

## اثر صمغ زانتان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی امولسیون روغن در آب تثبیت شده با ایزوله پروتئین خلر

فاطمه قربانیان<sup>۱</sup>، آرش کوچکی<sup>۲\*</sup>، الناز میلانی<sup>۳</sup>، سید محمد علی رضوی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی مشهد

۴- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱۰)

### چکیده

در این مطالعه اثر صمغ زانتان (صفر تا ۰/۳ درصد) بر امولسیون روغن ذرت (۱۰ درصد) در آب (pH= ۷) تثبیت شده با ایزوله پروتئین خلر (۰/۵ درصد) مورد بررسی قرار گرفت. جهت ارزیابی این اثر، توزیع و اندازه ذرات، پتانسیل زتا، فعالیت امولسیون کنندگی، پایداری امولسیون در مقابل حرارت و شاخص رویه بستن امولسیون اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت صمغ باعث ایجاد پدیده فلوکه شدن نقصانی و در نتیجه افزایش اندازه ذرات شد اما اثر معنی داری بر پتانسیل زتا نداشت. بررسی سرعت رویه بستن، فعالیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون در برابر حرارت نیز نشان داد که با افزایش غلظت صمغ زانتان فعالیت امولسیون کنندگی و پایداری افزایش و سرعت رویه بستن کاهش یافت به طوریکه در نمونه های حاوی صمغ زانتان در طی ۲۸ روز دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد هیچ تغییری در امولسیون ها مشاهده نشد.

کلید واژه گان: ایزوله پروتئین خلر، پایداری امولسیون، صمغ زانتان

## ۱- مقدمه

و استریک (دافعه بین لایه های ایجاد شده توسط پایدارکننده) از فاکتورهای موثر بر پایداری امولسیون روغن در آب است. در بین صمغ ها، صمغ زانتان اثر بیشتری بر پایداری سیستم های امولسیونی دارد. به دلیل خاصیت آب دوست این صمغ، زانتان توانایی تشکیل امولسیون نداشته و تنها از طریق افزایش ویسکوزیته فازآبی می تواند باعث پایداری سیستم گردد [۱۱]. تاکنون تحقیقی در ارتباط با ویژگی های امولسیون های تهیه شده با ایزوله پروتئین خلر و اثر صمغ بر پایداری این امولسیون ها انجام نشده است. با توجه به موارد عنوان شده هدف از این مطالعه، بررسی امکان استفاده از ایزوله پروتئین خلر و صمغ زانتان در تولید و پایدارسازی امولسیون روغن در آب می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

دانه خلر و روغن ذرت با نام تجاری گلدن دراپ از بازار محلی و صمغ زانتان از شرکت مرک (آلمان) خریداری گردید. برای تهیه کلیه محلول ها از آب مقطر استفاده شد.

### ۲-۲- استخراج پروتئین خلر

تهیه ایزوله پروتئین خلر با استفاده از روش ارائه شده توسط شهرکی و همکاران [۸] انجام شد. جهت تهیه آرد خلر بدون چربی، چربی زدائی با استفاده از حلال هگزان (۱:۵) به مدت ۲ ساعت انجام پذیرفت. سپس ایزوله پروتئین خلر با استفاده از استخراج قلبایی و رسوب دهی اسیدی تهیه شد. برای این منظور ۱۰۰ گرم آرد خلر با نسبت ۱ به ۱۵ با آب مقطر مخلوط و به کمک محلول سود ۱ نرمال به  $pH=9/91$  رسانده شد. این سوسپانسیون به مدت ۵۵ دقیقه با سرعت  $7000\text{ g}$  سانتریفوژ شد. برای ترسیب پروتئین، محلول حاصل از سانتریفوژ، به کمک اسید کلریدریک ۱ نرمال به  $pH=4/5$  (pH ایزوالکتریک پروتئین خلر) رسانده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دور  $7000\text{ g}$  سانتریفوژ شد، سپس محلول شفاف رویی دور ریخته شد. برای داشتن خلوص بالاتر پروتئین بازیابی شده به کمک سانتریفوژ در دور  $5000\text{ g}$  برای ۵ دقیقه طی دو مرحله شستشو داده شد و pH آن به حدود ۷ رسانده شد. سپس پروتئین نهایی توسط خشک کن انجمادی (Martin Christ freeze dryer, 1500 w, 380 v, 0.9 vacuum,

