



## بررسی کاربرد صمغ های دانه ریحان و گوار به عنوان جایگزین چربی در بستنی وانیلی

فاطمه جاویدی\*<sup>1</sup>، سید محمد علی رضوی<sup>2</sup> و مصطفی مظاهری تهرانی<sup>3</sup>

<sup>1</sup>دانشگاه فردوسی مشهد، fatimajavidi@yahoo.com

<sup>2</sup>دانشگاه فردوسی مشهد، s.razavi@yahoo.com

<sup>3</sup>دانشگاه فردوسی مشهد، mmtehrani@um.ac.ir

در این تحقیق، ویژگی های رئولوژیکی، خصوصیات بافتی دستگاهی، سرعت ذوب و خصوصیات حسی بستنی نیم چرب (5٪ چربی) در مقایسه با نمونه شاهد (10٪ چربی) مورد بررسی قرار گرفت. از غلظت های مختلف (0/35، 0/45، 0/5 و 0/55٪) صمغ های گوار، دانه ریحان و مخلوط 50:50 آن ها به عنوان جایگزین چربی استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که همه نمونه ها رفتار شل شونده با برش و تیکسوتروپی دارند. با کاهش چربی، مقدار ضریب شکست ساختاری کاهش یافت، در حالی که افزایش غلظت صمغ با افزایش وابستگی به زمان همراه بود. در برخی از ویژگی های رئولوژیکی نمونه های آمیخته به ویژه نوع پرچرب، هم افزایی دیده شد. مقدار خصوصیات بافتی با کاهش چربی و افزایش صمغ، بیشتر شد، اما سرعت ذوب با کاهش چربی و افزودن صمغ به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی، بیانگر قابلیت بالای صمغ های مورد استفاده برای شبیه سازی برخی خصوصیات نمونه پرچرب بود.

### کلمات کلیدی: بافت، بستنی، جایگزین چربی، خصوصیات حسی، رئولوژی

#### 1- مقدمه

بومی (صمغ دانه ریحان) و مخلوط آنها به عنوان جایگزین های چربی بر خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و حسی بستنی نیم چرب بوده است.

#### 2- مواد و روش ها

##### 2-1- تهیه نمونه های بستنی

شیر استریلیزه و هموژنیزه (1/5 درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی میهن، خامه استریلیزه و هموژنیزه (25 درصد چربی) از شرکت صنایع لبنی پگاه خراسان، امولسیفایر E471 از شرکت بلدم (Beldem company, Belgium)، صمغ گوار از شرکت رودیا (Rhodia company, Germany) و شیر خشک بدون چربی از شرکت زرین شاد اصفهان و شکر و وانیل از فروشگاه های لوازم قنادی خریداری شد. صمغ دانه ریحان در شرایط دمای 68°C، pH=8 و نسبت آب به دانه، 1:65 استخراج گردید [5]. فرمولاسیون بستنی شاهد (C) شامل 10 درصد چربی، 15 درصد شکر، 11 درصد ماده جامد بدون چربی شیر، 0/35 درصد پایدارکننده، 0/1 درصد وانیل و 0/15 درصد امولسیفایر بود. اما در نمونه نیم چرب (L) از چربی به میزان 50 درصد کاسته و سطوح مختلف (0/35، 0/45، 0/5 و 0/55 درصد) صمغ های گوار (G)، دانه ریحان (B) و مخلوط 50:50 آن ها (M) استفاده شد. پس از حرارت دادن مواد مایع شامل شیر و خامه تا حداکثر 50°C، مخلوط مواد جامد شامل شکر، شیرخشک بدون چربی، امولسیفایر و صمغ به آن اضافه و پس از مخلوط شدن توسط همزن چربی، امولسیفایر (Sunny, Model SM-65, Germany)، در دمای 80°C به مدت 25

