

# بررسی اثر زانتان و کاراجینان بر خصوصیات کف ایزوله پروتئین سویا

لیدا جهانیان<sup>۱</sup>، زهره حمیدی اصفهانی<sup>۲\*</sup> و علی مرتضوی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

## چکیده

پروتئین به عنوان ترکیبی مغذی و کاربردی، نقشی حیاتی در متابولیسم بدن دارد. در رژیم غذایی ورزشکاران یا افرادی که مجبور به کاهش وزن می‌باشند، استفاده از پروتئین زیادتر توصیه می‌شود. پروتئین سویا تمام اسیدهای آمینه ضروری را دارا می‌باشد، اما در استفاده از آن محدودیتهایی وجود دارد. در این پژوهش سعی گردیده است خواص عملکردی پروتئین سویا به وسیله دو صمغ زانتان و کاراجینان بهبود یابد. زانتان در چهار سطح (X) ۰، ۰/۰۴، ۰/۰۹ و ۰/۱۳ درصد و کاراجینان (C) در سطوح ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۷ و ۰/۰۹ درصد استفاده شد و صفات پایداری کف، ویسکوزیته، ضریب حلالیت پروتئین و ظرفیت تولید کف ارزیابی شد. نتایج آماری نشان داد نمونه‌های (X = ۰/۰۴٪، C = ۰/۰۳٪)، (X = ۰/۰۴٪، C = ۰٪)، (X = ۰/۱۳٪، C = ۰/۰۹٪) بیشترین ظرفیت تولید کف بودند، همچنین نمونه (X = ۰/۱۳٪، C = ۰/۰۹٪) بیشترین میزان پایداری کف را از خود نشان داد. بالاترین میزان حلالیت در نمونه‌های (X = ۰/۱۳٪، C = ۰٪)، (X = ۰/۱۳٪، C = ۰/۰۷٪)، (X = ۰/۱۳٪، C = ۰/۰۹٪) و (X = ۰/۰۹٪، C = ۰٪) دیده شد.

**کلید واژگان:** ایزوله پروتئین سویا، زانتان، کاراجینان، پایداری کف، ظرفیت تولید کف

## ۱- مقدمه

در بسیاری از مواد غذایی، پروتئین و پلی‌ساکارید به صورت توأم وجود دارد. در فرمولاسیون مواد غذایی کلوییدی، از پروتئینها به دلیل خواص امولسیون کنندگی و تولید کف و از کربوهیدراتها به عنوان نگهدارنده آب و قوام دهنده استفاده می‌شود. علاوه بر این پروتئینها و کربوهیدراتها در ماده غذایی بافت و ساختار مناسب ایجاد می‌کنند [۱، ۲].

می‌توان از واکنش پروتئین- پلی‌ساکارید برای کنترل حلالیت پروتئین، تشدید ژله‌ای شدن و پایداری امولسیون و کف استفاده کرد [۳]. اضافه کردن پلی‌ساکارید به محلول پروتئین از تجمع زیاد مولکولهای پروتئین به دلیل محدود کردن واکنش پروتئین- پروتئین، یا حفظ گروههای باردار و یا افزایش ویسکوزیته، جلوگیری می‌کند [۴].

کف حاصل از پروتئین، در واقع حبابهای گازی می‌باشد که با لایه نازکی از مایع حاوی پروتئین احاطه می‌شود. برای تشکیل

کف، پروتئین باید قابل حل در آب و انعطاف‌پذیر باشد تا لایه‌ای چسبنده در سطح میانی آب و هوا ایجاد نماید. فیلم تشکیل شده باید قدرت مکانیکی کافی و ویسکوزیته لازم برای جلوگیری از پاره شدن آن را دارا باشد. برای تولید کف پایدار، ایجاد تعادل بین قابلیت انعطاف و چسبندگی بین مولکولها ضروری است [۵]؛ بطور کلی پروتئینها دو نقش عمده در تشکیل کف به عهده دارند [۶]:

الف) پروتئین به عنوان عامل فعال سطحی، کشش سطحی بین مایع و هوا را کاهش می‌دهد.  
ب) پروتئین در اثر ایجاد فیلم چسبنده در سطح میانی، سبب پایداری حباب می‌شود.

خصوصیات کف پروتئین سویا، نسبتاً در ارتباط با میزان حلالیت آن می‌باشد [۷، ۸]؛ مثلاً ظرفیت تولید کف پروتئین سویا، با افزایش میزان پروتئین تا حد ماکزیمم افزایش می‌یابد و سپس کاهش می‌یابد. حد ماکزیمم برای محلول ایزوله پروتئین سویا، ۵ درصد است [۹]. کاهش میزان کف در مقدار پروتئین بالا، به دلیل کاهش حلالیت پروتئین یا حضور مواد نامحلول می‌باشد [۱۰].

\* مسؤول مکاتبات مقاله [Hamidy\\_z@modares.ac.ir](mailto:Hamidy_z@modares.ac.ir)



## ۲- مواد و روشها

## ۲-۱- آماده سازی نمونه

برای آماده سازی نوشیدنی از مقادیر ۰، ۰/۰۴، ۰/۰۹ و ۱/۳٪ زانتان و ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۷ و ۰/۰۹ درصد کاراجینان و ۶/۱ درصد ایزوله پروتئین سویا (SPI<sup>۱</sup>) به اضافه مقادیر ثابت و مشخصی از سایر افزودنیها استفاده شد. پروتئین، زانتان و کاراجینان به وسیله یک همزن کاسه دار مخصوص مواد پودری به طور کامل مخلوط شدند؛ به این ترتیب، پودری همگن و یکنواخت به دست آمد. این پودر در تهیه محلول برای انجام آزمایشها به کار گرفته شد.

