

بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی میکروامولسیون روغن سبوس برنج در آب: اثر اعمال فراصوت و غلظت توپین ۸۰

بی بی مرضیه رضوی زاده ^{۱*}، فائزه خانمحمدی ^۲، سید ناصر عزیزی ^۳

۱- استادیار شیمی فیزیک، گروه شیمی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

۲- دانش آموزخته کارشناسی ارشد، دانشکده شیمی، دانشگاه مازندران، ایران

۳- استاد گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه مازندران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۶)

چکیده

امولسیون روغن سبوس برنج در آب با دو بیوپلیمر صمغ عربی (AG) و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده (WPC) در نسبت های مختلف این دو و در حضور توپین ۸۰ با و بدون استفاده از امواج فراصوت تهیه شد. اندازه قطرات و گرانیوی امولسیون های تهیه شده در غلظت های مختلفی از امولسیفایر توپین ۸۰ (۰، ۵/۵، ۱، ۲، ۴٪) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز آماری نشان داد با افزایش غلظت توپین ۸۰ اندازه قطرات امولسیونی تا غلظت های ۲٪ توپین و نسبت های کمتر از ۶۰٪ صمغ به ترکیب بیوپلیمری کاهش معنی دار دارد ($p < ۰/۰۵$). گرانیوی نمونه های امولسیونی نیز با افزایش غلظت توپین ۸۰ افزایش نشان دادند. به کارگیری امواج فراصوت در تهیه امولسیون ها بر اندازه قطر قطرات امولسیون ها سبب کاهش معنی داری در اندازه قطرات گردید. هرچند که افزایش نسبت صمغ به ترکیب بیوپلیمری در غلظت ۱٪ توپین ۸۰ روند کاهشی و کندی را در اندازه قطرات امولسیونی نشان دادند اما در غلظت بالاتر این امولسیفایر (۴٪) چنین روندی مشاهده نگردید و البته آنالیز آماری داده ها نشان داد که این تغییرات معنی دار نمی باشند ($p < ۰/۰۵$).

کلید واژگان: میکروامولسیون، روغن سبوس برنج، صمغ عربی، پروتئین آب پنیر تغلیظ شده، فراصوت

۱- مقدمه

امولسیون ها از دو مایع امتزاج ناپذیر تشکیل شده اند که یکی در دیگری پخش شده است. فازی را که در دیگری پخش می شود فاز درونی، یا پراکنده می نامند و فاز بعدی که فضای اصلی را تشکیل می دهد، فاز بیرونی یا فاز پیوسته می گویند. این دو فاز امتزاج ناپذیر را معمولاً آب و روغن (چربی) تشکیل می دهد. اگر فاز پراکنده را روغن تشکیل دهد، امولسیون را روغن در آب (O/W) و اگر فاز پیوسته را روغن تشکیل دهد، به آن امولسیون آب در روغن (W/O) می گویند. بسیاری از خواص امولسیون ها مانند پایداری، خواص رفتار جریان آنها بستگی به دو فاکتور اصلی اندازه ذرات و توزیع اندازه ذرات امولسیون دارد [۱].

از بین موارد مورد نیاز برای تولید یک امولسیون، امولسیفایر از اهمیت خاصی برخوردار است. در هنگام انتخاب یک امولسیفایر علاوه بر تولید امولسیون مشخص، پایداری آن را هم باید در نظر گرفت. مهم ترین نقش امولسیفایر جلوگیری کردن از انعقاد سریع ذراتی است که به تازگی شکل گرفته اند. به این ترتیب که امولسیفایر به سطح ذراتی که به تازگی شکل می گیرند جذب شده و از چسبیدن ذرات به هم و تشکیل دوباره ذرات بزرگتر جلوگیری می کند. اگر بخواهیم تشکیل دو امولسیون با مقدار انرژی مصرفی برابر را مقایسه کنیم، توزیع اندازه ذرات به زمانی که سطح ذرات به وسیله امولسیفایر پوشش داده شود نسبت به فاصله زمانی که ذرات به هم برخورد می کنند، بستگی دارد. زمانی که غلظت امولسیفایر خیلی کم باشد یا جذب امولسیفایر به سطح ذرات خیلی طول بکشد، بسیاری از ذرات به صورت توده در می آیند [۲].

