلوکز)، به تنهایی نقش موثری در کاهش فعالیت آب دارند و نقش پرمییت موثرتر از بقیه است. این تاثیر ترکیبی بوده و در اثر نقش متقابل این عوامل بر هم، میزان کاهش فعالیت آب متغیر خواهد بود. نمودار کنتور فعالیت آب در شکل ۴ به نمایش درآمده است.



شکل۴- نمودار کنتور فعالیت آب

۱-۳- خاکستر

میزان خاکستر نمونه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان خاکستر مربوط به نمونه‌های ۷ و ۸ و کمترین آن مربوط به نمونه‌های ۵ و ۱۰ است. به طور کلی با افزایش پرمییت میزان خاکستر افزایش پیدا می‌کند، میزان همبستگی نشان داده شده در جدول ۵ موید این مطلب است (r=۰/۹۸)، به‌طوری‌که نمونه‌های ۵ و ۱۰ که فاقد پرمییت هستند، کمترین میزان خاکستر را دارند. اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) بین خاکستر نمونه‌ها و شاهد مشاهده شد. به طور کلی به دلیل غنی‌بودن پرمییت از مواد معدنی، نمونه‌های حاوی پرمییت میزان خاکستر بیشتری نسبت به نمونه شاهد که حاوی شیرخشک است، دارند. نمودار کنتور خاکستر در شکل ۵ به نمایش درآمده است.



شکل۵- نمودار کنتور خاکستر

جدول ۳- نتایج یژگی های بافتی تیمارهای مورد بررسی

مخلوط	چسبندگی	پیوستگی	حالت آدامسی (N)	حالت صمغی	سختی (N)	حالت فنری
۱	۱/۷۶ k	۰/۴ e	۰ k	۰/۱۵ h	۰/۳۶ g	۰ j
۲	۱/۶ l	۰/۴۴ e	۰ k	۰/۱ i	۰/۲۳ h	۰ j
۳	۲۴/۹۷ c	۰/۴۱ e	۲/۲۷ e	۰/۴ de	۱/۰۵ c	۵/۵۷ b
۴	۳۳/۹۵ a	۰/۱۷ h	۳/۶ a	۱/۰۲ a	۶/۱۳ a	۳/۷۳ e
۵	۰/۸۵ n	۱/۵۳ a	۰ k	۰/۱ i	۰/۰۷ j	۰ j
۶	۲/۰۷ j	۰/۵۲ d	۰ k	۰/۰۷ i	۰/۱۳ i	۰ j
۷	۱۵/۹۸ e	۰/۲۸ g	۰/۶۹ f	۰/۲۷ fg	۱/۰۶ c	۲/۳۵ f
۸	۲۸/۴ b	۰/۵۵ d	۲/۵۴ d	۰/۵۵ b	۱/۰۴ c	۴/۸۹ d
۹	۸ f	۰/۷۲ c	۲/۵۹ c	۰/۴۸ c	۰/۶۸ f	۵/۶۵ a
۱۰	۱/۲۳ m	۰/۹۴ b	۰/۲۱ j	۰/۱۸ h	۰/۱۹ h	۱/۱۷ k
۱۱	۲/۷۱ i	۰/۳۴ f	۰/۳۴ i	۰/۲۵ g	۰/۷۶ e	۱/۳۲ h
۱۲	۷ g	۰/۴۲ e	۰/۴۳ h	۰/۳۱ f	۰/۷۸ e	۱/۳۵ h
۱۳	۱۷/۳۴ d	۰/۶۹ c	۳/۰۸ b	۰/۵۶ b	۰/۸۴ d	۵/۵۳ c
۱۴(شاهد)	۳/۵۳ h	۰/۳۲ fg	۰/۵ g	۰/۳۶ e	۱/۱۲ b	۱/۵۰ g