## ۲-۲- آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی

۲-۲-۱- پایداری کف (FS)<sup>۲</sup>

پایداری کف سوسپانسیون حاصل از ایزوله پروتئین سویا بر حسب دقیقه در دو زمان ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از آماده سازی نمونه مطابق فرمول زیر محاسبه شد:

$$FS = V_0 \times \Delta t / \Delta V \quad (1-3)$$

$\Delta t$  تغییرات حجم کف پس از گذشت زمان ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه ( $\Delta t$ ) و  $V_0$  حجم کف اولیه (در زمان صفر) می باشد [۱، ۱۲]. برای اندازه گیری FS در نمونه، ابتدا هر نمونه از پودر به نسبت ۱: ۶/۹ (پودر: آب) با همزن AEG به مدت چهل ثانیه در دور متوسط بهم زده شد. مایع حاصل بلافاصله داخل مزور ریخته و حجم کف (در شروع آزمایش) اندازه گیری شد؛ مجدداً بعد از گذشت ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه از شروع آزمایش، حجم کف محاسبه گردید. سپس با استفاده از این اعداد و فرمول ۱-۳، FS محاسبه شد [۱۱، ۱۲].

## ۲-۲-۲- تعیین ویسکوزیته

برای اندازه گیری ویسکوزیته نمونه ها از ویسکوزیتر بروکفیلد<sup>۳</sup> مدل DV-11 استفاده شد و در دمای اتاق، با اسپیندل<sup>۴</sup> شماره ۱ و سرعت ۱۲ rpm انجام شد. برای انجام آزمایش، پودر به نسبت ۱: ۶/۹ (پودر: آب) مخلوط شد. به منظور جلوگیری از ایجاد کف زیاد که موجب خطا در اندازه گیری ویسکوزیته می شود از همزن مغناطیسی استفاده شد [۱۳، ۱۴، ۱۵].

۲-۲-۳- ظرفیت تولید کف (FC)<sup>۵</sup>

ظرفیت تولید کف، حجم کف تولیدی بلافاصله بعد از همزدن محلول به مدت یک دقیقه می باشد. حجم معینی از مایع، با همزن به مدت یک دقیقه همزده می شود. اختلاف حجم، قبل و بعد از همزدن، به صورت درصد به عنوان ظرفیت تولید کف بیان می شود [۱۲].

## ۲-۲-۴- تعیین میزان حلالیت ایزوله پروتئین سویا

برای تعیین حلالیت پروتئین، از اندیس حلالیت نیتروژن<sup>۶</sup> (NS) استفاده می شود. جهت اندازه گیری NS از روش برادفورد<sup>۷</sup> استفاده شد. با استفاده از این روش می توان میزان نیتروژن را در ماده تعیین کرد [۱۶].

برای انجام آزمایش، پودر با آب به مدت نیم ساعت، به وسیله همزن مغناطیسی مخلوط شدند و به این ترتیب، مایعی یکنواخت به دست آمد. نمونه های موجود، به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند ( $4350 \times g$ ). با تعیین نیتروژن در فاز شفاف و در کل نمونه، میزان حلالیت پروتئین تعیین گردید [۱۶]. برای اندازه گیری میزان نیتروژن کل نمونه و نیتروژن فاز شفاف به روش برادفورد، به تهیه محلول استاندارد نیاز می باشد. محلول استاندارد، غلظتهای مختلف و مشخصی از پروتئین استاندارد آلبومین گاوی است که برای تهیه منحنی استاندارد دستگاه اسپکتروفتومتر به کار می رود. با استفاده از میزان جذب محلولهای استاندارد معادله رگرسیونی مناسب به دست آمد که از آن برای تعیین میزان نیتروژن فاز شفاف و کل نمونه استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- اثر زانتان بر ویسکوزیته

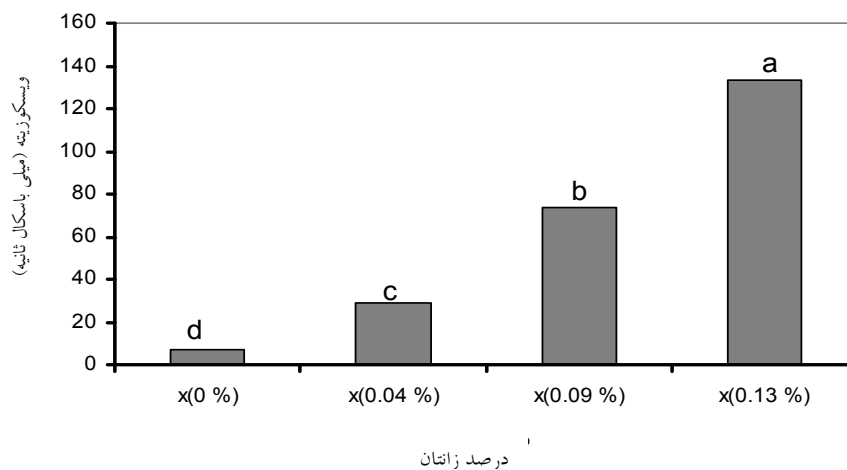
همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، اثر سطوح مختلف زانتان (X) بر ویسکوزیته از لحاظ آماری در تمام سطوح، معنادار می باشد ( $p < 0/01$ ). با افزایش میزان صمغ، ویسکوزیته به علت افزایش جذب آب و تورم این مواد کلوییدی زیاد می شود [۱۷].