یکی از روش هایی که برای تولید امولسیون به کار برده می شود، استفاده از نیروی فرا صوت است. امواج فرا صوت حباب های درون مایع را می شکنند و با استفاده از آن قطرات مایع را از یکدیگر جدا کرده و به صورت مجزا در می آورند [۳]. تولید امولسیون با استفاده از امواج فرا صوت نیز مشابه تولید امولسیون های با فشار بالا است که در ابتدا باید یک مخلوط همگن از مواد مورد نیاز با استفاده از هم زن های معمولی آماده

شود و در ادامه تحت امواج فرا صوت قرار گیرد. زمان صوت دهی نیز از فاکتورهای مهم در تولید امولسیون های پایدار و مناسب می باشد. اگر در یک فرکانس ثابت زمان صوت دهی زیاد شود، اندازه قطرات کمتر می شود. نتایج تحقیقات نشان می دهد که اگر توان مورد استفاده خیلی زیاد شود، قطرات دوباره به هم می چسبند و اندازه قطرات دوباره افزایش می یابد [۴].

روغن ها ترکیباتی هستند که ریزپوشانی آنها به علت مایع بودن و اکسید شدن سریع آنها اهمیت بالایی دارد. لذا تلاش های زیادی برای حفظ خصوصیات روغن هایی که به لحاظ غذایی و دارویی اهمیت زیادی دارند؛ شده است [۵]. عوامل ریزپوشانی کننده نظیر پروتئین ها و صمغ ها می باشند، و هنگامی که به صورت دیواره ترکیبی (کربوهیدرات همراه با پروتئین ها) استفاده می شود نتایج بهتری مشاهده می شود [۶]. صمغ عربی مهم ترین صمغی است که در سیستم ریزپوشانی به عنوان دیواره مورد استفاده قرار می گیرد. صمغ عربی پلیمر بزرگی از واحدهای گالاکتوز، رامنوز، آرابینوز و گلوکورونیک اسید می باشد. حلالیت مطلوب، گرانیروی پایین، خصوصیات امولسیون کنندگی و ظرفیت نگهداری بالای ترکیبات فرار و قطرات چربی توسط این صمغ باعث گردیده تا در بسیاری از فرآیند های ریزپوشانی مورد توجه باشد [۱]. پروتئین ها نیز دسته دیگری از مواد هستند که در ریزپوشانی به کار می روند. خصوصیات گروه های باردار بر روی پروتئین ها به آن ها اجازه می دهد مواد پوشاننده خوبی برای ریزپوشانی باشند. پروتئین های رایج مورد استفاده برای ریزپوشانی اجزای غذایی، پروتئین های آب پنیر و ژلاتین هستند [۷]. پروتئین های آب پنیر از خصوصیات عملکردی ویژه ای برخوردار هستند. این ویژگی ها سبب شده که از آنها به عنوان یک ترکیب مناسب برای دیواره کپسول ها استفاده شود. استفاده از پروتئین های آب پنیر در ریزپوشانی توسط محققین زیادی گزارش شده است [۸، ۹]. نتایج نشان داده است که بپو پلیمرها نسبت به امولسیفایری مثل توین ۲۰ به علت سرعت جذب پایین آنها مؤثر نیستند. مسئله اصلی در مورد امولسیفایر ها، ناپایداری امولسیون ها می باشد که به انعقاد پل توسط بپو

گرم سدیم آزاید برای جلوگیری از فعالیت باکتری ها در امولسیون اضافه شد و توسط همزن (IKA RCT basic, Germany)، همزده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه داری شدند تا هیدراسیون (به منظور حداکثر کشش زنجیر پلیمری) اتفاق افتد. سپس به این مخلوط ها امولسیفایرتوین ۸۰ به مقادیر معین (۰، ۰/۵، ۱، ۲، ۴ درصد وزنی) اضافه شد تا فاز پیوسته (آبی) آماده شود. فاز پراکنده (روغن سبوس برنج) در نسبت وزنی/وزنی ۶٪ به فاز پیوسته، قطره قطره در حین هم زدن با هم زن مغناطیسی به مخلوط افزوده شد. مخلوط های به دست آمده بعد از نیم ساعت مخلوط شدن با هم زن مغناطیسی با اولتراتوراکس-ULTRA (TURRAX IKA T25, Germany) به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۲۱۰۰۰ دور در دقیقه هموژنیزه شدند.

