

## بهبود کیفیت بستنی کم چرب به کمک هیدرولیز نسبی پروتئین‌های مخلوط بستنی با کیموزین (II)

عزیز همایونی‌راد<sup>۱</sup>، محمد رضا احسانی<sup>۲</sup>، محمد علی ابراهیم زاده موسوی<sup>۳</sup>،  
مصطفی ولیزاده<sup>۴</sup> و زهرا امام جمعه<sup>۵</sup>

۱، ۲، ۳، ۵، دانشجوی دوره دکتری، دانشیار و استادیاران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴، استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۷/۸

### خلاصه

بستنی کم چرب، بستنی‌ای است که کمتر از ۵ درصد (وزنی) چربی داشته باشد. تاکنون مطالعات زیادی در جهت تولید بستنی کم چرب و بدون چربی صورت گرفته است. هیدرولیز نسبی کازئینهای مخلوط بستنی به وسیله آنزیم اساسی پنیر سازی (کیموزین) موجب بهبود پیکره و بافت بستنی می‌شود. در این مطالعه، استفاده از هیدرولیز آنزیمی پروتئین‌های شیر برای بهبود کیفیت بستنی کم چرب مورد بررسی قرار گرفت. مخلوط بستنی کم چرب (۲٪ چربی) تحت اثر پروتئولیز محدود توسط کیموزین قرار داده شد بدین ترتیب که چهار تیمار آزمایشی با دو سطح آنزیمی (IMCU/kg ۰/۷۵ و ۰/۹۵) در دو سطح زمانی مختلف (۳۰ و ۱۵ دقیقه) به همراه دو شاهد کم چرب (۲٪ چربی) و پر چرب (۷٪ چربی) در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد آزمون واقع شدند. پس از عمل آنزیم بر روی میسل‌های کازئین، دمای مخلوط تا ۶۳/۳°C افزایش داده شد و به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری شد تا آنزیم کیموزین غیرفعال شود. مخلوط مورد آزمایش در دمای ۴°C به مدت ۱۲ ساعت رسانیده شده و با استفاده از فنون مرسوم در بستنی سازی و با ضریب انبساط ۹۵-۱۰۰ درصد منجمد گردید. آزمایشات حسی انجام یافته روی بستنی کم چرب شامل ارزیابی سرعت ذوب، نرمی بافت، پیوستگی و لغزندگی بستنی بود. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار آنزیمی منجر به افزایش نرمی، پیوستگی و لغزندگی و کاهش سرعت ذوب شد. در نهایت تغییر عوامل فوق موجب ارتقاء کیفیت محصول گردید.

**واژه‌های کلیدی:** بستنی کم چرب، کیموزین، کیفیت، نرمی، پیوستگی، سرعت ذوب، بافت.

### مقدمه

بستنی کم چرب، بستنی‌ای است که کمتر از ۵ درصد (وزنی) چربی داشته باشد. گاهی این نوع بستنی به عنوان دسر لبنی منجمد با چربی پائین نیز نامیده می‌شود. تاکنون مطالعات زیادی در جهت تولید بستنی کم چرب و بدون چربی صورت گرفته است. هدف تمام این تلاش‌ها تولید بستنی کم چرب بوده که خصوصیات مطلوب بستنی معمولی را داشته باشد اما در هر صورت بستنی‌های کم چربی که قبلاً ساخته می‌شدند،

خصوصیات نامطلوبی مثل بافت یخی و شکننده، پیکره ضعیف، پس مزه نامناسب، صمغی بودن، طعم نامتعادل و ذوب نامناسب داشتند (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۸).

یکی از راههایی که برای ایجاد خصوصیات مطلوب بستنی معمولی در بستنی کم چرب مورد استفاده قرار گرفته است، عبارت است از کاربرد ترکیبات شبه چرب و مقادیر زیاد پایدارکننده در بستنی. چرا که احساس دهانی چرب بودن بستنی معمولی اغلب ناشی از چربی و پایدارکننده آن است.

گوار، صمغ کارنوب، پودر مونو-دی گلیسرید  
(CREMODAN<sup>®</sup>809, Danisco, Denmark) و پلی سوربات  
(Danisco, Denmark) (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸).