جدول ۴- معادلات رگرسیونی و مدل‌های پیشگو

متغیر	مدل پیشگو	R^2
رطوبت	$724A+462B+461C-2425AB-2368AC-1884BC+3144A^2BC+6937AB^2C+6007ABC^2-1097A^2B^2-890A^2C^2$	٪۹۸/۷۸
خاکستر	$148A+91.2B+91.3C-485.2AB-492.6AC-308BC+989.1A^2BC+1179.2AB^2C+1335.1ABC^2-98.3A^2B^2-117A^2C^2$	٪۹۹/۷۰
فعالیت آب	$2056A+1406B+1426C-7430AB-7477AC-5677BC+21676A^2BC+17793AB^2C+18198ABC^2-1480A^2B^2-659A^2C^2$	٪۸۴/۹۵
چسبندگی	$-72.6A-46.1B-43.2C+269.5AB+260.9AC+191.1BC-772.7A^2BC-652.9AB^2C-659.4ABC^2-56.2A^2B^2-76.7A^2C^2$	٪۹۷/۹۶
آدامسی	$-1179A-752B-753C+4113AB+4083AC+3137BC-8361A^2BC-10664AB^2C-10271ABC^2-676A^2B^2+543A^2C^2$	٪۹۷/۱۸
پیوستگی	$-3815A-2570B-2333C+14025AB+13581AC+10328BC-35220A^2BC-32119AB^2C-37232ABC^2-564A^2B^2\ 1664A^2C^2$	٪۹۶/۷۲
سختی	$-376A-237B-237C+1230AB+1209AC+988BC-997A^2BC-3612AB^2C-3112ABC^2+762A^2B^2+564A^2C^2$	٪۷۰/۳۵
صمغی	$-155A-99B-99C+536AB+532AC+413BC-994A^2BC-1419AB^2C-1342ABC^2+126A^2B^2+96A^2C^2$	٪۷۹/۴۳
فنریت	$-2214A-1418B-1428C+7766AB+7753AC+5922BC-16765A^2BC--19721AB^2C-19612ABC^2+904A^2B^2+822A^2C^2$	٪۹۸/۸۵

برای بحث در مورد نتایج و پارامترها از معادلات پیشگوییِ و مقادیر همبستگی نمونه‌ها استفاده شده است.

همان‌طور که قبلا نیز اشاره شد، حروف A، B و C به‌ترتیب هر کدام بیانگر میزان پرمییت، شکر و گلوکز هستند. با استفاده از معادلات پیشگویی، برآیندی از تاثیر هر یک از این ترکیبات در صفات موردنظر به دست می‌آید و بسته به میزان R^2 هر معادله همبستگی بین ترکیبات و صفات مشخص می‌شود.

جدول ۵- مقادیر همبستگی بین مواد اولیه و پارامترهای اندازه‌گیری شده

	A	B	C	moisture	ash	aw	
cohe	chew						
B	-0.500						
	0.082						
C	-0.500	-0.500					
	0.082	0.082					
moisture	-0.794	0.347	0.446				
	0.001	0.245	0.126				
ash	0.984	-0.545	-0.439	-0.804			
	0.000	0.054	0.133	0.001			
aw	0.110	-0.076	-0.034	-0.380	0.125		
	0.721	0.805	0.913	0.200	0.683		
cohe	-0.647	0.393	0.254	0.467	-0.626	-0.223	
	0.017	0.185	0.402	0.108	0.022	0.464	
chew	0.543	0.116	-0.660	-0.741	0.515	0.089	-0.234
	0.055	0.705	0.014	0.004	0.072	0.772	0.441
adhe	0.741	-0.114	-0.627	-0.864	0.708	0.084	-0.413
	0.854						
	0.004	0.710	0.022	0.000	0.007	0.785	0.160
	0.000						
hard	0.376	-0.226	-0.150	-0.584	0.377	0.174	-0.446
	0.643						
	0.206	0.458	0.625	0.036	0.204	0.569	0.127
	0.018						
gumm	0.509	0.044	-0.552	-0.683	0.479	0.096	-0.359
	0.923						
	0.076	0.887	0.050	0.010	0.098	0.754	0.229
	0.000						
springe	0.550	0.221	-0.770	-0.621	0.498	-0.034	-0.175
	0.908						