امولسیون های روغن در آب اساس بسیاری از فراورده های غذایی را تشکیل می دهند. از آن جایی که اختلاط مولکول های آب و روغن از نظر ترمودینامیکی امکان پذیر نمی باشد، امولسیون ها سیستم های ناپایداری هستند [۱]. امولسیفایر، یک ترکیب شیمیایی (یا مخلوط چند ترکیب) با خاصیت آمفی فیلک است که از طریق فعالیت بین سطوح، در تشکیل و پایداری امولسیون نقش دارد [۲]. بیوپلیمرها (پروتئین ها و برخی از پلی ساکاریدها) به عنوان امولسیفایر و پایدارکننده های طبیعی برای پایداری سیستم های امولسیون روغن در آب مناسب هستند [۳]. پروتئین ها توانایی جذب بر روی سطح ذرات فاز پراکنده امولسیون را دارند و لایه ای بر روی ذرات روغن ایجاد می کنند، در نتیجه پروتئین می تواند نقش امولسیون کنندگی و تثبیت کنندگی را به طور همزمان ایفا نماید [۴]. لایه پروتئینی (در pH ای خارج از pH ایزوالکتریک پروتئین) که بر روی ذرات روغن شکل می گیرد به علت ایجاد دافعه الکتروستاتیک و فضایی بین قطرات روغن، سرعت رسوب ذرات را کاهش می دهد [۵].

امروزه حبوبات به عنوان یکی از مهم ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین به شمار می آیند. این ترکیبات پروتئینی را می توان به صورت آرد، کنسانتره یا ایزوله پروتئینی مورد استفاده قرار داد [۶ و ۷]. خلر (*Lathyrus sativus*) گیاهی است یکساله از خانواده بقولات، پائیزه و بومی آسیای جنوب غربی که در شرایط نامناسب به خوبی رشد و نمو می نماید. این گیاه در مقایسه با شبدر، یونجه، اسپرس و سایر گیاهان علوفه ای ارزش غذایی یکسانی داشته و پروتئین آنها با توجه به مرحله ای از رشد که برداشت می شوند بین ۱۲ تا ۲۰ درصد متغیر می باشد. بنابراین می توان از پروتئین این گیاه به منظور بهبود ویژگی های مواد غذایی مختلف استفاده کرد [۸].

افزودن پلی ساکاریدها می تواند موجب افزایش جذب پروتئین بین سطوح و افزایش پایداری امولسیون شود [۹]. ترکیبی از پروتئین و پلی ساکارید باعث بهبود فعالیت سطحی سیستم و افزایش ویسکوزیته و تشکیل یک شبکه ژل مانند و لایه ضخیم می شود. بر همکنش هیدروکلوئید- پروتئین در محلول ها و سطوح مشترک بین دو فاز، بر خصوصیات پایدارکنندگی امولسیون ها و دیسپرسیون ها اثر می گذارد [۱۰]. وجود نیروهای الکتروستاتیک (دافعه بین ذرات حاوی بار امولسیون)

## ۲-۵- اندازه گیری اندازه ذرات و بار الکتریکی

اندازه ذرات (Z-average) و دامنه پراکندگی اندازه ذرات (PDI) به کمک دستگاه سنجش اندازه ذرات (Vasco3 particle size analyzer, Cordouan, French, Nano Q software) که بر مبنای پراکندگی نور لیزر کار می کند، اندازه گیری شد. منظور جلوگیری از پراکندگی چندگانه ذرات، نمونه ها با نسبت ۱:۴۰ با آب مقطر از نمونه امولسیون تهیه شد. پتانسیل زتای ذرات بر اساس حرکت ذرات به وسیله روش پراکندگی نور اندازه گیری شد (Zetacompact, Cad Company, French). جهت اندازه گیری پتانسیل زتا، رقیق سازی نمونه های امولسیون با نسبت ۱ میکرو لیتر به ۸۰ میلی لیتر آب مقطر از نمونه امولسیون اصلی انجام شد و سپس مقدار این کمیت برای هر یک از نمونه ها اندازه گیری گردید.

## ۲-۶- سرعت رویه بستن

بلافاصله پس از تولید امولسیون، ۱۰ میلی لیتر از نمونه امولسیون به درون لوله آزمایش به قطر داخلی ۶/۶۶ و ارتفاع ۹۶/۲۸ میلی متر انتقال، درب لوله بسته و سپس پایداری نمونه ها در برابر رویه بستن در دمای ۴ درجه سانتیگراد و به مدت ۲۸ روز دنبال گردید. برای تعیین شاخص رویه بستن ارتفاع سرم جدا شده در فاصله های زمانی ۷ روزه اندازه گیری شد و برای محاسبه درصد رویه بستن از معادله ذیل استفاده گردید:

$$\text{درصد رویه بستن} = \frac{\text{ارتفاع رویه}}{\text{ارتفاع کل امولسیون}} \times 100$$

## ۲-۷- ظرفیت امولسیون کنندگی و پایداری

### امولسیون

به منظور اندازه گیری ظرفیت امولسیون کنندگی، ۱۰ میلی لیتر از نمونه های امولسیون به لوله آزمایش با قطر داخلی ۶/۶۶ و ارتفاع ۹۶/۲۸ میلی متر انتقال و سپس در ۱۲۰۰ g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد و بر اساس معادله زیر محاسبه گردید:

$$\text{ظرفیت امولسیون کنندگی} = \frac{\text{ارتفاع لایه امولسینه پس از سانتریفوژ}}{\text{ارتفاع امولسیون قبل از سانتریفوژ}} \times 100$$