آنزیم کیموزین پودری (CHR-HANSEN, Denmark)  
با منشأ قارچی پس از انحلال در آب مقطر با  
استفاده از سمپلر (Volac High Precision Micropipette,  
John Poulten, LTD. England) با دقت  $\pm 1$  میلی لیتر برداشت  
گردید و مورد استفاده قرار گرفت (۶).

مخلوط بستنی به میزان ۳۵ کیلوگرم در وت پنیر سازی با  
ترکیبی از اجزای مذکور تهیه و بلافاصله یک نمونه از آن برای  
آنالیزهای شیمیایی برداشت گردید و pH، اسیدیته، ماده  
خشک، چربی و پروتئین آن اندازه گیری شد. دستگاههای مورد  
استفاده برای این تجزیه‌ها به ترتیب شامل pH متر دیجیتال،  
بورت، آون  $105^{\circ}\text{C}$ ، بوتیرومتر ژربر و دستگاه کج‌دال بود.

روش تهیه مخلوط به این شکل بود که ابتدا تمام اجزای  
مایع در وت ریخته شده و بلافاصله عملیات همزنی و حرارت  
دهی انجام گرفت. پس از آنکه دمای مخلوط به حدود  
 $50-30^{\circ}\text{C}$  رسید، مواد جامد افزوده شدند. عملیات همزنی به  
مدت ۱۰-۵ دقیقه ادامه یافت و پس از آن مخلوط بستنی در  
دمای  $69^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳۰ دقیقه در پاستوریزاتور غیر مداوم  
پاستوریزه گردید. سپس مخلوط داغ در هموژنایزر دو مرحله‌ای  
کاملاً یکنواخت شد. در هموژنایزر فشاری معادل ۲۰۰۰ psi در  
مرحله اول و ۵۰۰ psi در مرحله دوم اعمال گردید. در حدود  
۲۵ کیلوگرم از مخلوط به این روش هموزن شده و در ظروف  
استوانه‌ای شکل ۵ کیلویی جمع آوری و توزین شده و به بقیه  
مخلوط ۵ درصد روغن نباتی افزوده شده و پس از همزدن به  
هموژنایزر فرستاده شد و بلافاصله یک بیودن ۵ کیلوگرمی از  
مخلوط پرچرب (۷٪ چربی) تهیه گردید. مخلوط‌ها در بیودنهای  
استیل ۵ کیلوگرمی در پاستوریزاتور قرار داده شده و تا دمای  
 $60^{\circ}\text{C}$  خنک گردیدند. دمای عمل آنزیم در این مطالعه  
 $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$  در نظر گرفته شد. دو عدد از بیودن‌ها با شماره‌های ۱ و  
۲ به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که یکی ۲٪ و دیگری ۷٪

کاربرد مواد شبه‌چرب و افزایش مقدار مواد پایدارکننده و  
امولسیون‌کننده در بستنی کم‌چرب، هر چند که بافت نسبتاً  
نرمی ایجاد می‌کند، موجب بروز ویژگیهای نامطلوبی در بستنی  
می‌گردد. بستنی و دسرهای منجمدی که در فرمولاسیون آنها از  
ترکیبات شبه‌چرب استفاده می‌شود، دارای طعم نامطلوب و  
خصوصیات دهانی نامناسب هستند. این محصولات معمولاً شنی،  
گچی و یا مومی بوده و موقع ذوب شدن بافت آنها از هم  
می‌پاشد (۳، ۶، ۸). مقدار آب غیر منجمد در فرمولاسیون  
بستنی نیز، عامل بسیار مهم دیگری در تعیین خصوصیات  
دهانی بستنی به شمار می‌رود. احساس دهانی خامه‌ای بودن در  
بستنی با افزایش میزان آب غیر منجمد افزایش می‌یابد (۳).  
بنابراین اگر بتوانیم در بستنی کم‌چرب، مقدار آب منجمد، اندازه  
کریستالهای یخ و نیز مقدار آب غیر منجمد را مشابه بستنی  
معمولی انتخاب کنیم، محصول حاصل دارای بافت نرم و خامه‌ای  
خواهد بود. این کار با افزودن ۲ تا ۷ درصد کنسانتره پروتئین  
آب پنیر عملی می‌گردد. ترکیبات شیمیایی که عملکرد مشابهی  
با چربی دارند، علاوه بر طعم ناخواسته‌ای که در بستنی ایجاد  
می‌کنند، یک اثر پوشاندگی بر طعم‌های مطلوب در بستنی نیز  
از خود بر جای می‌گذارند (۳، ۶). هیدرولیز نسبی کازئین‌های  
مخلوط بستنی به وسیله آنزیم اصلی پنیر سازی (کیموزین) باعث  
افزایش ویسکوزیته، بهبود پیکره و بافت بستنی می‌شود بدون  
اینکه اثر نامطلوبی بر طعم آن برجای گذارد. بستنی حاصل به  
علت لغزنده بودن میسل‌های تجمع یافته کازئینی پس از  
هیدرولیز جزئی، یک حالت چرب‌مانند پیدا کرده و به هنگام  
مصرف، احساس مشابهی با محصول خامه‌ای ایجاد می‌کند (۶).