	0.052	0.469	0.002	0.024	0.083	0.913	0.568	0.000	
color l	-0.569	0.060	0.509	0.538	-0.545	-0.204	0.421	-0.628	
	0.043	0.846	0.076	0.058	0.054	0.505	0.152	0.021	
color a	0.667	-0.087	-0.580	-0.474	0.668	0.114	-0.502	0.603	
	0.013	0.777	0.038	0.101	0.013	0.710	0.081	0.029	
color b	-0.267	-0.154	0.420	0.408	-0.216	0.196	0.095	-0.408	
	0.379	0.616	0.153	0.166	0.478	0.521	0.759	0.166	
flavour	0.411	-0.199	-0.212	-0.145	0.406	0.140	-0.629	0.112	
	0.163	0.515	0.486	0.636	0.169	0.649	0.021	0.716	
texture	0.335	-0.353	0.018	-0.059	0.325	-0.138	-0.609	0.018	
	0.263	0.237	0.953	0.847	0.278	0.654	0.027	0.954	
color	0.259	-0.166	-0.093	0.018	0.268	0.093	-0.629	-0.022	
	0.393	0.589	0.762	0.953	0.376	0.763	0.021	0.942	
appearan	0.299	-0.150	-0.150	-0.035	0.306	0.040	-0.590	0.088	
	0.321	0.626	0.626	0.909	0.308	0.897	0.034	0.774	
acceptan	0.085	-0.110	0.024	0.161	0.105	-0.060	-0.492	-0.077	
	0.782	0.721	0.937	0.600	0.733	0.846	0.088	0.803	

	adhe	hard	gumm	springe	color l	color a	color b	flavour
hard	0.726							
	0.005							
gumm	0.869	0.863						
	0.000	0.000						
springe	0.746	0.332	0.725					

	0.003	0.267	0.005			
color l	-0.506	-0.253	-0.505	-0.598		
	0.078	0.405	0.078	0.031		
color a	0.401	0.187	0.486	0.632	-0.723	
	0.174	0.541	0.092	0.021	0.005	
color b	-0.673	-0.394	-0.430	-0.435	0.034	0.208
	0.012	0.183	0.142	0.137	0.912	0.496
flavour	0.005	-0.056	0.066	0.185	-0.504	0.642
0.467						
	0.986	0.856	0.829	0.546	0.079	0.018
0.107						
texture	0.092	0.233	0.162	-0.041	-0.264	0.284
0.236	0.776					
	0.766	0.444	0.597	0.895	0.383	0.347
0.438	0.002					
color	-0.126	0.010	0.038	-0.066	-0.459	0.588
0.580	0.892					
	0.681	0.974	0.903	0.831	0.115	0.034
0.038	0.000					
appearan	-0.052	0.076	0.147	0.028	-0.447	0.653
0.578	0.880					
	0.866	0.805	0.633	0.929	0.126	0.016
0.038	0.000					
acceptan	-0.220	-0.041	-0.031	-0.086	-0.337	0.428
0.577	0.888					
	0.470	0.894	0.919	0.781	0.260	0.144
0.039	0.000					

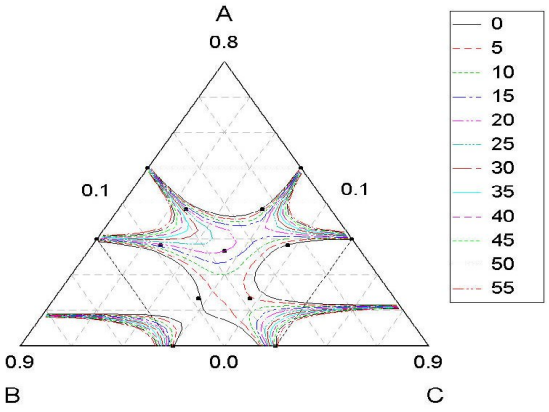
	texture	color	appearan
color	0.763		
	0.002		
appearan	0.770	0.979	
	0.002	0.000	
acceptan	0.824	0.931	0.910
	0.001	0.000	0.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

۱-۴- چسبندگی

در واقع چسبندگی عبارت است از میزان چسبیدن نمونه‌ها به دندان و یا به عبارتی نیرویی که لازم است تا در طی فرایند عادی غذا خوردن، مواد چسبیده به دهان (اغلب کام) را جدا کرد (عباسی ۱۳۸۶). تعریف دیگر چسبندگی عبارتست از کار لازم برای غلبه بر نیروهای