## ۳-۲- اثر زانتان بر پایداری کف

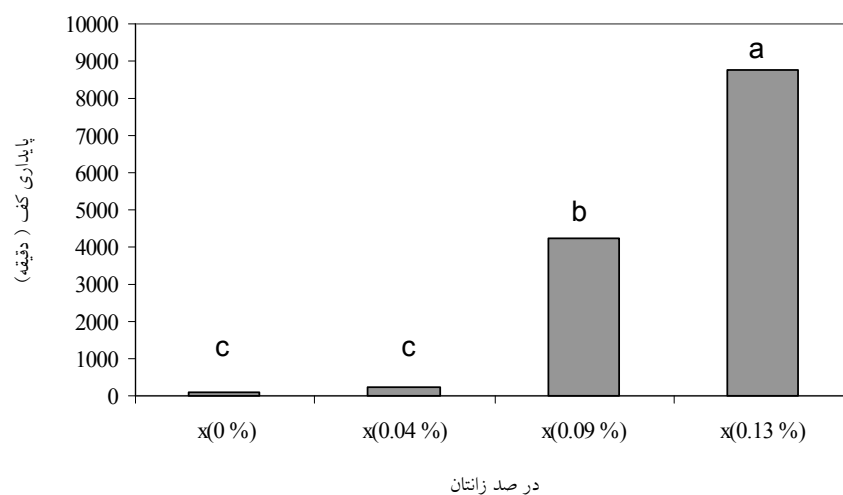
با توجه به شکل های ۲ و ۳ پایداری کف با افزایش میزان صمغ، افزایش پیدا می کند. این اختلاف در بعضی از سطوح زانتان (X)

5. Foam Capacity (FC)  
6. Nitrogen Solubility  
7. Bradford

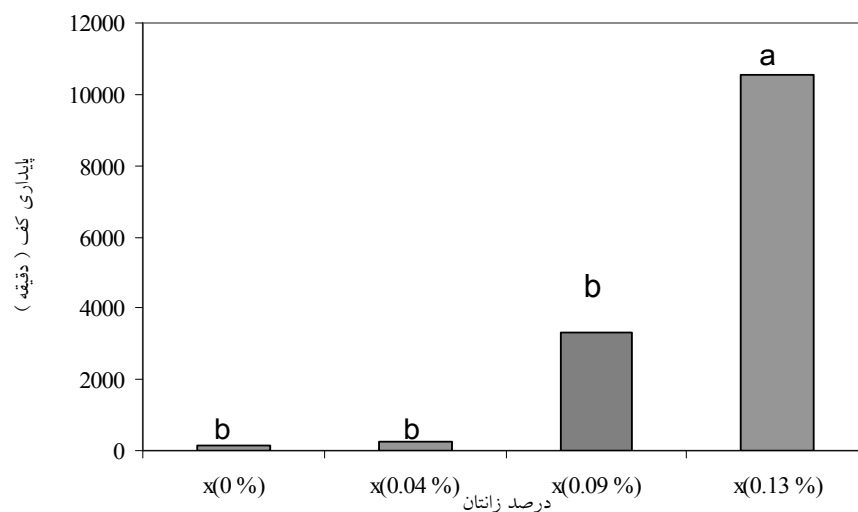
1. Soy Protein Isolate  
2. Foam stability  
3. Brookfield  
4. Spindle



شکل ۱ اثر زانتان بر ویسکوزیته نوشیدنی



شکل ۲ اثر زانتان بر پایداری کف در زمان ۹۰ دقیقه

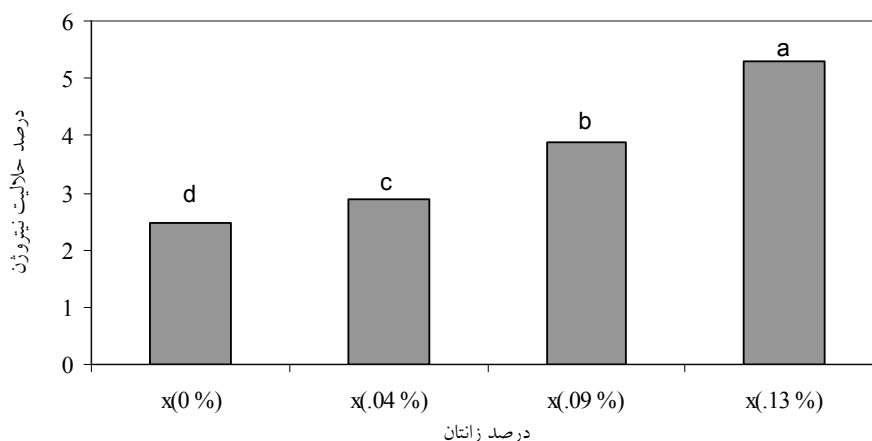


شکل ۳ اثر زانتان بر پایداری کف در زمان ۱۲۰ دقیقه

## ۳-۳- اثر زانتان بر حلالیت پروتئین

از نظر آماری معنادار، ( $p < 0.01$ ) و علت این امر افزایش ویسکوزیته نوشیدنی می باشد [۵].