## مواد و روش‌ها

مخلوط بستنی کم چرب با درصد مناسبی از مواد زیر تهیه  
گردید: شیر پس چرخ، خامه سنگین (۴۰٪) و شیر خشک بدون  
چربی از نوع Medium Heat از تولیدات کارخانه لبنیات پاک،  
شکر، مالتودکسترین پودری تولید کارخانه دکستروز ایران (با  
 $DE=28/30$ )، شربت گلوکز (با  $DE=42$ ) و ماده خشک ۸۰  
درصد، وانیل، روغن نباتی (تولید کارخانه نازگل - ایران) و صمغ

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات کیفی، در جدول ۱  
ارایه شده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات کیفی اندازه گیری شده در  
آزمایشهای بستنی کم‌چرب در تیمارهای مختلف

فاکتور	سطح	صفات کیفی			
		سرعت ذوب	نرمی	پیوستگی	لغزندگی
آنزیم	۱ (۰/۷۵ IMCU)	۲/۵۶۳ b <sup>+</sup>	۳/۶۸۸ b	۳/۳۴۴ b	۳/۶۴۰ b
	۲ (۰/۹۵ IMCU)	۳/۲۵ a	۴/۰۳۱ a	۳/۷۱۹ a	۴/۱۵۷ a
زمان	۱ (۱۵ دقیقه)	۲/۶۸۸ b	۳/۷۱۹ a	۳/۳۱۳ b	۳/۷۱۹ b
	۲ (۳۰ دقیقه)	۳/۱۲۵ a	۴/۰۷۷ a	۳/۷۱۹ a	۴/۰۷۷ a
آنزیم × زمان	۱۱	۲/۳۷۵ a	۳/۶۲۵ a	۳/۱۸۸ a	۳/۵۰۰ a
	۱۲	۲/۷۵ a	۳/۷۵ a	۳/۵ a	۳/۷۷۹ a
	۲۱	۳ a	۳/۸۱۳ a	۳/۴۳۸ a	۳/۹۳۸ a
	۲۲	۳/۵ a	۴/۲۵ a	۴ a	۴/۳۷۵ a

+ میانگین‌های فاقد حرف مشترک در هر مورد با همدیگر اختلاف  
معنی‌دار دارد ( $p < 0.05$ ).