وجود ارتباط بین مصرف زیاد چربی با بیماری هایی مانند دیابت، سرطان و بیماری های قلبی، تقاضای روزافزون افراد جامعه را در مصرف فرآورده های غذایی کم چرب در پی داشته است، اما با توجه به نقش چندگانه چربی، حذف یا کاهش آن اثرات عمده ای بر ویژگی های مختلف بستنی می گذارد. بنابراین لازم است از ترکیباتی به عنوان جایگزین چربی استفاده گردد [1]. در این رابطه می توان به ترکیبات هیدروکلوئیدی مانند صمغ ها اشاره کرد. صمغ گوار به سهولت جذب آب می کند، حتی در مقادیر کم، قادر به افزایش زیاد ویسکوزیته می باشد. در برابر انجماد - خروج از انجماد مقاوم بوده و پایدارکننده ای است که با کاهش سرعت رشد کریستال های یخ، به حفظ بافت نرم بستنی کمک می کند [2]. صمغ دانه ریحان به دلیل وجود خصوصیات از جمله سودوپلاستیسیته بالا، قابلیت حل شدن در آب سرد، وجود تنش تسلیم، ویسکوزیته سرعت برشی صفر بالا، پایداری حرارتی، مقاومت به انجماد - خروج از انجماد، رفتار شبه ژل و خاصیت امولسیفایری، قابلیت کاربرد به عنوان پایدارکننده در بستنی را دارد [3]. همچنین با توجه به افزایش ویسکوزیته سرعت برشی صفر محلول های صمغ دانه ریحان - گوار نسبت به محلول صمغ گوار، کاربرد مخلوط دو صمغ در برخی از فرمولاسیون های غذایی تأیید شده است [4]. هدف از این تحقیق مطالعه تاثیر کاربرد صمغ تجاری (گوار)، صمغ



### 3- نتایج و بحث

#### 3-1- خواص رئولوژیکی وابسته به زمان

جدول 1 داده های مربوط به رفتار وابسته به زمان نمونه ها را نشان می دهد. وجود مقدار منفی برای B بیانگر رفتار تیکسوتروپیک در همه نمونه ها است. با کاهش چربی، ضریب شکست ساختاری مدل ولتمن کاهش یافت، در حالی که افزودن صمغ اثر معکوسی را در میزان تیکسوتروپی به دنبال داشت. نتیجه اخیر در تحقیق دیگری نیز مشاهده شد [6].

جدول 1: پارامترهای رئولوژیکی مدل ولتمن بستنی نیم چرب درمقایسه با نمونه های شاهد

کد نمونه	A(Pa)	-B(Pa)	R <sup>2</sup>	RMSE
CG	64/40 <sup>bc</sup>	1/13 <sup>bc</sup>	0/96	0/16
L0.35G	39/54 <sup>d</sup>	0/64 <sup>c</sup>	0/93	0/05
L0.45G	54/56 <sup>c</sup>	1/11 <sup>bc</sup>	0/97	0/10
L0.5G	70/99 <sup>b</sup>	2/08 <sup>ab</sup>	0/91	0/39
L0.55G	88/04 <sup>a</sup>	3/03 <sup>a</sup>	0/94	2/02
CB	74/08 <sup>b</sup>	4/76 <sup>b</sup>	0/98	0/33
L0.35B	42/54 <sup>c</sup>	2/96 <sup>c</sup>	0/99	0/18
L0.45B	71/16 <sup>b</sup>	5/05 <sup>b</sup>	0/99	0/67
L0.5B	99/27 <sup>a</sup>	7/05 <sup>a</sup>	0/99	1/46
L0.55B	104/03 <sup>a</sup>	7/58 <sup>a</sup>	0/99	1/01
CM	76/92 <sup>a</sup>	3/17 <sup>bc</sup>	0/97	0/44
L0.35M	33/98 <sup>b</sup>	0/88 <sup>d</sup>	0/98	0/05
L0.45M	66/27 <sup>a</sup>	2/38 <sup>c</sup>	0/99	0/30
L0.5M	72/84 <sup>a</sup>	3/90 <sup>b</sup>	0/98	0/75
L0.55M	75/25 <sup>a</sup>	4/97 <sup>a</sup>	0/91	0/64

حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار می باشد (P>0/05).