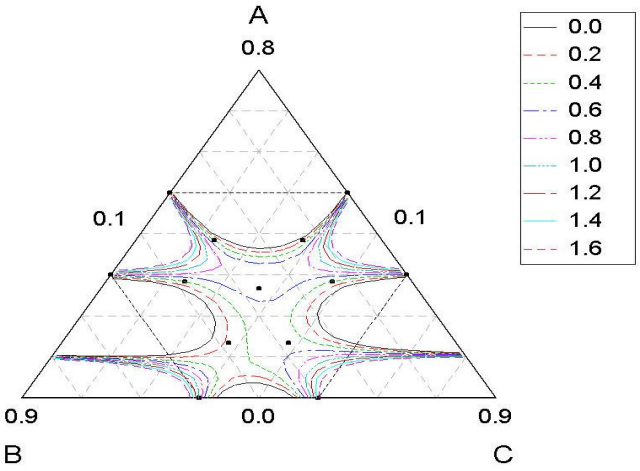
چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آنها در تماس است (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بر روی منحنی، چسبندگی عبارتست از سطح زیر منحنی فشردن مرحله اول یا A_3 (شکل ۲) در قسمت منفی آن که با واحد گرم در ثانیه و یا ژول نشان داده می‌شود. میزان چسبندگی نمونه‌های تافی در جدول ۳ نشان داده شده است. بالاترین مقدار چسبندگی مربوط به نمونه ۴ و پایین‌ترین آن مربوط به نمونه ۵ بود. میزان پرمییت بر چسبندگی تأثیر نسبتا زیادی داشته (r=۰/۷۴) و به‌طور کلی با افزایش پرمییت چسبندگی افزایش پیدا کرده است (جدول ۵). همچنین با افزایش میزان رطوبت مقدار چسبندگی به شدت کاهش یافت؛ به عبارت دیگر رطوبت و چسبندگی با یکدیگر رابطه معکوس دارند (r=-۰/۸۶).



شکل۶- نمودار کنتور چسبندگی

۱-۵- پیوستگی

پیوستگی عبارت است از نیروی داخلی بین اجزاء نمونه و عبارت از مقدار نیروی لازم برای تغییر شکل نمونه قبل از شکستن است. به عبارت دیگر پیوستگی عبارتست از مقدار تغییر شکل که در یک نمونه قبل از پارگی روی می‌دهد هنگامی که به طور کامل توسط دندان‌های آسیاب فشرده می‌شود و یا به عبارت دیگر، شدت پیوندهای داخلی که بدنه یک محصول را می‌سازد (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بر روی منحنی، پیوستگی عبارتست از سطح زیر منحنی دوم در مرحله رفت به سطح زیر منحنی اول در مرحله رفت و البته اینکه دارای واحد نمی‌باشد. میزان پیوستگی نمونه‌های تافی در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین میزان پیوستگی مربوط به نمونه‌های ۵ و ۱۰ است که فاقد پرمییت بوده و مقادیر بالایی از شربت گلوکز و شکر دارند. همبستگی منفی(r=-۰/۶۴) بین میزان پرمییت و پیوستگی وجود دارد. به طور کلی با افزایش میزان رطوبت، پیوستگی نمونه‌ها افزایش پیدا می‌کند. نمونه ۴ کمترین میزان رطوبت و کمترین میزان پیوستگی را دارد اما با توجه به نتایج آماری، همبستگی بالایی بین رطوبت و پیوستگی مشاهده نشد (r=۰/۴۶).