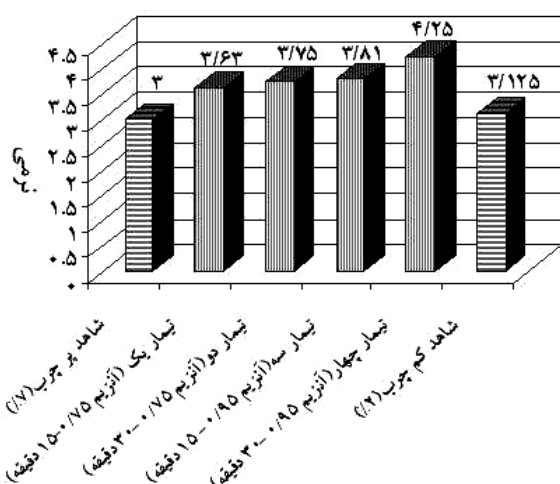
برای ارزیابی سرعت ذوب نمونه‌های بستنی از یک گروه ۸  
نفره استفاده گردید (۶). ارزیاب‌ها نمونه‌های آزمایشی و شاهد  
کم‌چرب را نسبت به شاهد پرچرب مورد مقایسه قرار دادند. در  
نهایت میانگین امتیازهای داده شده به هر صفت، مبنای مقایسه  
نمونه‌ها قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز داده‌های به دست آمده  
از ارزیابی سرعت ذوب، وجود اختلاف معنی‌داری را در سطح  
احتمال یک درصد بین تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد. نتیجه  
حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سطوح مختلف  
آنزیم، سطح اول آنزیم (۰/۷۵) سرعت ذوب را نسبت به سطح  
دوم بیشتر کاهش می‌دهد، همچنین در بین سطوح مختلف  
زمان، سطح اول زمان (۱۵ دقیقه) نسبت به سطح دوم (۳۰  
دقیقه) سرعت ذوب را بیشتر کاهش می‌دهد (نمودار ۱). هیدرولیز  
جزئی میسل‌های کازئینی در مخلوط بستنی باعث به وجود  
آمدن ساختار ژلی شده و در نتیجه حبابهای هوا در داخل این  
شبه‌ساختار سبکی احاطه می‌شوند. این عمل منجر به پایداری  
پیکره بستنی و کاهش سرعت ذوب می‌گردد (۱۱). از سوی

چربی داشت. در بیدونهای ۳ و ۴ آنزیم کیموزین به میزان  
IMCU/Kg ۰/۷۵ و در بیدونهای ۵ و ۶ به میزان IMCU/Kg  
۰/۹۵ اضافه گردید. بلافاصله پس از آنزیم‌زنی مخلوط‌ها بطور  
جداگانه به مدت ۲-۱ دقیقه هم زده شدند و دمای عمل آنزیم  
با دماسنج کنترل شد. مدت زمان هیدرولیز برای بیدونهای ۳ و ۵  
، ۱۵ دقیقه و برای بیدونهای ۴ و ۶، ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد.  
پس از سپری شدن زمان اثر آنزیم، درجه حرارت مخلوط با  
سرعت  $0.66^{\circ}\text{C}/\text{min}$  تا دمای  $63.3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  بالا برده شده و  
به مدت ۳۰ دقیقه در این دما نگهداری گردید تا آنزیم غیرفعال  
شود. در نهایت مخلوط تا دمای  $20^{\circ}\text{C}$  خنک شده و به سردخانه  
با دمای  $4^{\circ}\text{C}$  منتقل و به مدت ۱۲ ساعت تحت فرایند رسانیدن  
قرار گرفت. سپس مخلوط بستنی در دمای  $5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  در  
دستگاه سرما ساز منجمد شده و با ضریب انبساط  $100 \pm 0.5$   
درصد در لیوان‌های بستنی پر شده و درب گذاری گردید و  
بلافاصله به سردخانه  $20^{\circ}\text{C}$  انتقال داده شد تا کاملاً سفت و  
سخت شود. بعد از یک هفته نمونه‌های بستنی به سردخانه  
 $18^{\circ}\text{C}$  و  $12^{\circ}\text{C}$  انتقال یافت و ۲۴ ساعت در این دماها  
نگهداری شدند. روز بعد نمونه‌های  $18^{\circ}\text{C}$  تحت آزمایش تعیین  
درصد ذوب و نمونه‌های  $12^{\circ}\text{C}$  تحت آزمایش ارزیابی حسی  
قرار گرفتند (۱، ۳، ۵، ۶).