به منظور اندازه گیری پایداری در برابر حرارت، امولسیون ها در حمام بن ماری با دمای ۸۰°C به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند و سپس در ۱۲۰۰ g برای ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. در

(Germany) به صورت پودر خشک گردید و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

## ۲-۳- آماده سازی فاز پیوسته

به منظور آماده سازی فاز پیوسته، محلول صمغ و ایزوله پروتئین به صورت جداگانه تهیه شد. جهت تهیه محلول صمغ زانتان، مقادیر صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ گرم صمغ زانتان به ۵۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت ۴۰ دقیقه با همزن مغناطیسی با دور ۱۱۰۰ دور در دقیقه یکنواخت گردید. محلول ۰/۵ درصد ایزوله پروتئین خلر با اضافه کردن ۰/۵ گرم پروتئین به ۴۰ میلی لیتر آب مقطر با همزن مغناطیسی با دور ۱۱۰۰ دور در دقیقه به مدت ۶ دقیقه تهیه شد و پس از آن محلول صمغ و پروتئین به مدت یک شبانه روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا جذب آب به طور کامل صورت پذیرد.

## ۲-۴- تهیه امولسیون

تمام امولسیون ها در سه مرحله تهیه شدند. در مرحله اول روغن ذرت (۱۰ درصد) به محلول پروتئین (pH=۷) افزوده و توسط یک همزن مغناطیسی (۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۶ دقیقه) پیش مخلوط امولسیونی اولیه تهیه گردید. این امولسیون اولیه با دستگاه همگن ساز اولتراسونیک با سرعت ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲/۵ دقیقه در دمای اتاق همگن شد. در مرحله دوم محلول صمغ زانتان به امولسیون اضافه شد و توسط یک همزن مغناطیسی (۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۶ دقیقه) مخلوط شد و سپس با دستگاه همگن ساز اولتراسونیک با سرعت ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲/۵ دقیقه همگن گردید. در مرحله سوم همگن سازی ثانویه با استفاده از دستگاه امواج فراصوت (Hielscher ultrasonic processor, UP400S, Germany) صورت پذیرفت. مدت زمان سونیکاسیون با توجه به آزمایش های اولیه ۳ دقیقه به صورت دو زمان ۱/۵ دقیقه ای با فاصله ۰/۵ دقیقه و به صورت پالسی (Cycle=۰/۵) و ۹۰ درصد توان خروجی در نظر گرفته شد. انتقال امواج از مبدل پیزوالکتریک به مخلوط توسط یک سونوترود از جنس تیتانیوم به که تا عمق ۱ سانتی متری زیر سطح مایع غوطه ور شده بود انجام گرفت. برای جلوگیری از افزایش دما، در جدار خارجی از مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه سانتی گراد استفاده شد تا دما در طول آزمایش ثابت باقی بماند.

انتها پایداری امولسیون ها در برابر حرارت بر اساس معادله زیر محاسبه گردید:

$$\text{پایداری امولسیون} = \frac{\text{ارتفاع لایه امولسیفیه بعد از حرارت}}{\text{ارتفاع امولسیون قبل از حرارت}} \times 100$$

## ۲-۸- طرح آماری و آنالیز داده ها

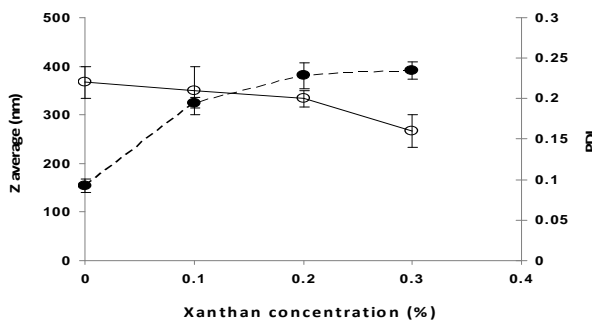
به منظور بررسی اثر صمغ زانتان بر ویژگی های امولسیون تثبیت شده با ۰/۵ درصد ایزوله پروتئین خلر، با استفاده از طرح کاملا تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- اندازه ذرات امولسیون