با توجه به شکل ۴ با افزایش میزان زانتان، NS افزایش پیدا می کند که علت آن متصل شدن هیدروکلوئید به پروتئین و جلوگیری از رسوب پروتئین است [۱۲].

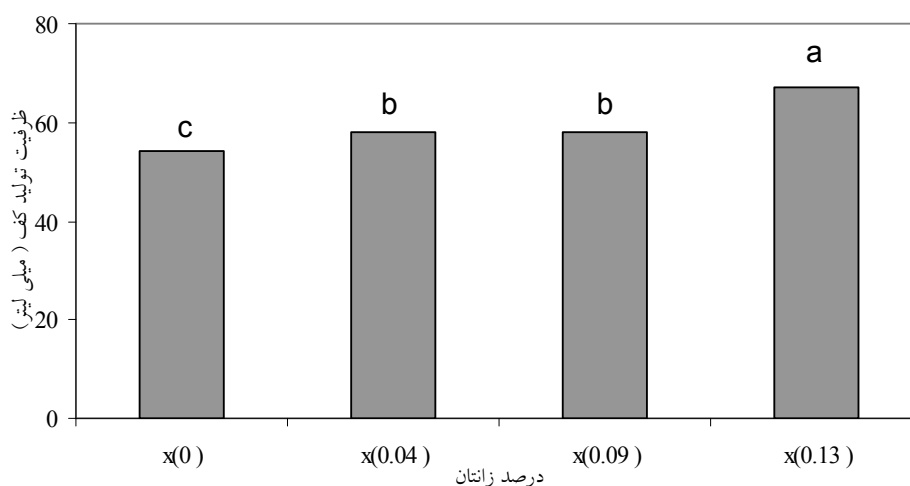


شکل ۴ اثر زانتان بر درصد حلالیت نیتروژن

زانتان، افزایش می یابد؛ علت این امر، افزایش حلالیت پروتئین همراه با افزودن صمغ است. ظرفیت تولید کف، تحت تأثیر مواد نامحلول است، با افزایش میزان مواد نامحلول، ظرفیت تولید کف کم و با افزایش زانتان، ظرفیت تولید کف زیاد می شود [۷، ۸].

## ۳-۴- اثر زانتان بر ظرفیت تولید کف

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود، از لحاظ آماری، اثر سطوح مختلف زانتان (X) بر ظرفیت تولید کف در اکثر سطوح، معنادار می باشد ( $p < 0.01$ ). ظرفیت تولید کف نیز با افزایش میزان



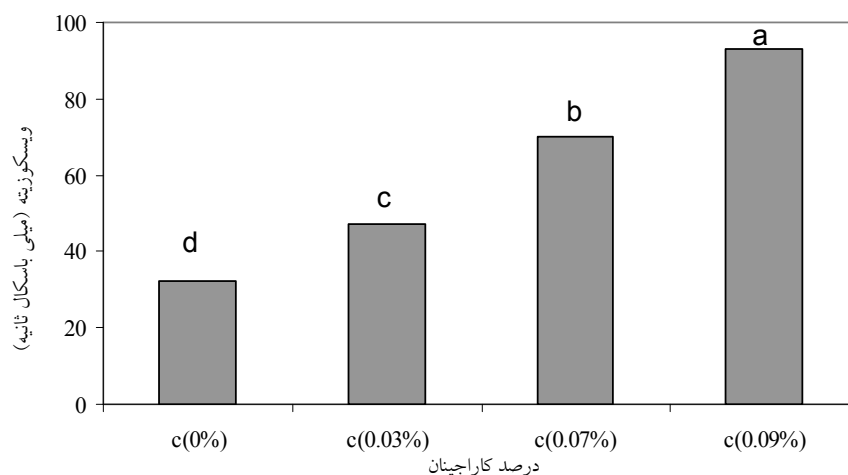
شکل ۵ اثر زانتان بر ظرفیت تولید کف نوشیدنی

کاراجینان (C) تأثیر معناداری بر ویسکوزیته دارد ( $p < 0.01$ ) و ویسکوزیته با افزایش میزان کاراجینان، افزایش می یابد؛ ویسکوزیته به دنبال جذب مایع و در نتیجه تورم

## ۳-۵- اثر کاراجینان بر ویسکوزیته

مطابق شکل ۶ و با توجه به نتایج آنالیز واریانس، سطوح مختلف

کلویدها افزایش یافته و این اثر با افزایش میزان صمغ زیاد می شود [۱۷].