تصاویر میکروسکوپ نوری

از امولسیون ها بلافاصله پس از تهیه، تصاویر میکروسکوپی توسط میکروسکوپ نوری (CARLZEISS JEANA, Germany) با بزرگنمایی ۴۰۰ و با دوربین دیجیتال مخصوص آن گرفته شد.

اندازه گیری گرانروی

گرانروی ظاهری امولسیون ها با استفاده از گرانروی سنج چرخشی (ULTRA, Brookfield, USA IDVII) اندازه گیری شد. برای این منظور از محفظه مخصوص نمونه های کم حجم، دوک شماره ۱۸ و سرعت چرخش ۱۰۰ دور در دقیقه استفاده گردید و با کمک نرم افزار دستگاه، گرانروی نمونه ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد محاسبه گردید.

تعیین اندازه قطرات امولسیون

اندازه قطرات امولسیون و توزیع آنها با دستگاه اندازه گیری ذرات (FRITSCH, Analysette22, Germany) سنجیده و بررسی شد. قطر متوسط قطرات امولسیون (D_{32}) توسط دستگاه مطابق با معادله (۱) محاسبه می شود [۱۳].

$$D_{32} = \sum n_i d_i^3 / \sum n_i d_i^2 \quad (1)$$

در این معادله n_i تعداد قطرات دارای قطر d_i می باشد.

پلیمرهای آزاد و نیز رقابت میان امولسیفایر و بیو پلیمر نسبت داده می شود. به طور کلی نتایج نشان داده است که تولید امولسیون پایدار با امولسیفایر به تنهایی برای ریز پوشانی امکان پذیر نیست [۱۰].

سبوس برنج از فرآورده های جنبی کارخانجات برنج کوبی است و حاوی ۲۰-۱۵ درصد روغن است [۱۱]. این روغن مواد مختلفی را در خود جای داده است و از لحاظ ارزش غذایی و دارویی از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجایی که قبل از تهیه ریز کپسول های روغن به صورت پودر نیاز به تهیه امولسیون و تهیه محلول های دیواره تشکیل دهنده آن است [۱۲] (رضوی زاده و همکاران، ۱۳۹۳)، لذا در این پروژه به بررسی اثر غلظت امولسیفایر توین ۸۰ بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی امولسیون (O/W) روغن سبوس برنج با نسبت های مختلفی از بیوپلیمرهای صمغ عربی و پروتئین آب پنیر و نیز اثر اعمال فراصوت در تهیه این امولسیون پرداخته شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

روغن سبوس برنج از زرین تالیا (Thailand) تهیه شد. صمغ عربی (AG) (دانسیته $1/4 \text{ g/cm}^3$)، امولسیفایر توین ۸۰ (Polyoxyethylene sorbitan monooleateas) (20) و سدیم آزاید از شرکت (Germany) Merck خریداری شدند. پروتئین آب پنیر تغلیظ شده (WPC) (پروتئین ۳/۳۵٪، خاکستر ۵/۹۹٪، رطوبت ۳/۶٪) هدیه ای از شرکت صنایع غذایی مولتی دنون (Mashhad, Iran) بود. برای تهیه امولسیون ها از آب مقطر استفاده شد. کلیه مواد مصرفی از درجه تجزیه ای و آزمایشگاهی بودند.

۲-۲- روش ها

تهیه امولسیون در غلظت های مختلف امولسیفایر

پروتئین آب پنیر و صمغ عربی در نسبت های وزنی/وزنی مختلف و ترکیب کل بیوپلیمر (مجموع صمغ و WPC) ۲۵٪ وزنی/وزنی (جدول ۱) در آب مقطر حل گشته و به آن ۰/۰۲

جدول ۱ تیمارها، نسبت های اختلاط بیو پلیمر ها برای تشکیل امولسیون روغن در آب

درصد ترکیب بیوپلیمری (مجموع صمغ و پروتئین)	نسبت صمغ به پروتئین	درصد صمغ به ترکیب بیوپلیمری
	۰:۲۵	۰
	۱۰:۱۵	۴۰
٪۲۵	۱۵:۱۰	۶۰
	۲۰:۵	۸۰
	۲۵:۰	۱۰۰

بررسی پایداری امولسیون های تهیه شده

از آنجایی که تغییرات اندازه قطرات امولسیون با گذشت زمان معیاری از پایداری و یا عدم پایداری امولسیون می باشد، لذا جهت بررسی پایداری کلیه امولسیون های تهیه شده در مراحل قبلی، اندازه قطرات امولسیونی در زمان های صفر (بلافاصله)، ۳، ۲۴، ۴۸ ساعت پس از تهیه تعیین شد.