اندازه ذرات امولسیون های حاوی غلظت های مختلف صمغ زانتان و دامنه پراکندگی اندازه ذرات در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در غیاب صمغ زانتان، اندازه ذرات امولسیون تثبیت شده با ایزوله پروتئین خلر  $13/88 \pm 154/86$  نانومتر بود. با افزایش غلظت صمغ تا ۰/۳ درصد، اندازه ذرات افزایش و دامنه پراکندگی اندازه ذرات (PDI) کاهش یافت. در امولسیون هایی که حاوی پروتئین هستند، افزودن پلی ساکاریدهایی با بار هم نام با پروتئین، باعث فلوکولاسیون ذرات و در نتیجه افزایش اندازه آن ها می گردد [۱۲ و ۱۳]. از آنجا که پروتئین خلر در pH بالاتر از نقطه ایزوالکتریک (۴/۵ = pH) بار منفی داشت و صمغ زانتان در pH ۷ دارای بار هم نام با ایزوله پروتئین خلر بود، بنابراین صمغ زانتان نمی توانست بر روی سطح پروتئین ها قرار گیرد. در نتیجه صمغ به محیط فاز پیوسته منتقل شده و فشار در این قسمت را افزایش می دهد [۱۴]. این باعث وقوع پدیده ای به نام فلوکولاسیون نقصانی می شود. به هم پیوستگی نقصانی هنگامی که غلظت بیوپلیمر از یک حد بحرانی بیشتر می شود اتفاق می افتد. در واقع در حضور یک بیوپلیمر غیر جاذب در فاز پیوسته، نیروی جذب کننده بین ذرات، بوسیله اثر اسمزی اطراف ذرات و تحریک انشعابات پلیمر افزایش می یابد [۱۵]. سلیمان پور و همکاران [۱۶] نیز عامل افزایش اندازه ذرات حاصل از افزایش

غلظت قدومه شهری را فلوکولاسیون نقصانی قطرات توسط مولکول های جذب سطحی نشده این صمغ در فاز آبی امولسیون دانستند. سان و همکاران [۱۷] نیز گزارش نمودند که افزودن زانتان به امولسیون روغن در آب تثبیت شده با پروتئین آب پنیر باعث افزایش اندازه ذرات امولسیون روغن در آب شده است. مشاهدات نشان داد که در غلظت های بالاتر از ۰/۲ درصد صمغ زانتان با وجود وقوع پدیده فلوکولاسیون نقصانی بین ذرات، افزایش در اندازه ذرات معنی دار نبود. توزیع اندازه ذرات روغن و یکنواختی پراکندگی آن ها بر پایداری امولسیون ها موثر است.



شکل ۱. اندازه ذرات امولسیون روغن در آب حاوی ۰/۵ درصد

ایزوله پروتئین خلر و غلظت های (صفر تا ۰/۳ درصد) صمغ زانتان (● اندازه ذرات و ○ پراکندگی اندازه ذرات)

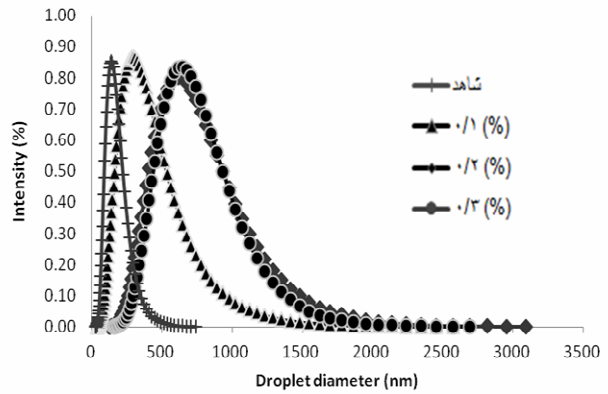
توزیع اندازه ذرات روغن و یکنواختی پراکندگی آن ها بر پایداری امولسیون ها موثر است. اثر غلظت صمغ زانتان بر توزیع اندازه ذرات امولسیون در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود منحنی توزیع اندازه ذرات تمامی امولسیون ها دارای یک پیک بوده که نشان دهنده توانایی پروتئین در ایجاد قطرات یکنواخت حتی در نمونه های فاقد صمغ می باشد. افزودن صمغ زانتان سبب شد که منحنی توزیع اندازه ذرات به سمت راست تمایل یافته و همچنین پهنای این منحنی افزایش یابد. این مشاهدات نشان دهنده بزرگتر شدن اندازه ذرات و کاهش یکنواختی آنها می باشد. این مشاهدات با نتایج سلیمان پور و همکاران [۱۶] که اثر صمغ قدومه شهری بر امولسیون تثبیت شده با آب پنیر را بررسی نمودند مطابقت داشت.

بررسی تغییرات بار الکتریکی سطحی قطرات روغن به عنوان تابعی از غلظت صمغ نشان داد که با افزایش غلظت صمغ بار الکتریکی سطحی اندکی کاهش یافت و به به مقادیر بیشتر از نمونه شاهد (امولسیون فاقد صمغ) رسید. اما در غلظت های بالاتر از ۰٫۱ درصد صمغ زانتان، این اثر معنی دار نبود. نتایج تحقیق ونگ و همکاران [۱۹] نیز نشان داد که در امولسیون های پایدار شده با پروتئین دانه سویا، افزودن صمغ عربی باعث کاهش میزان بار الکتریکی ذرات روغن شد.