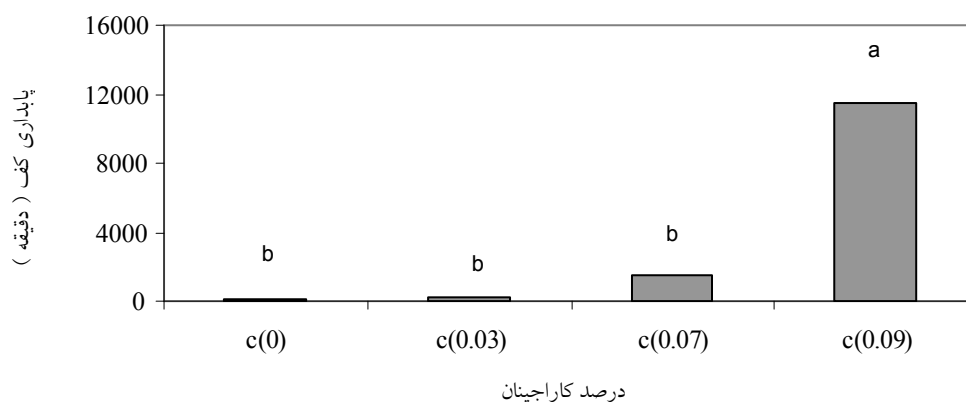


شکل ۶ اثر کاراجینان بر ویسکوزیته نوشیدنی

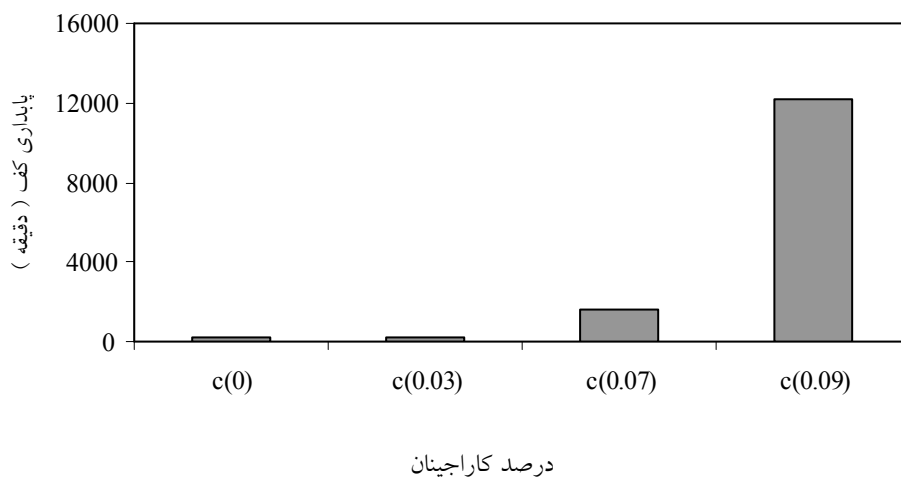
### ۳-۶- اثر کاراجینان بر پایداری کف

با توجه به شکل های ۷ و ۸ پایداری کف با افزایش میزان صمغ، بالا رفته، این اختلاف تنها در سطح چهارم کاراجینان از نظر آماری معنادار ( $p < 0.01$ ) است و علت این امر افزایش

ویسکوزیته نوشیدنی، به دلیل وجود ارتباط مستقیم بین پایداری کف و ویسکوزیته می باشد. افزایش ویسکوزیته از پاره شدن لایه نازک تشکیل دهنده حباب جلوگیری کرده و از طرف دیگر ایجاد فیلم چسبنده به پایداری کف کمک می کند [۵، ۶].



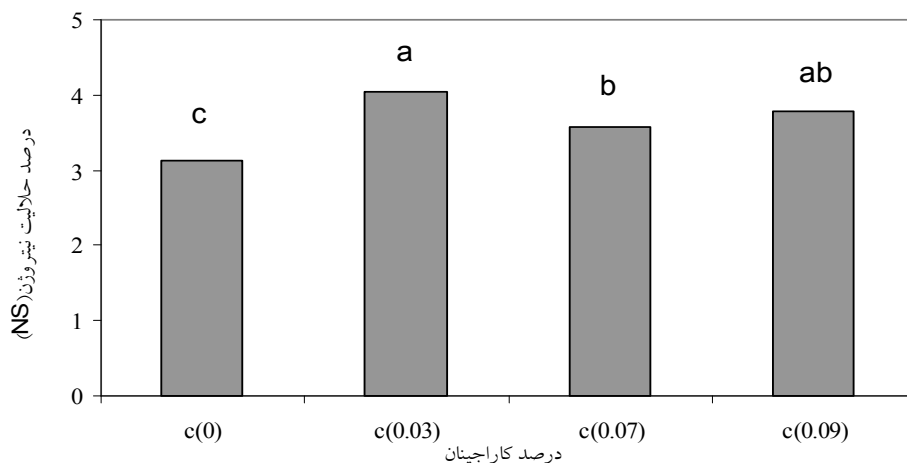
شکل ۷ اثر کاراجینان بر پایداری کف نوشیدنی در زمان ۹۰ دقیقه