بررسی اثر فراصوت در تهیه امولسیون ها

برای بررسی اثر استفاده از فراصوت در تهیه امولسیون ها، تنها دو سری از امولسیون های مذکور با غلظت های امولسیفایر ۱٪ و ۴٪ (جدول ۳) مطابق روش اشاره شده در قبل تهیه شدند، و پس از نیم ساعت مخلوط شدن با همزن مغناطیسی، به مدت ۵ دقیقه تحت امواج فراصوت با بیشینه توان اسمی ۷۵۰ وات و فرکانس ۲۰ کیلو هرتز (شرکت Sonics & Material، مدل VCX750، آمریکا) قرار گرفتند.

طرح آماری

آنالیز آماری آزمایشات امولسیون ها بر اساس طرح فاکتوریل انجام شد. جهت آنالیز داده های حاصل از پژوهش از نرم افزار SAS نسخه ۹ استفاده شد. برنامه مدل خطی (GLM) برای آنالیز واریانس (ANOVA) بکار رفت و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان $p < 0.05$ انجام شد.

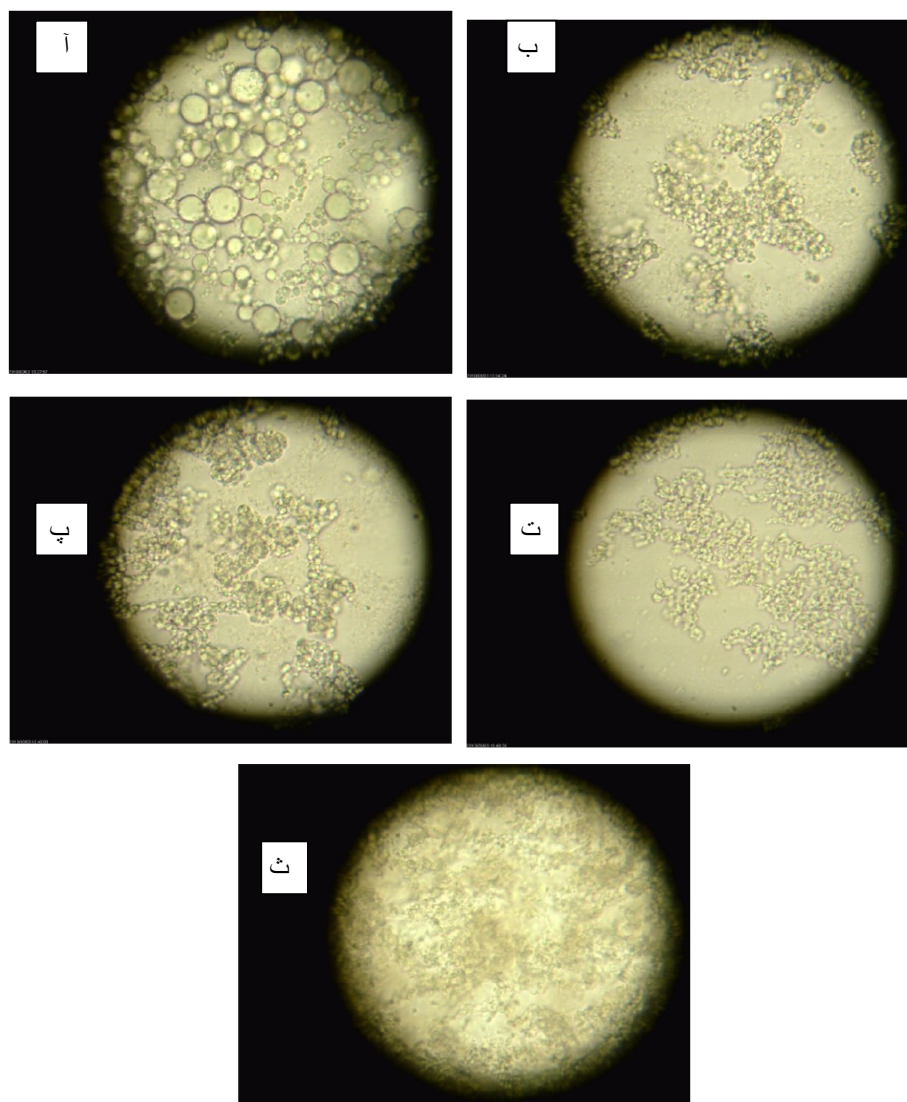
۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر ترکیب دیواره بر اندازه قطرات