با توجه به بار منفی پروتئین در pH بالاتر از نقطه ایزوالکتریک به نظر می رسد که در شرایط مورد آزمایش، این دو پلیمر از بار الکتریکی همنام برخوردار بوده و یکدیگر را دفع می نمایند و به عبارت دیگر به علت وجود ناسازگاری ترمودینامیکی بین آن ها صمغ بر سطح قطرات روغن جذب نمی گردد. همانطور که ذکر شد، افزایش غلظت صمغ تا ۰٫۳ درصد اثر معنی داری بر بار الکتریکی سطح قطرات ( $19.71 \pm 0.75$  میلی ولت) نداشت. علت این امر می تواند عدم قرارگیری صمغ بر سطح قطرات و در نتیجه وجود دافعه الکتروستاتیک بین صمغ و پروتئین باشد. در این حالت افزایش غلظت صمغ تاثیری بر بار موجود بر سطح قطرات نخواهد داشت [۱۶]. محمدزاده و همکاران [۲۰] نیز اثر درصدهای صمغ مرو بر امولسیون تثبیت شده با پروتئین آب پنیر را بی معنی گزارش کردند. نتایج مشابهی نیز توسط خالوفی و همکاران [۲۱] مبنی بر عدم تغییر چشمگیر در پتانسیل زتای امولسیون ها همراه با افزایش غلظت صمغ بذر کتان گزارش شده است.

### ۳-۳- رویه بستن

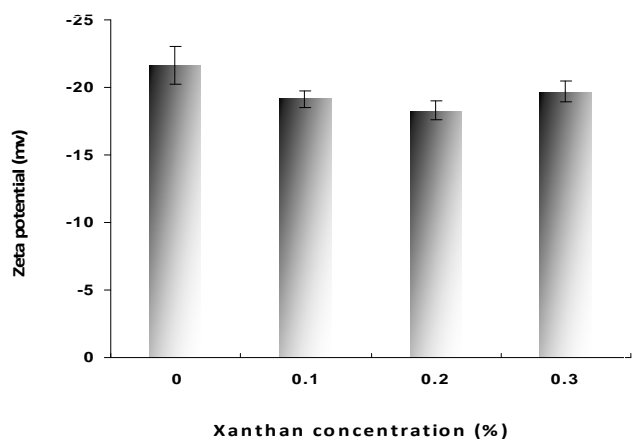
شاخص رویه بستن در مقابل زمان نگهداری در شکل ۴ نشان داده شده است. در امولسیون تثبیت شده با ۰٫۵ درصد ایزوله پروتئین خلر و بدون حضور صمغ زانتان به تدریج جداشدن فازها رخ داد به طوری که در ابتدای دوره نگهداری لایه مرزی مشخصی بین دو فاز مشاهده نشد. بعد از ۷ روز، رویه واضح و سرم شفاف مشاهده گردید (شکل ۵).



شکل ۲ توزیع اندازه ذرات امولسیون روغن ذرت در آب در حضور ۰٫۵ درصد ایزوله پروتئین خلر و صمغ زانتان

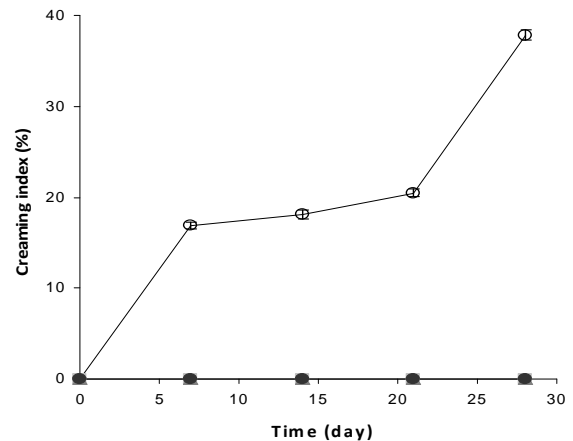
### ۳-۲- پتانسیل زتا

در بسیاری از امولسیون های غذایی به دلیل حضور ترکیبات فعال سطحی باردار مانند عوامل فعال سطحی یونی، پروتئین ها و پلی ساکارید ها سطح قطرات دارای بار الکتریکی می باشد. نتایج سنجش پتانسیل زتا نشان داد که بار الکتریکی سطح قطرات در امولسیون پایدار شده با ایزوله پروتئین خلر در حدود ۲۱/۳۹- میلی ولت بود (شکل ۳). وجود بار الکتریکی منفی در سطح قطرات دور از انتظار نیست زیرا با توجه به نقطه ایزوالکتریک پروتئین خلر ( $pH=4.5$ ) و pH نمونه ها بار الکتریکی موثر منفی می باشد. صمغ زانتان نیز در pH خنثی دارای بار منفی بوده و پتانسیل زتای آن در سوسپانسیون آبی حاوی ۰٫۳ درصد صمغ زانتان معادل  $20.65 \pm 2.33$  بود. این امر به دلیل وجود گروه های اسیدی در ساختمان این صمغ می باشد [۱۸].