کاهش معنادار مقادیر تنش برشی اولیه با کاهش چربی دیده شد، اما کاربرد صمغ به عنوان جایگزین چربی، در جهت جبران اثر کاهش چربی عمل کرد و سبب افزایش این خصوصیات گردید.

#### 3-2- رفتار جریان مستقل از زمان

شاخص رفتار جریان همه نمونه ها کمتر از یک می باشد (جدول 2) که نشاندهنده رفتار غیرتیوتنی شل شونده با برش می باشد. کاهش چربی و یا افزودن جایگزین چربی، تغییری در خاصیت سودوپلاستیک بستنی به وجود نیاورد. احتمالاً به دلیل توزیع نامنظم مولکولی، وجود مولکول های بزرگ در درجه برش های پایین و سپس همسو شدن آن ها با جریان و نیز کوچک شدن برخی مولکول ها در اثر از بین رفتن باندهای شبکه مولکولی و در نتیجه کاهش مقاومت درونی ناشی از افزایش درجه برش چنین رفتاری دیده شد [7 و 8]. صمغ ها خود دارای خاصیت شل شوندگی هستند، لذا با افزایش غلظت صمغ ها، انحراف بیشتری از حالت نیوتنی در رفتار جریان آمیخته ها مشاهده شد. جدول 2 نشان می دهد با افزایش درصد صمغ، به دلیل افزایش تعداد مولکول های با وزن مولکولی بالا در فاز مایع و در نتیجه افزایش مقاومت در برابر جریان، مقدار ضریب قوام نمونه ها افزایش یافت [7، 9 و 10].

ثانیه پاستوریزه و توسط هموژنایزر (UltraTurrax T25D IKA, Germany) به مدت 2 دقیقه در دور 23000 هموزن گردید. مرحله رسیدن نمونه های آمیخته بستنی به مدت 12 ساعت در یخچال (دمای 5 درجه سانتی گراد) انجام شد و در پایان این مرحله، عصاره وایتل اضافه شد. در مرحله انجماد از دستگاه بستنی ساز غیر مداوم (Model IC 100, Feller Technologic GmbH, Germany) به مدت 30 دقیقه استفاده شد. در انتها نمونه ها به مدت 24 ساعت در فریزر C ° 18- قرار گرفته تا سخت شوند.

#### 2-2- آزمایشات

خواص رئولوژیکی وابستگی به زمان و رفتار جریان مستقل از زمان آمیخته ها با استفاده از ویسکومتر چرخشی بوهلین (Bohlin Model Visco 88, Bohlin instruments, UK) مجهز به سیرکولاتور حرارتی (Julabo, Bohlin instruments, UK) در دمای 5°C و به ترتیب در درجه برش 150 s<sup>-1</sup> و 14-600 s<sup>-1</sup> ارزیابی شد. از دستگاه آنالیز مکانیکی بافت (Texture Analyzer, CNS Farnell Com, UK) با پروبی به قطر 6 mm میلی متر و با سرعت 2 mm/s برای نفوذ به عمق 15 mm نمونه های بستنی سخت مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین سرعت ذوب بستنی، وزن مقدار بستنی سخت ذوب شده از نمونه های 30 گرمی قرار گرفته روی توری فلزی در دمای محیط هر 5 دقیقه ثبت گردید و با ترسیم نمودار مقادیر به دست آمده در برابر زمان های مربوطه، شیب نمودار (g/min) به عنوان سرعت ذوب نمونه ها ثبت گردید. ارزیابی صفات حسی نیز توسط 7 نفر داور آموزش دیده انجام شد.