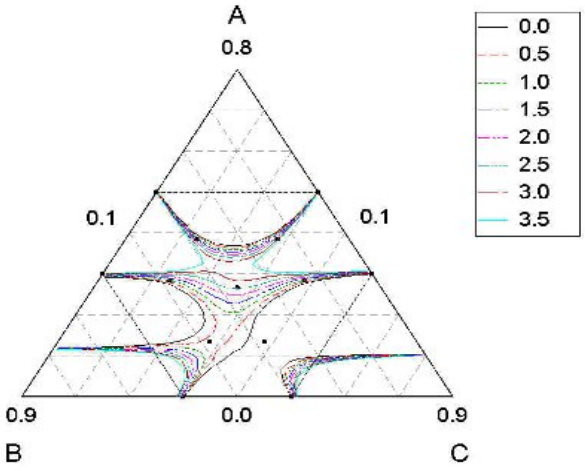


شکل۷- نمودار کنتور پیوستگی

۱-۶- حالت آدامسی

حالت آدامسی در واقع عبارت است از مدت زمانی که طول می‌کشد تا نمونه با نیرویی با سرعت ثابت جویده شده و اندازه آن به حد قابل بلع برسد. تعریف دیگر حالت آدامسی عبارتست از انرژی لازم برای جویدن یک ماده غذایی جامد تا هنگامی که آماده بلع شود و یا تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از ماده غذایی (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). مقدار عددی آن از حاصلضرب مقادیر حالت فنری در حالت صمغی به دست می‌آید و با واحد ژول و یا گرم در میلی‌لیتر بیان می‌شود. میزان حالت آدامسی نمونه‌های تافی در جدول ۳ نشان داده شده است.

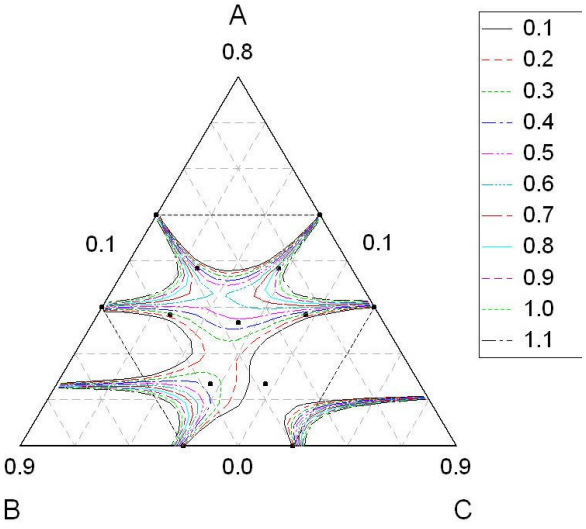
همبستگی منفی بین حالت آدامسی و رطوبت مشاهده شد (r= -۰/۷۴)، به‌طوری‌که با افزایش رطوبت، حالت آدامسی کاهش پیدا کرد. بیشترین میزان حالت آدامسی مربوط به نمونه ۴ با کمترین میزان رطوبت بود. با افزایش میزان پرمییت، حالت آدامسی افزایش پیدا کرد (r= ۰/۵۴). با افزایش میزان شربت گلوکز، حالت آدامسی کاهش پیدا کرد (r= -۰/۶۶). شربت های گلوکز با DE های متفاوت به دلیل دارا بودن مقادیر متفاوتی از قندهای با ون مولکولی بالا اثرات متفاوتی بر حالت آدامسی یا قابلیت جویدن دارند (استنسل ۱۹۹۵).



شکل ۸- نمودار کنتور حالت آدامسی

۱-۷- حالت صمغی

در واقع صمغی‌بودن به میزان چگالیت باقی‌مانده در طی جویدن یا انرژی لازم برای متلاشی ساختن مواد غذایی نیمه‌جامد تا رسیدن به حد قابل بلع گفته می‌شود. مقدار صمغی‌بودن از حاصل‌ضرب مقادیر سختی در پیوستگی به دست آمده و با واحد گرم و یا نیوتن نشان داده می‌شود (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بالاترین مقدار صمغی بودن مربوط به نمونه ۴ است. با افزایش میزان پرمییت حالت صمغی‌بودن افزایش می‌یابد (r=۰/۵۰). با افزایش درصد شربت گلوکز خاصیت صمغی‌بودن کاهش پیدا می‌کند. رطوبت نمونه نیز با صمغی‌بودن رابطه معکوس داشته و با افزایش رطوبت، خاصیت صمغی‌بودن کاهش می‌یابد (۰/۵۵). همبستگی بالایی بین حالت صمغی و خاصیت آدامسی وجود دارد (r=۰/۹).