امولسیون

از دو بیوپلیمر صمغ عربی و پروتئین آب پنیر با نسبت های مختلف در حضور و عدم حضور امولسیفایر توین ۸۰ برای تهیه امولسیون و ریزپوشانی قطرات روغن سبوس برنج در آب استفاده شد و اثرات ترکیب دیواره بر ساختار میکروسکوپی و اندازه قطرات امولسیون بررسی شد.

شکل ۱ ریز ساختارهای امولسیون های تهیه شده در حضور WPC و AG و مخلوط آنها را نشان می دهد. مشاهده می شود که در هنگامی که صمغ به تنهایی به عنوان تشکیل دهنده دیواره بیوپلیمری امولسیون به کار می رود (شکل ۱-ا)، ذرات بسیار ریز شده و ساختار یکنواخت تری دارند در حالی که در مورد WPC (در غیاب صمغ) (شکل ۱-آ) اندازه قطرات درشت تر بوده و از هم فاصله بیشتر دارند. از طرفی در مخلوط صمغ و پروتئین اندازه قطرات کوچک و توزیع یکنواخت تری دارند (شکل ۱-ب تا ت). این مسئله به تفاوت ساختار پروتئین و صمغ و خصوصیات امولسیون کنندگی این دو ماده از قبیل فعالیت سطحی آن ها، سرعت جذب سطحی در سطح قطره، خصوصیات شکل پذیری و برهم کنش داخل مولکولی در فصل مشترک روغن - آب مرتبط می باشد [۱۴، ۱۵].



شکل ۱ تصاویر میکروسکوپ نوری از ریز ساختارهای امولسیون ها در غلظت ۱ درصد توپین ۸۰ و درصد های: (آ) ۰٪، (ب) ۴۰٪، (پ) ۶۰٪، (ت) ۸۰٪، و (ث) ۱۰۰٪ صمغ عربی به مجموع صمغ و WPC.

۳-۲- اثر غلظت توپین ۸۰ بر اندازه قطرات

امولسیون

بررسی ها نشان داد هر چه مقدار امولسیفایر توپین ۸۰ به کار رفته بیشتر باشد اندازه ذرات کمتر می شود (شکل ۲). با افزایش غلظت توپین ۸۰ از ۰ به ۴٪ اندازه ذرات امولسیون حاوی WPC از ۲/۴ میکرومتر به ۰/۶ میکرومتر کاهش یافت. همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می شود در غیاب توپین ۸۰ اندازه قطرات امولسیونی در غلظت های مختلف صمغ و WPC بین ۱ تا ۳ میکرومتر بدست آورده شده است، در حالی که با افزودن توپین ۸۰ کاهش چشمگیری در اندازه قطرات

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که نسبت مواد بیوپلیمری در تشکیل دیواره امولسیونی به طور معنی داری بر قطر متوسط قطرات تأثیر دارند ($p < 0.05$). به طور کلی با افزایش نسبت اختلاط صمغ عربی به عنوان جایگزینی برای WPC قطر گویچه ها به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۲). لذا می توان چنین نتیجه گرفت که امولسیون های تهیه شده با صمغ عربی نسبت به پروتئین خالص دارای اندازه قطرات کوچک تر و یکنواخت تری می باشند.