#### 2-3- مدلسازی رئولوژیکی

برای توصیف وابستگی به زمان نمونه ها از مدل ولتمن استفاده شد:

$$\tau = A + B \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

در معادله (1)؛ A و B به ترتیب تنش برشی اولیه (Pa) و بزرگی تیکسوتروپی (Pa) را نشان می دهند. برای مطالعه رفتار جریان مستقل از زمان نمونه ها، از مدل های قانون توان (معادله 3) و کاسون (معادله 4) استفاده شد:

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n \quad (2)$$

$$\sqrt{\tau} = k_{0c} + k_c \sqrt{\dot{\gamma}} \quad (3)$$

در معادله (3)؛  $\tau$ ،  $\gamma^\circ$ ، K و n به ترتیب تنش برشی (Pa)، سرعت برشی (s<sup>-1</sup>)، ضریب قوام (Pa.s<sup>n</sup>) و شاخص رفتار جریان (بدون واحد) می باشند. در معادله (4)،  $\sqrt{k_{0c}}$ ، عرض از مبدأ نمودار  $t^{0.5} - (\gamma^\circ)^{0.5}$  و  $k_c$  شیب نمودار است.  $(k_{0c})^2 = \tau_{0c} = \mu_c (k_c)^2$  که به ترتیب عبارتند از ویسکوزیته کاسون (Pa.s) و تنش تسلیم کاسون (Pa).

#### 2-4- تجزیه و تحلیل آماری

داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC نسخه 1/42 بر پایه طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در معرض آنالیز واریانس قرار گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح آماری 95 درصد (P<0/05) و برای مدل سازی داده های رئولوژیکی از نرم افزار Slide Write نسخه 7 استفاده و ضرایب تبیین و میانگین مجذورات خطا (R<sup>2</sup> و RMSE) تعیین شد.



بالکی آمیخته بستنی همراه بود [11]. دلیل افزایش تنش تسلیم و ویسکوزیته کاسون نمونه ها در اثر افزایش غلظت صمغ را می توان افزایش اتصالات بین مولکولی و تغییرات ساختمانی ناشی از جذب آب بیشتر دانست.

### 3-3- بررسی برهم کنش صمغ ها در حالت مخلوط

هم افزایی صمغ دانه ریحان به عنوان یک منبع بومی و توانایی آن برای جانشینی انواع جایگزین های تجاری سبب بهبود کیفیت، کاهش قیمت و تولید فرآورده های جدید مانند انواع کم چرب می گردد. هم افزایی صمغ ها از تجمع یا عدم تجمع آن ها ناشی می گردد [12 و 13]. با توجه به جدول 4، در تمامی خصوصیات رئولوژیکی نمونه پرچرب هم افزایی دیده شد، اما با کاهش چربی، برهم کنش منفی در برخی خصوصیات دیده شد، بنابراین می توان به تأثیر احتمالی حضور چربی در سیستم، جهت ایجاد شرایطی که منجر به هم افزایی مخلوط صمغ ها می گردد، اشاره کرد.

جدول 4: برهم کنش صمغ های گوار و دانه ریحان در حالت مخلوط 50:50

پارامتر رئولوژیکی					
B(Pa)	A (Pa)	$\mu_c$ (Pa.s)	$\tau_{0c}$ (Pa)	K (Pa.s <sup>n</sup> )	کد نمونه
+7/10	+9/94	+15/88	+12/55	+10/90	CM
-51/11	-17/20	+10/80	+8/81	+6/07	L0.35M
-22/72	+5/14	+5/29	-5/60	+4/16	L0.45M
-14/57	-14/43	+5/90	+0/52	-0/24	L0. 5M
-6/31	-21/64	+2/20	-12/17	+16/10	L0.55M

### 3-4- خصوصیات بافتی

سفتی بستنی به عنوان مقاومت آن به تغییر شکل در برابر نیروی خارجی مطرح می باشد. با کاهش چربی و به عبارتی افزایش مقدار آب فرمولاسیون، حجم فاز یخی و اندازه کریستال های یخ افزایش یافت و مقادیر بیشتری برای سفتی به دست آمد (جدول 5). از طرفی کاربرد صمغ و افزایش مقدار آن، علیرغم کاهش آب در دسترس انجماد، به دلیل افزایش ویسکوزیته باعث سفت تر شدن بستنی گردید [14]. برای تأثیر متغیرهای مورد بررسی بر چسبندگی، روندی مشابه با ویژگی سفتی مشاهده شد که با نتایج محققان دیگر مطابقت داشت [15 و 16]. به طور کلی اثر مخلوط صمغ ها بر سفتی بزرگ تر از کاربرد هریک از آن ها در حالت منفرد بود. دلیل این مشاهده را می توان به هم افزایی مشاهده شده در پارامترهای ویسکوزیته کاسون و ضریب قوام نمونه ها مرتبط دانست.