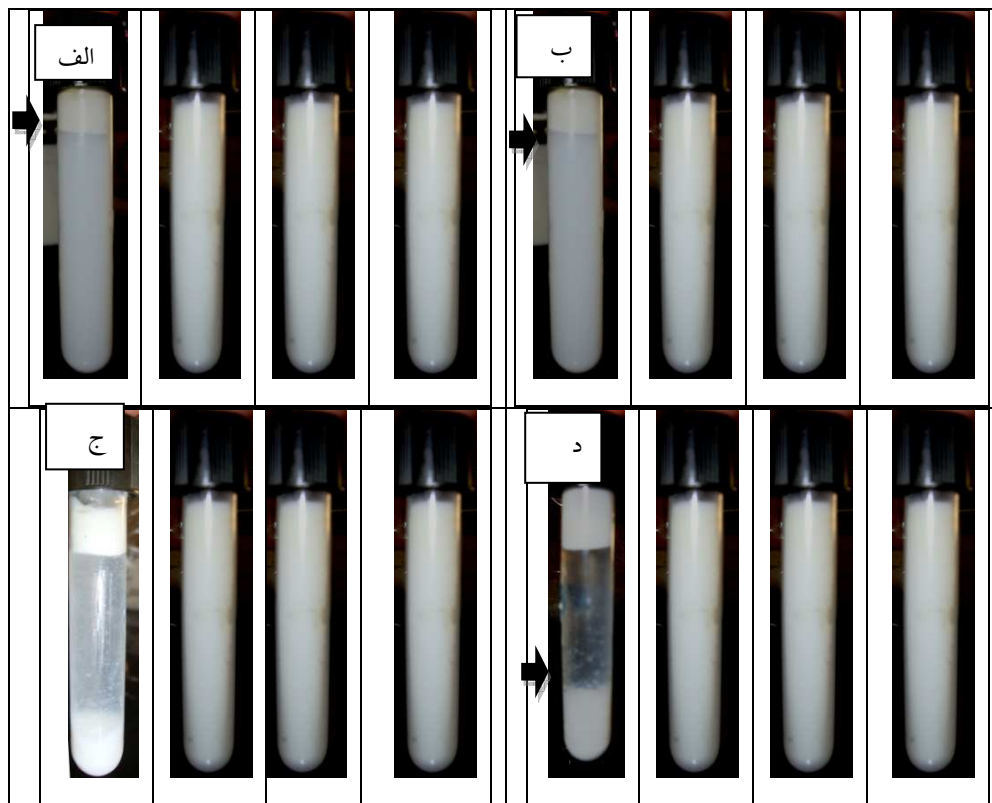


شکل ۳. پتانسیل زتا امولسیون تثبیت شده با غلظت های مختلف صمغ زانتان در  $pH=7$

در امولسیون های حاوی صمغ زانتان هیچ گونه جداسازی سرم در طول یک ماه نگهداری مشاهده نشد که دلیل آن افزایش ویسکوزیته امولسیون در حضور این صمغ است [۲۲]. بنابراین علی رغم افزایش اندازه ذرات امولسیون های تثبیت شده با صمغ زانتان، به دلیل نقش این صمغ در کاهش سرعت و تعداد برخورد ذرات با یکدیگر ثبات امولسیون در طی نگهداری افزایش یافت. این نتایج با مشاهدات سان و همکاران [۱۷] و محمدزاده و همکاران [۲۰] که به ترتیب اثر صمغ زانتان بر امولسیون تثبیت شده با پلی اکسی اتیلن سوربیتان مونولات، اثر صمغ زانتان بر امولسیون تثبیت شده با ایزوله پروتئین آب پنیر و اثر صمغ مرو بر امولسیون تثبیت شده با ایزوله پروتئین آب پنیر را بررسی کردند مطابقت داشت.



شکل ۴. اثر صمغ زانتان (۰/۳، ۰/۲، ۰/۱، ۰ درصد) بر شاخص رویه بستن امولسیون تثبیت شده با ۰/۵ درصد ایزوله پروتئین خلر حاوی ۱۰ درصد روغن ذرت



شکل ۵. اثر صمغ زانتان و زمان ماندگاری بر رویه بستن امولسیون تثبیت شده با ۰/۵ درصد ایزوله پروتئین خلر حاوی ۱۰ درصد روغن ذرت. الف: بعد از ۷ روز، ب: بعد از ۱۴ روز، بعد از ۲۱ روز و د: بعد از ۲۸ روز (در هر تصویر از سمت چپ نمونه اول فاقد صمغ، لوله دوم حاوی ۰/۱ درصد، لوله سوم ۰/۲ درصد و لوله چهارم ۰/۳ درصد صمغ زانتان است).