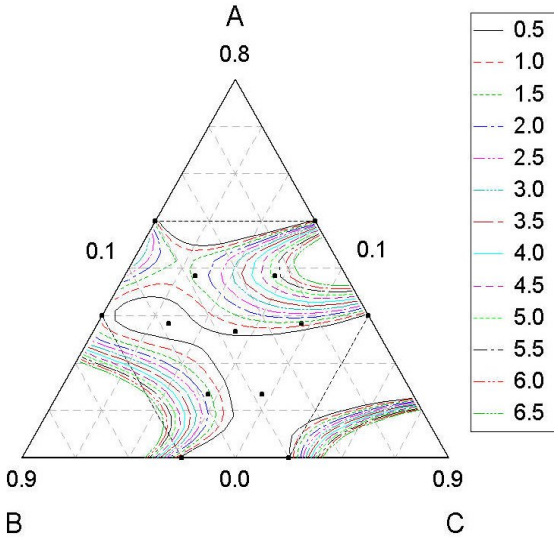


شکل۹- نمودار کنتور حالت آدامسی

۱-۸- سختی

در واقع سختی عبارت است حداکثر نیروی لازم در اولین فشار دستگاه و یا به عبارتی نیرویی که لازم است تا نمونه بین دندان‌های آسیا فشرده شود و یا نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل مشخص (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بر روی منحنی، سختی عبارتست از ارتفاع پیک اصلی در منحنی اول در مرحله رفت که با واحد نیوتن، کیلوگرم و یا گرم نشان داده می‌شود. بالاترین میزان سختی، به نمونه ۴ اختصاص دارد که دارای مقادیر زیادی از پرمییت بوده و مقدار شربت گلوکز آن نیز بالا می‌باشد. با افزایش میزان ترکیبات قندی، قدرت پیوندها افزاش یافته و این منجر به افزایش مقدار سختی می‌شود (گوپتا و همکاران ۲۰۰۷). همبستگی معنی‌داری بین میزان پرمییت، شکر، شربت گلوکز با سختی وجود ندارد. درصد رطوبت نمونه دارای همبستگی منفی با مقدار سختی است (r=-۰/۵۸) و با افزایش رطوبت، سختی نمونه‌ها کاهش می‌یابد که این پدیده دور از انتظار نمی‌باشد. برخی از منابع، رطوبت را مهم‌ترین عامل موثر در میزان سختی می‌دانند (استنسل ۱۹۹۵).

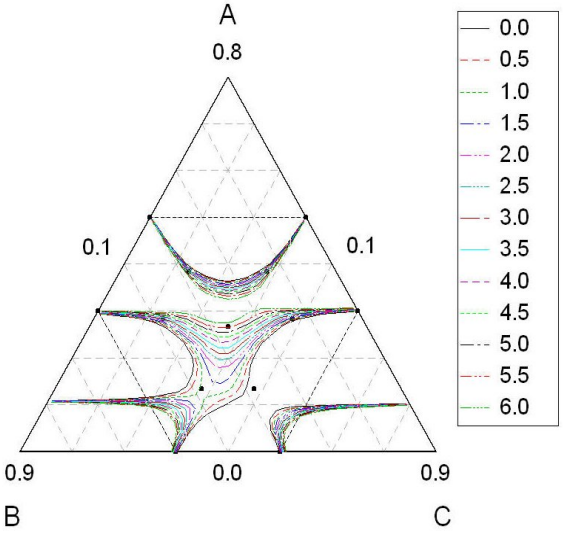
آیا ویژگی سختی در بافت تافی مطلوب است؟ (تافی با بافت نرم محصول مطلوبی بشمار می رود). بنظر می رسد در رتبه بندی آزمون دانکن بالا بودن سختی نمونه ها مطلوب فرض شده است چراکه سختی بالا با حرف a و سختی پائین با حروف نهایی مشخص گردیده است.