### 3-5- سرعت ذوب

فاکتورهای زیادی مانند اجزاء فرمولاسیون، ضریب قوام، حجم فاز یخی، حجم و نوع گلوله های چربی بر سرعت ذوب بستنی مؤثرند. با توجه به بالاتر بودن هدایت حرارتی آب نسبت به چربی، کاهش چربی سبب تسریع ذوب نمونه ها شد. در حالی که افزودن صمغ به دلیل افزایش ویسکوزیته سیستم افزایش مقاومت به ذوب نمونه ها را در پی داشت (جدول 5). نتایج مشابهی در رابطه با اثر چربی و جایگزین چربی گزارش شده است [16 و 17].

### 3-6- خصوصیات حسی

جدول 3، پارامترهای مدل کاسون را نشان می دهد. با کاهش چربی، ویسکوزیته کاسون کاهش یافت. اما افزایش ویسکوزیته کاسون در پی افزایش غلظت صمغ مشاهده شد [10]. ارتباطی مستقیم در تنش تسلیم اغلب نمونه های حاوی مقادیر مختلف چربی و درصد یکسان صمغ وجود داشت و با افزایش مقدار صمغ، تنش تسلیم افزایش یافت.

جدول 2: پارامترهای رئولوژیکی مدل قانون توان بستنی نیم چرب درمقایسه با نمونه شاهد

کد نمونه	n(-)	K(Pa.s <sup>n</sup> )	R <sup>2</sup>	RMSE
CG	0/554 <sup>a</sup>	3/274 <sup>c</sup>	0/99	1/41
L0.35G	0/537 <sup>a</sup>	2/087 <sup>d</sup>	0/99	0/49
L0.45G	0/462 <sup>b</sup>	4/630 <sup>b</sup>	0/99	0/40
L0. 5G	0/449 <sup>b</sup>	5/438 <sup>b</sup>	0/99	0/61
L0.55G	0/419 <sup>c</sup>	7/818 <sup>a</sup>	0/99	0/67
CB	0/613 <sup>a</sup>	1/644 <sup>b</sup>	0/99	0/67
L0.35B	0/618 <sup>a</sup>	0/852 <sup>c</sup>	0/99	0/56
L0.45B	0/574 <sup>b</sup>	1/492 <sup>bv</sup>	0/99	0/67
L0. 5B	0/521 <sup>c</sup>	2/762 <sup>a</sup>	0/99	0/64
L0.55B	0/520 <sup>c</sup>	3/025 <sup>a</sup>	0/99	0/98
CM	0/604 <sup>a</sup>	2/760 <sup>cd</sup>	0/99	0/58
L0.35M	0/585 <sup>a</sup>	1/565 <sup>d</sup>	0/99	0/71
L0.45M	0/523 <sup>b</sup>	3/194 <sup>bc</sup>	0/99	0/54
L0. 5M	0/497 <sup>bc</sup>	4/095 <sup>ab</sup>	0/99	0/59
L0.55M	0/484 <sup>c</sup>	4/462 <sup>a</sup>	0/99	0/97

حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار می باشد ( $P>0/05$ ).