در مورد آزمونهای چشایی از مقیاس درجه بندی (هدونیک)  
برای ارزیابی درجه اختلاف بین نمونه‌ها استفاده شد. در عمل از  
مقیاس ۵ طبقه‌ای برای کلیه صفات استفاده گردید. نمونه‌ها  
بطور تصادفی بین ۳۲ نفر ارزیاب آموزش دیده توزیع و پس از  
ارزیابی، داده‌های توصیفی به امتیازهای عددی تبدیل شد.  
اطلاعات جمع آوری شده از آزمایشها در برنامه نرم افزاری  
آماري MSTATC از لحاظ نرمال بودن تحت آزمون Skewness  
and kurtosis قرار گرفتند و نرمال بودن داده‌ها ثابت گردید.  
آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار  
انجام شد. در مواردی که اثر معنی‌داری بین تیمارها وجود  
داشت، مقایسه میانگین براساس آزمون دانکن در سطح احتمال  
۵٪ صورت گرفت.

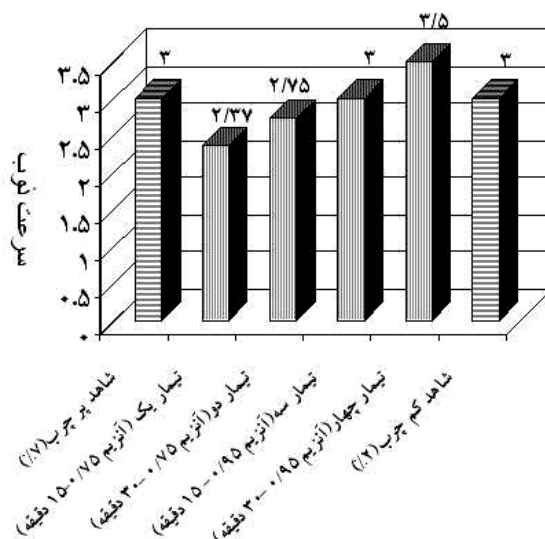
بستنی است. ایجاد ژل پروتئینی باعث به دام افتادن ذرات ریز آب در لابلای ژل پروتئینی شده و نیز مقداری از آب آزاد به صورت آب تک لایه در می‌آید. چنین آبی قادر به انجماد نبوده و به صورت منجمد نشده در محصول نهایی باقی می‌ماند. در نتیجه هم تعداد کریستالهای یخ و هم اندازه آنها کاهش می‌یابد و لذا بستنی حاصل بافت نرمی داشته و به هنگام مصرف یک حالت خامه‌ای در مصرف کننده القاء می‌شود (۳، ۶). همچنین کازئین کاپا به عنوان امولسیون کننده، پوششی در اطراف بلورهای یخ تشکیل داده و از رشد بعدی آنها در طول زمان انبارداری جلوگیری می‌کند. این پوشش، احساس حضور بلورهای یخ را در بستنی کاهش می‌دهد (۵).

نرمی بیشتر در تیمار شماره ۴ احتمالاً مربوط به تضعیف شبکه ژلی و کاهش ویسکوزیته است که امکان ادغام حبابهای هوا را افزایش می‌دهد و به هنگام فشردن نمونه بستنی بین زبان و کام (سقف دهان) نیروی کمتری مورد نیاز بوده و بستنی نرمتر تلقی می‌شود. زیرا حبابهای بزرگ در اثر کوچکترین نیرویی، تغییر شکل می‌دهند. نرمی یکی از خصوصیات بافتی مطلوب در بستنی است (۳، ۶). نتایج حاصل از ارزیابی‌ها نشان می‌دهد که برای ایجاد یک بافت نرم و خوشایند در بستنی با لحاظ سایر جوانب، سطح آنژیومی ۰/۷۵ در مدت زمان اثر ۱۵ دقیقه قابل توصیه است (شکل ۲).



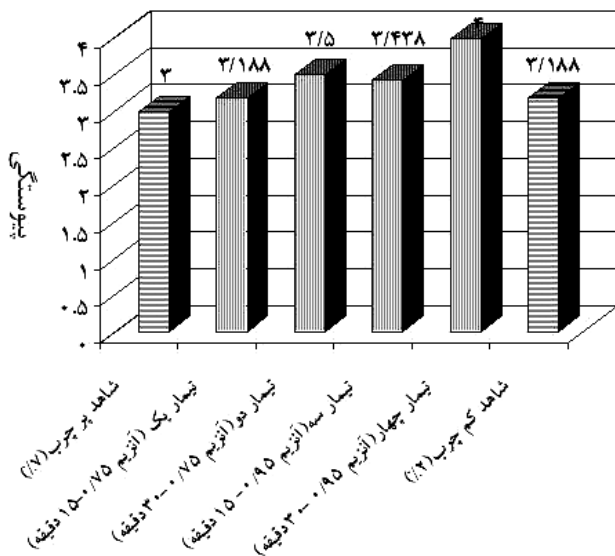
شکل ۲- مقایسه نرمی بستنی‌های تیمار شده با آنژیوم و شاهدی کم چرب و پرچرب (آزمایشهای حسی) (LSD=۰/۳۴)