شکل ۱۰- نمودار کنتور سختی

۱-۹- حالت فنری

در واقع فنریت عبارت است از درجه و سرعت بازیابی نمونه فشرده شده در دهان. تعریف دیگر حالت فنری عبارتست از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازه اولیه‌اش برمی‌گردد و یا شدتی که یک نمونه تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد (فاکس و همکاران ۲۰۰۵ و گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بر روی منحنی، حالت فنری عبارتست از فاصله بین شروع منحنی دوم تا رسیدن این منحنی به پیک و با واحد متر و یا میلی‌متر نشان داده می‌شود. بالاترین عدد حالت فنری را نمونه ۹ به خود اختصاص داد. فنریت همبستگی بالایی با خاصیت آدامسی بودن دارد ($r=۰/۹$). همبستگی منفی بین حالت فنری و رطوبت وجود دارد ($r=۰/۶$). با افزایش میزان پرمییت و شربت گلوکز حالت فنری افزایش می‌یابد. در واقع فنریت به‌طور غیرمستقیم بیانگر الاستیسیته نمونه است و هرچه فنریت در نمونه بیشتر باشد الاستیسیته در نمونه بالاتر است و مطلوبیت در نزد مصرف‌کننده افزایش می‌یابد.



شکل ۱۱- نمودار کنتور حالت فنری

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر افزودن درصدهای مختلف پرمییت، شکر و گلوکز مایع بر روی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و بافتی تافی مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی آماری نتایج نشان داد که کلیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری با شاهد (فرمول تجارتی) داشتند ($P<0.05$). با افزایش درصد پرمیت، رطوبت نمونه‌ها کاهش، خاکستر افزایش و ویژگی‌های بافتی نمونه‌ها شامل چسبندگی، صمغیت، فنریت و حالت آدامسی افزایش پیدا کرد ($P<0.05$).

منابع مورد استفاده

احمدنیا ا و سحری م، ۱۳۸۷. استفاده از پودر خرما در فرمولاسیون تافی شکلاتی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۵. شماره ۳. ۸-۱.

بی‌نام، 1386. موسسه استاندارد ایران. استاندارد شماره ۷۱۱.

جوکار ا، گلمکانی م و کرباسی ا، ۱۳۸۵. نوشیدنی شکلاتی تهیه شده از شیر، تراویده شیر فراپالیده و شهد خرما. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. شماره چهارم(ب). ۴۳۲-۴۲۷.

عباسی س، ۱۳۸۶. رئولوژی مواد غذایی، بافت و گرانروی مواد غذایی(مفهوم و اندازه گیری). انتشارات مرز دانش.

Abdullah A and Cheng T, 2001. Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits jam. Food Quality and Preference 12: 63-68.

Ahmed E and Ali T, 1986. Textural quality of peanut butter as influenced by peanut seed and oil contents. Peanut Science 13: 18-20.

Beucler J, 2004. Design of a thirst quenching beverage from whey Permeate. MSc thesis. North Carolina University.

Fox P, Guinee T, Cogan M and McSweeney P, 2000. Fundamentals of cheese science. Aspen publication.

Geilman W, Schnidt D, Kennedy P and Cullor J, 1992. Production of an Electrolyte Beverage from Milk Permeate. Journal of Dairy Science 5: 2364-2369.

Gunasekaran S and Mehmet A, 2003. Cheese rheology and texture. CRC Press LLC.

Gupta R K, Sharma A and Sharma R, 2007. Instrumental texture profile analysis (TPA) of shelled sunflower seed caramel snack using response surface methodology. Food Science and Technology International 13: 455-460.

Kimberlee Burrington J, 2005. Food Applications for Whey Permeate. Dairy pipeline 17:2.

Lee S, Biresaw G, Kinney M and Inglett G, 2009. Effect of cocoa butter replacement with a β-glucan-rich hydrocolloid (C-trim30) on the rheological and tribological properties of chocolates, Journal of Science of Food and Agriculture 89: 163–167.

Stansell D, 1995. Caramel, toffee and fudge, Sugar confectionary manufacture. UK: Blackie academic & professional.

Steffe J, 1996. Rheological methods in Food process Engineering. Freeman Press, USA. pp.70-90Zorba O and Kurt S, 2006. Optimization of emulsion characteristics of beef chicken and Turkey meat mixtures in model systems using mixture designs. Journal of Meat Science 73: 611-618.