جدول 3: پارامترهای رئولوژیکی مدل کاسون بستنی نیم چرب درمقایسه با نمونه شاهد

کد نمونه	$\mu_c$ (Pa.s)	$\tau_{0c}$ (Pa)	R <sup>2</sup>	RMSE
CG	0/317 <sup>a</sup>	9/895 <sup>c</sup>	0/99	2/02
L0.35G	0/235 <sup>d</sup>	6/213 <sup>d</sup>	0/99	1/50
L0.45G	0/251 <sup>c</sup>	12/505 <sup>bc</sup>	0/98	2/18
L0. 5G	0/257 <sup>bc</sup>	14/437 <sup>b</sup>	0/99	2/23
L0.55G	0/268 <sup>b</sup>	19/795 <sup>a</sup>	0/98	2/82
CB	0/287 <sup>a</sup>	5/153 <sup>b</sup>	0/99	1/31
L0.35B	0/211 <sup>c</sup>	2/712 <sup>c</sup>	0/99	0/43
L0.45B	0/232 <sup>bc</sup>	4/598 <sup>bc</sup>	0/99	0/86
L0. 5B	0/253 <sup>ab</sup>	8/038 <sup>a</sup>	0/98	2/19
L0.55B	0/266 <sup>ab</sup>	8/869 <sup>a</sup>	0/99	1/88
CM	0/359 <sup>a</sup>	8/605 <sup>b</sup>	0/99	2/46
L0.35M	0/250 <sup>b</sup>	4/891 <sup>c</sup>	0/99	0/81
L0.45M	0/255 <sup>b</sup>	8/071 <sup>bc</sup>	0/99	1/56
L0. 5M	0/271 <sup>b</sup>	11/299 <sup>ab</sup>	0/99	2/03
L0.55M	0/273 <sup>b</sup>	12/509	0/99	1/79

حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار می باشد ( $P>0/05$ ).

همچنین در مطالعه ای، افزایش مقدار صمغ های گوار، گزانتان و کربوکسی متیل سلولز از 0/1 به 0/2 درصد با افزایش چشمگیری در مقدار تنش تسلیم هرشل



افزایش یافت، اما افزودن صمغ در نقش جایگزین چربی، در جهت جبران این اثرات عمل کرد. با توجه به سطح چربی و درصد صمغ نمونه های دارای مخلوط دو صمغ، در برخی خصوصیات رئولوژیکی هم افزایی دیده شد، اگرچه کاهش چربی و استفاده از جایگزین چربی، هر دو سبب افزایش سفتی و چسبندگی دستگاهی شدند اما در غلظت های کم صمغ، اختلاف معنادار نبود. همچنین با توجه به نتایج ارزیابی حسی در راستای قابلیت شبیه سازی خصوصیات سردی، زبری، خامه ای بودن و سرعت ذوب توسط صمغ های گوار، دانه ریحان و مخلوط 50:50 آنها، می توان به پتانسیل این ترکیبات هیدروکلوئیدی به عنوان جایگزین چربی در بستنی و صرفه اقتصادی ناشی از هم افزایی مشاهده شده در خصوصیات رئولوژیکی نمونه پرچرب حاوی مخلوط دو صمغ اشاره کرد.

جدول 6: خصوصیات حسی نمونه های بستنی نیم چرب در مقایسه با نمونه شاهد

خصوصیات حسی							
کد نمونه	عطر و طعم وانیلی	طعم شیری	سردی	سفتی	زبری	خامه ای بودن	سرعت ذوب
L0.35G	52 <sup>ab</sup>	57 <sup>ab</sup>	65 <sup>a</sup>	51 <sup>bc</sup>	51 <sup>a</sup>	42 <sup>c</sup>	65 <sup>a</sup>
L0.45G	51 <sup>ab</sup>	49 <sup>b</sup>	55 <sup>ab</sup>	39 <sup>c</sup>	58 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>
L0.5G	48 <sup>b</sup>	60 <sup>ab</sup>	42 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	30 <sup>bc</sup>	75 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>
L0.55G	50 <sup>ab</sup>	54 <sup>b</sup>	50 <sup>ab</sup>	73 <sup>a</sup>	25 <sup>c</sup>	73 <sup>a</sup>	49 <sup>b</sup>
CB	65 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	45 <sup>b</sup>	48 <sup>c</sup>	27 <sup>c</sup>	53 <sup>b</sup>	37 <sup>c</sup>
L0.35B	40 <sup>b</sup>	63 <sup>ab</sup>	69 <sup>a</sup>	50 <sup>c</sup>	50 <sup>a</sup>	35 <sup>c</sup>	55 <sup>a</sup>
L0.45B	46 <sup>b</sup>	53 <sup>bc</sup>	48 <sup>b</sup>	59 <sup>bc</sup>	40 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	41 <sup>bc</sup>
L0.5B	51 <sup>ab</sup>	44 <sup>c</sup>	50 <sup>b</sup>	70 <sup>ab</sup>	27 <sup>c</sup>	63 <sup>b</sup>	49 <sup>ab</sup>
L0.55B	40 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	32 <sup>c</sup>	79 <sup>a</sup>	30 <sup>bc</sup>	82 <sup>a</sup>	28 <sup>d</sup>
CM	65 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>	37 <sup>c</sup>	39 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>
L0.35M	44 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	61 <sup>a</sup>	41 <sup>c</sup>	58 <sup>a</sup>	37 <sup>c</sup>	60 <sup>a</sup>
L0.45M	37 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	50 <sup>ab</sup>	55 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>	52 <sup>a</sup>
L0.5M	43 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	50 <sup>ab</sup>	71 <sup>a</sup>	37 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>
L0.55M	45 <sup>b</sup>	57 <sup>b</sup>	36 <sup>b</sup>	76 <sup>a</sup>	27 <sup>c</sup>	70 <sup>a</sup>	35 <sup>b</sup>

حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار می باشد (P>0/05).

### مراجع

- [1] Drake, M. A., Truong, V. D., & Daubert, C. R. 1999. Rheological and sensory properties of reduced-fat processed cheeses containing lecithin. *Journal of Food Science*, 64: 744-747.
- [2] Roller, S., Jones, S. 1996. *Handbook of fat replacers*. CRC Press. New York.
- [3] BahramParvar M, MazaheriTehrani M, Razavi SMA (2013) Effects of a novel stabilizer blend in combination with κ-carrageenan on some properties of vanilla ice cream during storage. *Food BioScience*, 3, 10-18.
- [4] Hosseini-Parvar SH, Matia-Merino L, Goh KKT, Razavi SMA, Mortazavi SA (2010) Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering* 101:236-243
- [5] Razavi S.M.A., Mortazavi S.A., Matia-Merino L., Hosseini-Parvar S.H., and Khanipour E. 2009. Optimization study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum*.L) using Response Surface Methodology, *International Journal of Food Science and Technology*, 44 : 1755-1762.
- [6] Koocheki A, Razavi SMA (2009) Effect of concentration and temperature on flow properties of *Alyssum homolocarpum* seed gum solutions: assessment of time dependency and thixotropy. *Food Biophysics* 4:353-364

چون چربی شیر یکی از اجزاء مؤثر بر درک خصوصیات حسی بستنی مانند خامه ای بودن، احساس دهانی، بافت، سرعت ذوب و طعم می باشد، با کاهش چربی، داوران چشایی امتیازات کمتری را به عطر و طعم وانیلی و طعم شیری اختصاص دادند (جدول 6). دلیل این مشاهدات را می توان به ترتیب قابلیت انحلال وانیلین توسط چربی و وجود ماده معطر در چربی شیر دانست. از طرفی به دلیل افزایش آب در دسترس انجماد و کریستال های یخ به دنبال کاهش چربی، امتیازات بیشتری به خصوصیات سردی، سفتی، زبری و سرعت ذوب نمونه های بستنی داده شد. همچنین بین مقدار چربی با ویژگی خامه ای بودن ارتباطی مستقیم وجود داشت [18]. نوع و مقدار صمغ تأثیر معناداری بر خصوصیات عطر و طعم وانیلی و طعم شیری نمونه های نیم چرب نگذاشت. اما افزودن مقدار صمغ به بیش از 0/35 درصد سبب بهبود سردی و زبری گردید، به طوری که در این رابطه، اختلاف چشمگیری با نمونه های شاهد مربوطه نداشتند. با توجه به توانایی هیدروکلوئیدها در حفظ آب و افزایش ویسکوزیته، کریستالیزاسیون آب آمیخته و در نهایت سرعت ذوب بستنی با استفاده از صمغ ها کنترل گردید. مشابه با نتایج به دست آمده در بررسی سفتی دستگاهی، افزایش مقدار صمغ به دلیل افزایش ویسکوزیته باعث افزایش سفتی حسی نمونه ها شد. داده ها نشان داد صمغ های مورد بررسی، توانایی شبیه سازی ویژگی خامه ای بودن نمونه های پرچرب را در نوع نیم چرب داشتند.