دیگر، مقداری از آب موجود در فرمولاسیون بستنی در لابلای ژل پروتئینی به دام افتاده و لذا دیرتر منجمد می‌شود و دیرتر نیز از حالت انجماد خارج می‌گردد (۳). در نتیجه ژل پروتئینی به عنوان عایق انتقال حرارت عمل کرده و سرعت ذوب در تیمارهای آزمایشی کاهش می‌یابد. با افزایش مقدار آنژیوم و مدت زمان اثر آن شبکه ژلی تضعیف شده و مقدار آب آزاد افزایش می‌یابد و بستنی حاصل به دلیل انتقال سریع حرارت توسط سرم (فاز پیوسته) سریعتر ذوب می‌شود. با ارزیابی حسی سرعت ذوب نمونه‌های بستنی نیز این نتیجه به دست می‌آید که سطح اول آنژیوم (۰/۷۵) در مدت زمان ۱۵ دقیقه برای پایین آوردن سرعت ذوب بسیار مناسب است. سرعت ذوب پایین یکی از ویژگی‌های مطلوب بافتی در بستنی است (۳، ۴، ۵، ۶، ۱۲).



شکل ۱- مقایسه سرعت ذوب بستنی تیمار شده با آنژیوم و شاهدی کم چرب و پرچرب (آزمایشهای حسی) (LSD=۰/۱۴)

نرمی<sup>۱</sup> یا لطافت بافت (خامه ای بودن) به حالتی اطلاق می‌شود که ذرات زیر و قابل حس مثل بلورهای یخ و لاکتوز در بستنی وجود نداشته باشد (۳، ۶). علت افزایش نرمی نمونه‌های تیمار شده با آنژیوم نسبت به شاهدی کم چرب و پرچرب مربوط به هیدرولیز نسبی کازئینها و تشکیل ساختار ژل در



شکل ۳-مقایسه میزان پیوستگی بستنی‌های تیمار شده با آنزیم و شاهد‌های کم چرب و پرچرب (آزمایش‌های حسی) (LSD=۰/۲۴)

لغزندگی یکی از خصوصیات مهم در بافت بستنی است که باعث سرخوردن بستنی در دهان شده و لذت بیشتری در مصرف‌کننده پدید می‌آورد (۶). همانطوریکه از شکل ۴ پیداست، شاهد‌های کم چرب و پرچرب اختلاف معنی‌داری از نظر لغزندگی نشان نمی‌دهند. اما افزودن آنزیم باعث افزایش لغزندگی بستنی شده است. ذرات کوچکتر از ۰/۱ میکرون مانند میسل‌های کارژین یک حالت لغزنده<sup>۱</sup> بر روی زبان ایجاد می‌کنند (۶). با هیدرولیز نسبی میسل‌ها، تمایل آنها برای بهم پیوستن زیادتر شده و در نتیجه اندازه آنها رو به افزایش می‌گذارد (۹، ۱۰). بطوریکه اندازه میسل‌های تجمع یافته در محدوده ۰/۱-۳ میکرون قرار می‌گیرد. در این حالت، ذرات حاصل بر روی زبان غلتیده و یک احساس مطلوب لغزندگی و خامه‌ای بودن در مصرف‌کننده ایجاد می‌کند (۶). افزایش میزان لغزندگی با افزایش مقدار آنزیم و مدت زمان اثر آن را می‌توان به تشکیل تعداد زیادی از ذرات با اندازه‌های ۰/۱-۳ میکرون نسبت داد. با توجه به سایر خصوصیات بافتی توصیه می‌شود از سطح اول آنزیم (۰/۷۵) در مدت زمان ۱۵ دقیقه برای افزایش لغزندگی استفاده شود (شکل ۴).