بیوپلیمرها برای تشکیل و پایداری امولسیون است در حالی که پایداری امولسیون توانایی بیوپلیمر در برابر تغییرات (مانند انعقاد، رویه بستن، به هم پیوستگی و رسوب) در یک دوره زمانی می باشد [۲۲]. همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده

### ۳-۴- ویژگی های امولسیون کنندگی

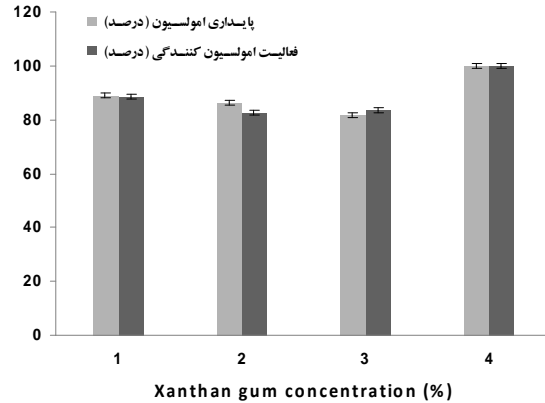
اثر پلی مرهای مختلف بر امولسیون را می توان با شاخص های امولسیون کنندگی (EAI) و پایدار کنندگی امولسیون (ESI) مشخص نمود. فعالیت امولسیون کنندگی معیاری از ظرفیت

پایداری و اندازه ذرات مناسبی داشت. بنابراین، در امولسیون های تثبیت شده با پروتئین خلر، نیاز به غلظت های بالاتر ۰/۱ درصد از صمغ زانتان نمی باشد.

## ۵- منابع

- [1] McClements, D. J. (1999). Food emulsions. Principles, practice, and techniques. BocaRaton: CRC Press.
- [2] Sun, c., Gunasekaran, S., Richards, M. p., 2007, Effect of xanthan gum on physicochemical properties of whey protein isolate stabilized oil-in-water emulsions, Food Hydrocolloids 21, 555-564.
- [3] Dickinson, E., Food polymers, Gels and colloids, 1991, 132-134.
- [4] Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. Food Hydrocolloids, 17, 25-39.
- [5] Damodaran, S. (2005). Protein stabilization of emulsions and foams. Journal of Food Science, 70(3), 54-66
- [6] Asad por, A., Jafari, S. M., Sadeghi Mahonak., A., and Ghornani, M., 2011, Evaluation of soluble protein and oil and water absorption capacity of flour derived from beans, Research Journal of Food Science and Technology of Iran, 192 -184.
- [7] Boye, J.I., Aksay, S., S., Mondor, M., Farnworth, E. Rajamohamed, S.H. (2010). Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultra filtration and isoelectric precipitation techniques. Journal of Food Research International, 43, 537 -546.
- [8] Shahraki, F., Mortazavi, A., Hdadkhdaprst, M. H., and Milani, E., 2013, evaluate the quality and purity of the proteins extracted from the seeds of Lathyrus sativus Lathyrus sativus plant and optimize the response surface method RSM, Second National Seminar on Food Security, Free University savad kooch Branch.
- [9] Guzey, D., McClements, D. J., 2006, Formation, stability and properties of multilayer emulsions for application in the food industry, Advances in Colloid and Interface Science, 227-248.
- [10] Dickinson, E., Galazka, V. B., 1991, Emulsion stabilization by ionic and covalent complexes of  $\beta$ -lactoglobulin with

است در غیاب صمغ زانتان فعالیت امولسیون کنندگی پروتئین ۸۰/۶۱ درصد بود که با افزودن صمغ زانتان تا غلظت ۰/۳ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافت. این مشاهدات با اثر صمغ گوار بر امولسیون تثبیت شده با ایزوله آب پنیر مشابه بود [۱۸].



شکل ۶. اثر غلظت صمغ زانتان بر ظرفیت امولسیون کنندگی و

پایداری امولسیون روغن ذرت در آب تثبیت شده با ۰/۵ درصد

ایزوله پروتئین خلر

پایداری امولسیون در برابر حرارت نیز با افزایش غلظت صمغ زانتان افزایش یافت. امولسیون های تثبیت شده با ۰/۳ درصد صمغ زانتان در مقابل حرارت کاملاً مقاوم بودند. سوئی و همکاران [۲۳] دلیل این افزایش پایداری را کاهش تحرک ذرات روغن به دلیل افزایش ویسکوزیته توسط صمغ گزارش کردند.