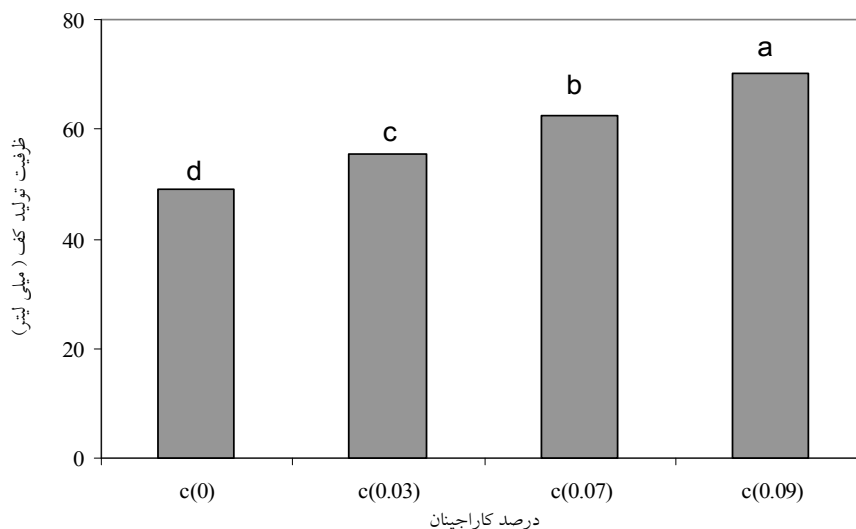
شکل ۸ اثر کاراجینان بر پایداری کف نوشیدنی در زمان ۱۲۰ دقیقه

## ۳-۸- اثر کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

با توجه به شکل ۱۰ ظرفیت تولید کف با افزایش کاراجینان بالا می‌رود که علت آن، افزایش حلالیت پروتئین است. سطوح مختلف کاراجینان در سطح اطمینان درصد دارای اختلاف معناداری می‌باشند [۷، ۸].



شکل ۹ اثر کاراجینان بر درصد حلالیت نیتروزن



شکل ۱۰ اثر کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

## ۳-۹- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته

بررسی اثر متقابل صمغ زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته، نشان می‌دهد در اکثر سطوح صمغ، این اختلاف در سطح اطمینان یک درصد ( $p < 0.01$ ) معنادار است. با توجه به شکل ۱۱ با افزایش هم زمان زانتان و کاراجینان، ویسکوزیته به مقدار زیادی افزایش

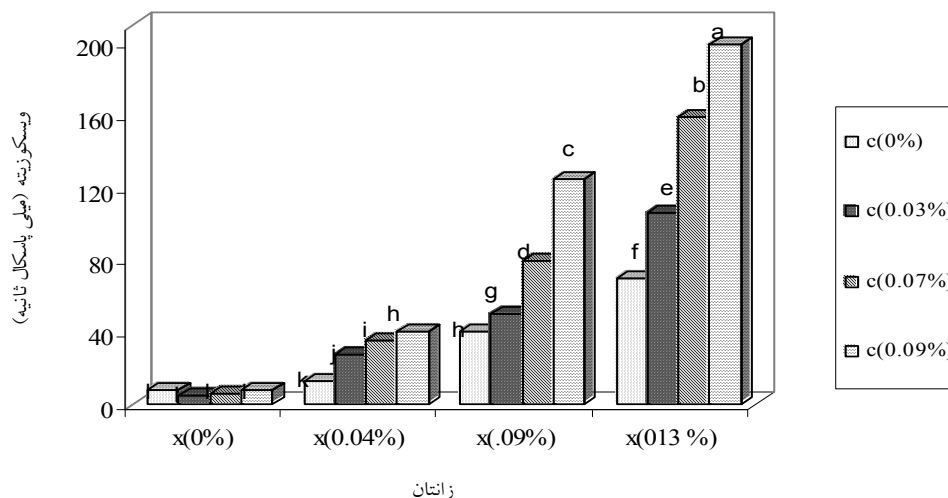
می‌یابد که این امر به علت جذب آب بیشتر و احتمالاً اثر تقویت کننده این دو نوع صمغ می‌باشد [۱۷].

## ۳-۱۰- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف

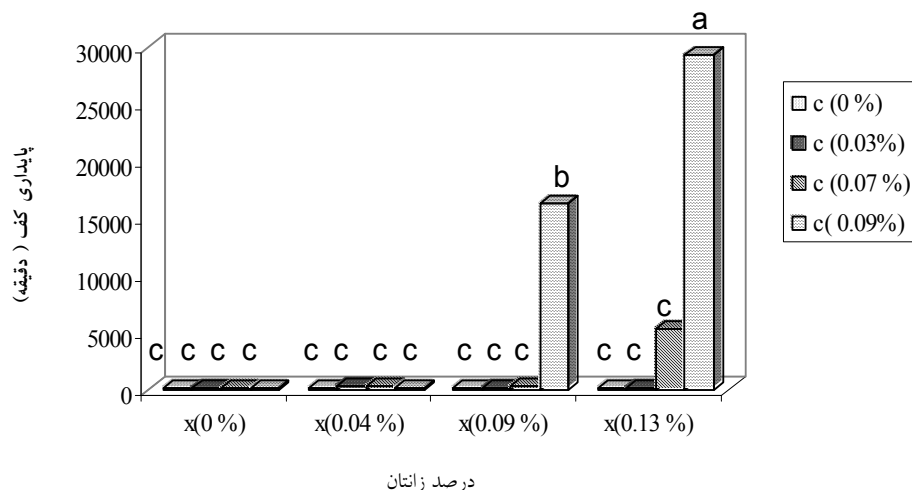
بررسی اثر متقابل صمغ زانتان (X) و کاراجینان (C) بر پایداری کف، معنادار بودن این اختلاف در سطح اطمینان یک درصد

کاراجینان (بیش از ۰/۰۷ درصد) پایداری کف زیاد می‌شود. در این نوشیدنی کف و پایداری آن مطلوب و مفید است [۶].