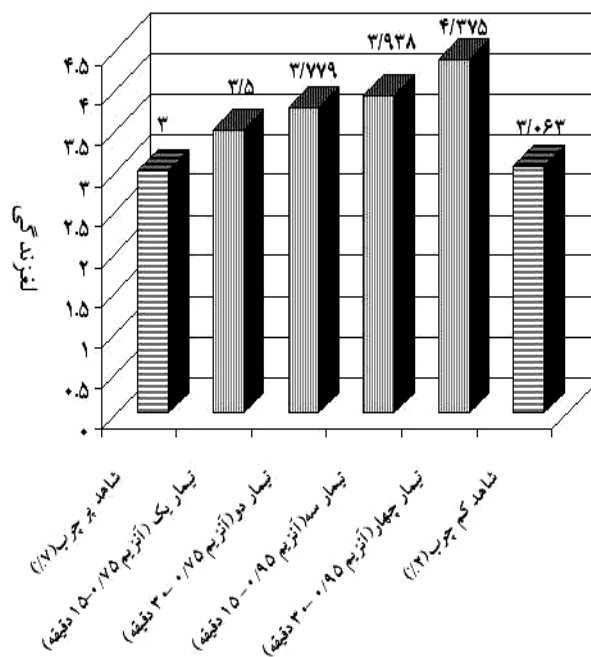
نتایج حاصل از آنالیز داده‌های بدست آمده از طریق ارزیابی پیوستگی بستنی، وجود اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بین تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد. پیوستگی ذرات متشکله بستنی باعث کش آمدن یا کشسانی محصول نهایی می‌گردد. چنانچه بستنی تمایل به تکه‌تکه شدن داشته باشد و مثل برف تازه و سرد حالت شکنندگی داشته باشد، پیوستگی آن در حد بسیار پایینی قرار دارد (۱، ۲، ۶، ۱۵، ۱۶). همچنانکه در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، ارزیابها تفاوت معنی‌داری بین شاهد کم چرب و پرچرب قایل نشده‌اند. اما با افزودن آنزیم به بستنی، میزان پیوستگی اجزای آن افزایش یافته است. در واقع آنزیم کیموزین با هیدرولیز نسبی میسل‌های کارژینی، تمایل میسل‌ها را به تجمع افزایش داده و پیوندهای هیدروژنی بین قسمت‌های مختلف میسل‌ها پدید می‌آید و شبکه ژل پروتئینی شکل می‌گیرد. احتمالاً همین عامل موجب افزایش پیوستگی بستنی می‌شود. با افزایش مقدار آنزیم و نیز مدت زمان اثر آنزیم، میزان پیوستگی، افزایش بیشتری نشان می‌دهد که مربوط به پیشرفت هیدرولیز است. به نظر می‌رسد با پیشرفت هیدرولیز کارژین‌ها، سرعت ذوب افزایش یافته و پیوستگی چنین نمونه‌هایی نسبت به تیمار اول (با سرعت ذوب پایین) بیشتر نمود پیدا می‌کند. چون پیوستگی اجزای بستنی بعد از خروج محصول از سردخانه (با افزایش دما) افزایش نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن سایر خصوصیات بافتی، توصیه می‌شود برای افزایش پیوستگی اجزای بستنی، از سطح اول آنزیمی (۰/۷۵) در مدت زمان ۱۵ دقیقه استفاده گردد (شکل ۳).

نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های حاصل از ارزیابی لغزندگی بستنی، وجود اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بین تیمارهای آزمایشی نشان داد. نتیجه حاصل از مقایسات میانگین نشان می‌دهد که در بین سطوح فاکتور آنزیم، سطح دوم (۰/۹۵) نسبت به سطح اول (۰/۷۵)، لغزندگی بستنی را بیشتر افزایش داده است. همچنین بین سطوح فاکتور زمان، سطح دوم (۳۰ دقیقه) نسبت به سطح اول (۱۵ دقیقه) میزان لغزندگی را بیشتر افزایش می‌دهد (جدول ۱).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که افزودن  $0.75 \text{ IMCU/kg}$  کیموزین در مدت زمان اثر ۱۵ دقیقه بهترین بافت را در بستنی کم‌چرب ایجاد کرده و عیوب ناشی از کاهش چربی را برطرف می‌سازد بدون اینکه طعم نامطلوبی در بستنی ایجاد کند. در برخی موارد خصوصیات بستنی کم‌چرب تیمار شده با آنزیم، بهتر از بستنی پرچرب خواهد بود.