جدول 5: خصوصیات بافتی و سرعت ذوب نمونه های بستنی نیم چرب در مقایسه با نمونه شاهد

کد نمونه	خصوصیات بافتی	
	سفتی (N)	چسبندگی (N.S)
CG	1/3 <sup>d</sup>	0/94 <sup>ab</sup>
L0.35G	3/9 <sup>c</sup>	1/00 <sup>a</sup>
L0.45G	4/6 <sup>c</sup>	0/95 <sup>ab</sup>
L0.5G	7/2 <sup>b</sup>	0/95 <sup>ab</sup>
L0.55G	18/7 <sup>a</sup>	0/89 <sup>b</sup>
CB	2/7 <sup>c</sup>	0/35 <sup>b</sup>
L0.35B	4/2 <sup>bc</sup>	0/55 <sup>a</sup>
L0.45B	5/4 <sup>b</sup>	0/34 <sup>b</sup>
L0.5B	12/9 <sup>a</sup>	0/10 <sup>c</sup>
L0.55B	14/6 <sup>a</sup>	0/06 <sup>c</sup>
CM	5/0 <sup>c</sup>	0/99 <sup>b</sup>
L0.35M	5/7 <sup>c</sup>	1/10 <sup>a</sup>
L0.45M	8/0 <sup>b</sup>	0/98 <sup>b</sup>
L0.5M	9/4 <sup>b</sup>	0/88 <sup>c</sup>
L0.55M	15/3 <sup>a</sup>	0/79 <sup>d</sup>

حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار می باشد (P>0/05).

### 4- نتیجه گیری

همه نمونه ها دارای رفتار شل شونده با برش و تیکسوتروپیک بودند. با کاهش چربی، مقدار پارامترهای رئولوژیکی کاهش و سرعت ذوب نمونه ها در محیط



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران ۸ لغایت ۹ شهریور ۱۳۹۳، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



- [7] BahramParvar, M., Razavi, S.M.A., & Khodaparast, M.H.H. (2010). Rheological characterization and sensory evaluation of a typical soft ice cream made with selected. *Food Science and Technology International*, 16, 79-88.
- [8] Karaka, O.B., GÜven, M., Yasar, K., Kaya, S., and Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 93-99.
- [9] Razavi, S.M.A., and Karazhiyan, H. 2008. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23: 908-912.
- [10] Emadzadeh, B., Razavi, S.M.A., and Hashemi, M. 2011. Viscous Flow Behavior of Low-Calorie pistachio Butter: A Response Surface Methodology. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2: 37-47.
- [11] Soukoulis, C., Lebesi, D. and Tzia, C. 2008. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115: 665-671.
- [12] Williams, P.A., & Phillips, G.O. (2000). Introduction to food Hydrocolloids. In: *Handbook of hydrocolloids* (edited by G.O. Phillips & P.A. Williams). pp. 1, 15. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- [13] Mohammadi Moghaddam, T., Razavi, S.M.A., & Emadzadeh, B. (2010). Rheological interactions between *Lallemantia royleana* seed extract and selected food hydrocolloids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1083-1088.
- [14] Muse MR, Hartel RW (2004) Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science* 87:1-10
- [15] Aime DB, Arntfield SD, Malcolmson LJ, Ryland D (2001) Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International* 34:237-246
- [16] Akalin AS, Karagözlü C, Ünal G (2008) Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology* 227:889-895
- [17] Roland AM, Phillips LG, Boor KJ (1999) Effects of fat replacers on the sensory properties, color, melting, and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science* 82:2094-2100
- [18] Soukoulis C, Lebesi D, Tzia C (2010) Enrichment of ice cream with dietary fiber: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. *Food Chemistry* 115:665-671