## ۴- نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد که افزودن صمغ زانتان به امولسیون روغن ذرت در آب (pH= ۷) تثبیت شده با ایزوله پروتئین خلر، باعث افزایش اندازه ذرات شد. با این وجود پایداری امولسیون ها در حضور صمغ زانتان افزایش یافت. در نتیجه، با وجود افزایش اندک در اندازه ذرات امولسیون، به دلیل افزایش ویسکوزیته فاز آبی، امولسیون ها دوفاز نشدند. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که با وجود پایداری نسبی امولسیون های تثبیت شده با پروتئین ایزوله خلر، این امولسیون ها در طی زمان ناپایدار بودند اما می توان این ناپایداری را با افزودن صمغ زانتان کاهش داد. در بین نمونه های مورد آزمایش، نمونه حاوی ۰/۱ درصد صمغ زانتان

- [17] Sun, c., and Gunasekaran, S., 2009, Effect of protein concentration and oil-phase volume fraction on the stability and rheology of menhaden oil-in-water emulsion stabilized by whey protein isolate with xanthan gum, *Food hydrocolloids*, 23, 165-174.
- [18] Erçelebi, E. A., Ibanoglu, E., 2009, Rheological properties of whey protein isolate stabilized emulsions with pectin and guar gum, *European Food Research and Technology*, 229(2), 281-286.
- [19] Wang, Y., Li, D., Wang, L., & Adhikari, B. (2011). The effect of addition of flaxseed gum on the emulsion properties of soybean protein isolate (SPI). *Journal of Food Engineering*, 104, 566-62.
- [20] Mohammadzadeh, H., Koocheki, A., Kadkhodae, R., & Razavi, S., M.A., (2013), Physical and flow properties of D-limonene-in-water emulsions stabilized with whey protein concentrate and wild sage (*Salvia macrosiphon*) seed gum, *Food Research International*, 53, 312-318.
- [21] Khalloufi, S., Corredig, M., Goff, H. D. & Alexander, M. 2008. Flaxseed gums and their adsorption on whey protein-stabilized oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 23(3): 611-618.
- [22] Liu, C., Wang, X., Ma, H., Zhang, Z., Gao, W., & Xiao, L., 2008, Functional properties of protein isolates from soybeans stored under various conditions. *Food Chemistry*, 111, 29-37.
- [23] Cui, S. W., 2001, *Polysaccharide gum from agriculture products: Processing structure and functionality*, Lancaster, penn., USA: Technomic pub. Co., 59-66.
- polysaccharides, *Food Hydrocolloids*, 5(3), 281-296.
- [11] Foster TJ, Morris ER. 1994. Xanthan polytetramer: Conformational stability as a barrier to synergistic interaction. In: Phillips GO, Wedlock DJ, Williams PA, editors. *Gums and stabilisers for the food industry*, 7. Oxford, U.K.: IRL Press, 281-289.
- [12] Luyten, H., Jonkman, M., Kloek, W., & van Vliet, T. (1993). Creaming behaviour of dispersed particles in dilute xanthan solutions. In E. Dickinson, & P. Walstra (Eds.), *Food colloids and polymers: Stability and mechanical properties* (pp. 224-235). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- [13] Cao, Y., Dickinson, E., & Wedlock, D. J. (1990). Creaming and flocculation in emulsions containing polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 4, 185-195.
- [14] Sperry, P. 1982. A simple quantitative model for the volume restriction flocculation of latex by water-soluble polymers. *Journal of Colloid and Interface Science*, 87(2): 375-384.
- [15] McClements, D.J. (2000). Comments on viscosity enhancement and depletion flocculation by polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 14, 173.
- [16] Soleimanpour, M., Koocheki, A., & Kadkhodae, R. (2013). Effect of *Lepidium perfoliatum* seed gum addition on whey protein concentrate stabilized emulsions stored at cold and ambient temperature. *Food Hydrocolloids*, 30, 292-301.



## Effect of xanthan gum on physicochemical properties of grass pea (*Lathyrus sativus*) isolate stabilized oil-in-water emulsion

Ghorbani, F. <sup>1</sup>, Koocheki, A. <sup>2\*</sup>, Milani, E. <sup>3</sup>, Razavi, S. M. A. <sup>4</sup>

1. MSC Student, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Assistant Professor, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran
4. Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 92/12/8 Accepted: 93/2/10)

The effect of xanthan gum (0-0.3%) on corn oil-in-water (pH=7) emulsions prepared by 0.5% grass pea (*Lathyrus sativus*) protein isolate was studied. Particle size, PDI, zeta-potential, emulsion capacity, emulsion stability and creaming index of emulsions were measured in order to find the effect of xanthan gum on the stability of emulsion. Results showed that increasing concentrations of gum caused depletion flocculation and thus increased the particle size but had no significant effect on the zeta potential. Study on creaming index, emulsion capacity and stability also showed that with increasing xanthan gum, emulsion capacity and stability increased, while, creaming index decreased. Therefore, after 28 days of storage at 4°C, no changes were observed in the emulsions containing xanthan gum.

**Keywords:** Emulsion stability, Grass pea (*Lathyrus sativus*) protein isolated, xanthan gum

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: Koocheki@um.ac.ir