### سپاسگزاری

از گروه تحقیق و توسعه لبنیات پاستوریزه پاک و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی به خاطر فراهم ساختن امکانات این تحقیق قدردانی می‌شود. همچنین از آقای مهندس احمد یاری خسروشاهی و آقای مهندس دربان آستانه به خاطر مساعدت در تجزیه و تحلیل داده‌ها سپاسگزاری و تقدیر می‌گردد.



شکل ۴- مقایسه میزان لغزندگی بستنی‌های تیمار شده با آنزیم و شاهد‌های کم‌چرب و پرچرب (آزمایش‌های حسی). (LSD=0.20)

### REFERENCES

- Adapta, S., H. Dingeldein, K. A. Schmidt, & T. J. Herald. 2000. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *J. Dairy Sci.*, 83: 2224.
- Aime, D. B., S. D. Arntfield, L. J. Malcolmson, & D. Ryland. 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*. 34: 237-246.
- Asher, Y.J., M. A. Molard, S. Jordan, T. J. Murice, & K. B. Caldwell. 1993. Process for producing low or non-fat ice cream. *United States Patent*. 5215777.
- Bear, R.J., M. D. Wolkaw, & K. M. Kasperson. 1997. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream. *J. Dairy Sci.*, 80: 3123.
- Bear, R.T., N. Krishnaswamy, & K. M. Kasperson. 1999. Effect of emulsifiers and food gum on non-fat ice cream. *J. Dairy Sci.*, 82: 1416.
- Chang, J.L., R. T. Marshal, & H. Heymann. 1995. Casein micelles partially hydrolyzed by chymosin to modify the texture of low-fat ice cream. *J. Dairy Sci.*, 78: 2617-2623.
- Dalgleish, D. G. 1983. Coagulation of renneted bovine casein micelles: dependence on temperature, calcium ion concentration and ionic strength. *J. Dairy Res.* 50: 331.
- Dorp, M.V. 1996. Carbohydrates as fat replacers in ice cream. *Confectionery production*, 62(9): 12-13.
- Fox, P.F. 1969. Milk-clotting and proteolytic activities of rennet and of bovine pepsin and porcine pepsin. *J. Dairy Res.* 36:427.
- Fox, P.F. 1987. The enzymatic coagulation of milk. *In the cheese: chemistry, physics and microbiology*. Vol: 1. D. G. Dalgleish, ed. Appl. Sci. Publ. Ltd. London. England.
- Gaonkar, A.G. 1995. Ingredient interactions: *Effects on food quality*. Marcel Dekker, New York.
- Goff, H.D. & W. K. Jordan. 1989. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. *J. Dairy Sci.*, 72(1):18.
- Goff, H.D., V. J. Davidson, & E. Cappl. 1994. Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperature. *J. Dairy Sci.*, 77:2207.

14. Goff, H.D. 1997. How important is fat in ice cream? *Canadian Dairy*: 76(3): 22-23.
15. Goff, H.D., E. Verespei, & A. K. Smith. 1999. A Study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy J.* 9: 817.
16. Goff, H.D. 2000. Controlling ice cream structure by examining fat-protein interactions. *The Australian J. Dairy Tech.* 55: 78.
17. Pelan, B.M.C., K. M. Watts, I. J. Campbell, & A. Lips. 1997. The stability of aerated milk protein emulsions in the presence of small molecule surfactants. *J. Dairy Sci.*, 80: 2631.
18. Tancibok, K.U. & B. C. Sekula. 1997. Reduced calorie ice cream-type frozen desserts and butter fat mimetics therefore. *USP*. 5645881.