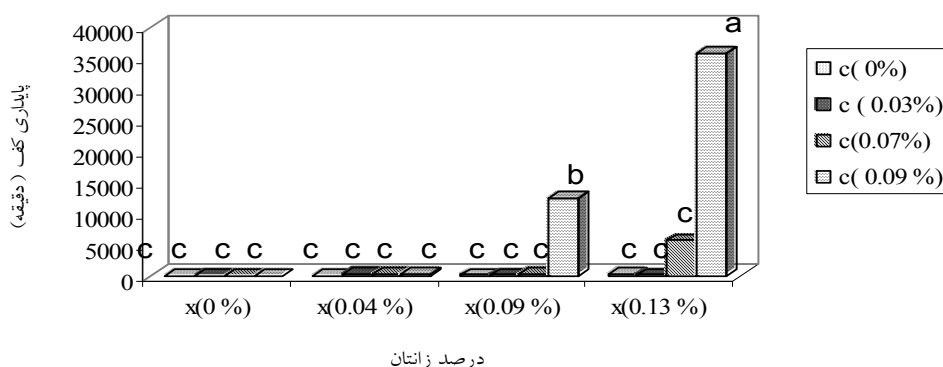
( $p < 0.01$ )، در بعضی از سطوح صمغ را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۱۲ و ۱۳ فقط در مقادیر بالای زانتان (بالای ۰/۰۹ درصد) و



شکل ۱۱ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ویسکوزیته



شکل ۱۲ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف در زمان ۹۰ دقیقه



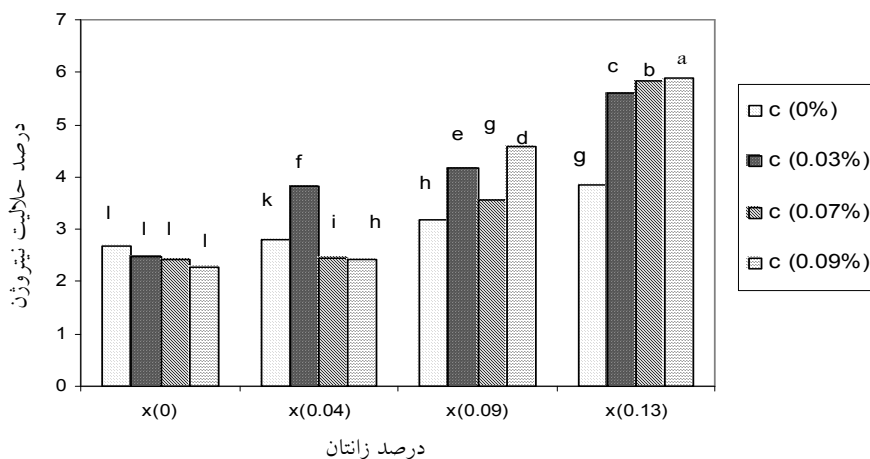
شکل ۱۳ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر پایداری کف در زمان ۱۲۰ دقیقه

۱۱-۳- اثر متقابل صمغ زانتان و کاراجینان بر ضریب حلالیت نیتروژن (NS)



دلیل تشکیل شبکه بین دو هیدروکلوئید و اتصال با پروتئین است. در مواردی که حلالیت، با افزایش میزان پلی ساکارید کاهش پیدا کرده، به علت نامتناسب بودن نسبت صمغ به پروتئین، است که سبب توده‌ای شدن پروتئین می‌شود.

با توجه به شکل ۱۴، بررسی اثر متقابل صمغ زانتان (X) و کاراجینان (C) بر ضریب حلالیت نیتروژن نشان می‌دهد که اختلاف در تمام سطوح زانتان و کاراجینان به لحاظ آماری معنادار ( $p < 0.01$ ) است و تقریباً ضریب حلالیت نیتروژن با افزایش میزان زانتان و کاراجینان افزایش می‌یابد. این حالت به



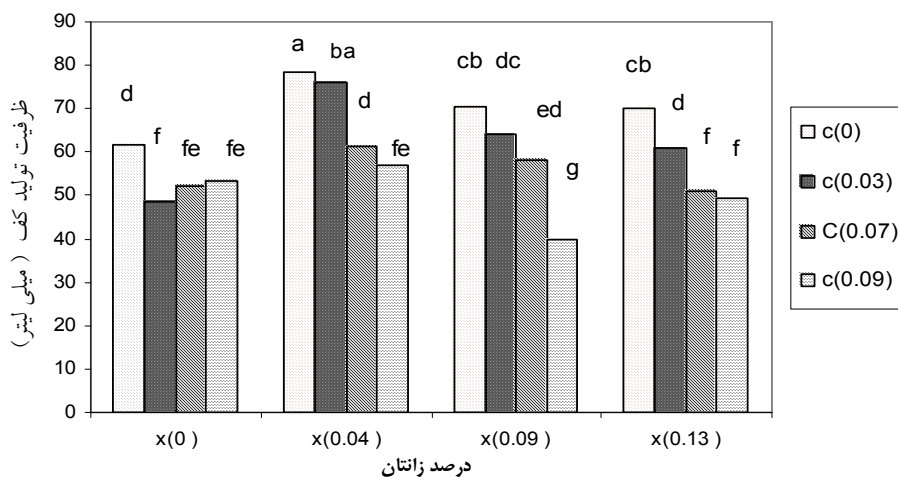
شکل ۱۴ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر درصد حلالیت نیتروژن

زانتان و کاراجینان ظرفیت تولید کف کاهش یافته که این امر احتمالاً به دلیل افزایش ویسکوزیته در نمونه‌ها می‌باشد.

### ۳-۱۲- اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ظرفیت

#### تولید کف

بررسی شکل ۱۵ نشان می‌دهد در اکثر نمونه‌ها با افزایش همزمان



شکل ۱۵ اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر ظرفیت تولید کف

و از کاراجینان در سطوح ۰، ۰/۰۳، ۰/۰۷ و ۰/۰۹ درصد استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اثر کاراجینان بر ضریب حلالیت نیتروژن، ویسکوزیته، پایداری و ظرفیت تولید کف از لحاظ آماری اختلاف معناداری در سطح درصد دارا می‌باشد. اثر زانتان بر ضریب حلالیت نیتروژن، ویسکوزیته، پایداری و ظرفیت

### ۴- نتیجه گیری

هدف از این پژوهش بررسی اثر دو صمغ زانتان و کاراجینان بر خصوصیات کف ایزوله پروتئین سویا، ویسکوزیته و حلالیت پروتئین بود که از زانتان در سطوح ۰، ۰/۰۴، ۰/۰۹ و ۰/۱۳ درصد

## ۵- تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر برکتین و گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

تولید کف نیز دارای اختلاف معناداری در سطح ادرصد می‌باشد. همچنین اثر متقابل زانتان و کاراجینان بر فاکتورهای مذکور معنادار است.

## ۶- منابع

- [1] Dickinson, E. 1993. Protein-polysaccharides interaction in food hydrocolloids. pp. 77-93. in: Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties. Dickinson, E. and Walstra, P. Royal Society of Chemistry. UK.
- [2] Koning, M. M. G., Eendenburg, J. Bruijne, D. W. 1993. Mixed biopolymers in food systems. pp. 103-112. In Food Colloids and Polymers: Stability and Mechanical Properties. Dickinson, E. and Walstra, P. Royal Society of Chemistry. UK.
- [3] Hettiarachchy, N. S. and Kalapathy, U. 1999. Food Protein. Chemisty Society, U.S.A. pp. 80-95.
- [4] Laneuville, S. I., Pauin, P., Turgeon, S. L. 2000. Effect of preparation conditions of whey protein-xanthan gum complexes. Food Hydrocolloids. 14: 305-314.
- [5] Keshun, L. 1997. Soy Beans. Chapman and Hall, UK. pp. 380-438.
- [6] Huang, X. L., Catignani, G. L. and Swaisgood, H. E. 1997. Micro-scale method for determining foaming properties of protein. Journal of Food Science. 62: 1028-1030.
- [7] Fleming, S. E., Sosulski, A. Kilara, A. Humbert, E. S. 1974. Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. Journal of Food Science. 39: 188.
- [8] Linden, G., Lorient, D. 1999. New Ingredients in Food Processing. CRC Press. U.S.A. pp. 67-360.
- [9] Carp, D. J., Wagner, J., Bartholomai, G. B. Pilosof, A. M. R. 1997. Rheological method for kinetics of drainage and disproportionation of soy proteins foams. Journal of Food Science. 26: 1105-1109.
- [10] Britten, M. Lavoie, L. 1992. Foaming properties of proteins as affected by concentration. Journal of Food Science. 57: 1219-1222.
- [11] Xie, Y. R., Hettiarachchy, N. S. 1997. Xanthan gum effects on solubility and emulsification properties of soy protein isolate. Journal of Food Science. 62: 1101-1104.
- [12] Xie, Y. R. Hettiarachehy, N. S. 1998. Effect of xanthan gum on enhaning the foaming properties of soy protein isolate. Journal of American Oil Chemistry and Society. 75: 729-732.
- [13] Ibanoglu, E. 2002. Rheological behaviour of whey protein stabilized emulsions in the presence of gum arabic. Journal of Food Engineering. 52: 273-277.
- [14] Dawkins, N. L. Nnanna, I. A. 1995. Studies on oat gum: composition, molecular weight estimation and rheological properties. Food Hydrocolloids. 9: 1-7.
- [15] Howell, N., Bristow, E., Copeland, E. Friedli, G. L. 1998. Interaction of deamidated soluble wheat protein with sodium alginate. Food Hydrocolloids. 12: 317-324.
- [16] Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensetive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Biochemisty. 7: 248-254.
- [17] Harris, P. 1990. Food Gels. Elsevier, UK. pp. 79-435.
- [18] صدافت، ن؛ بررسی کاربرد و نقش صمغها در صنایع غذایی. سمینار کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، (۱۳۶۹)؛ صفحه ۱۴۲.
- [19] Nishinari, K., Doi, E. 1994. Food Hydrocolloida: structure, properties and functional. Plenum Press. U.S.A. pp. 1-19.