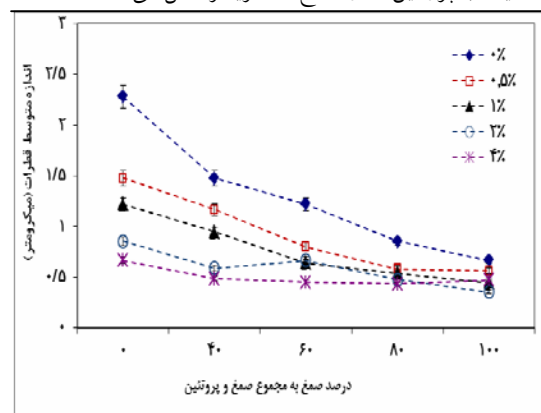
نسبت های ۶۰٪ یا بیشتر صمغ به مجموع صمغ و WPC تغییرات اندازه قطرات با افزایش غلظت امولسیفایر معنی دار نمی باشد ($p > 0.05$) [۱۳].

۳-۳- اثر ترکیب دیواره و غلظت امولسیفایر بر گرانروی

جدول ۲ مقادیر گرانروی امولسیون های حاوی نسبت های متفاوتی از هیدروکلوئید صمغ عربی و پروتئین WPC را در غلظت های مختلف امولسیفایر توپین ۸۰ نشان می دهد. ملاحظه می گردد با افزایش درصد صمغ بکار رفته در ترکیب بیوپلیمری دیواره امولسیونی، گرانروی فزونی یافت. هیدروکلوئید ها با اصلاح خصوصیات رئولوژیکی فاز مائی امولسیون ها به پایداری آنها کمک می کنند و از بر هم کنش بین ذرات فاز پراکنده (روغن) و ته نشینی و انعقاد قطرات امولسیون جلوگیری می کنند [۱۵]. افزوده شدن هیدروکلوئیدها به امولسیون به علت داشتن وزن مولکولی بالا، حرکت قطرات را کاهش داده و باعث گرانروی بیشتر امولسیون و تشکیل شبکه های سه بعدی در فاز پیوسته می شوند [۱۷، ۱۸].

هم چنین، استفاده از توپین ۸۰ با غلظت ۰/۵ نسبت به حالتی که امولسیفایر استفاده نشود (غلظت صفر) سبب افزایش معنی داری در گرانروی امولسیون می گردد ($p < 0.05$). در غلظت های بالاتر امولسیفایر (از ۱ تا ۴٪) تغییرات در بیشتر موارد معنی دار نبود و البته روند مشخصی نیز مشاهده نشد. به طور کلی می توان گفت که افزایش گرانروی موجب کاهش حرکت ذرات شده و در نتیجه تعداد برخورد ذرات به یکدیگر کمتر می شود و از شدت بهم آمیختن قطرات کاسته می گردد. بنابراین، گرانروی فاز پیوسته نقش مهمی در تثبیت امولسیون دارد [۱۹].

حاصل شد و به کمتر از ۱/۵ میکرومتر رسید. آنالیز آماری اندازه قطرات امولسیونی نشان داد که غلظت توپین ۸۰ در ترکیب هایی که میزان صمغ عربی نسبت به مجموع صمغ و پروتئین کمتر از ۶۰٪ است دارای اثر معنی داری ($p < 0.05$) بر اندازه قطرات دارد. این رویداد به علت جذب سریع توپین ۸۰ نسبت به بیوپلیمر ها می باشد. از آنجایی که جدایی قطرات و جذب امولسیفایر و برخورد قطرات همه در یک زمان کوتاه باید اتفاق افتد. پروتئین ها در مقایسه با توپین ۸۰ در نفوذ و جذب به محل های جدید آهسته عمل می کنند. امولسیفایر توپین ۸۰، مولکول منومری دارای دو سر آبدوست و آبگریز می باشد. از طرفی دیگر مولکول های مانند WPC با وزن بالا که شامل گروه های آبدوست و آبگریز هستند سبب می شوند که در نفوذ و جذب به محل های جدید در مقایسه با امولسیفایرهای کوچک آهسته عمل کنند، لذا امولسیفایر در مقایسه با پروتئین ها و صمغ ها سریعتر عمل می کند [۱۶].



شکل ۲ تغییرات اندازه متوسط قطرات امولسیون در مقابل نسبت

بیوپلیمری در غلظت مختلف امولسیفایر توپین ۸۰

از سویی دیگر افزایش غلظت امولسیفایر بیشتر از ۱٪ تاثیر کمتری بر کاهش اندازه قطرات دارد و به خصوص در

جدول ۲ گرانروی امولسیون ها در نسبت های مختلف صمغ به ترکیب بیوپلیمری و غلظت های متفاوت توپین ۸۰

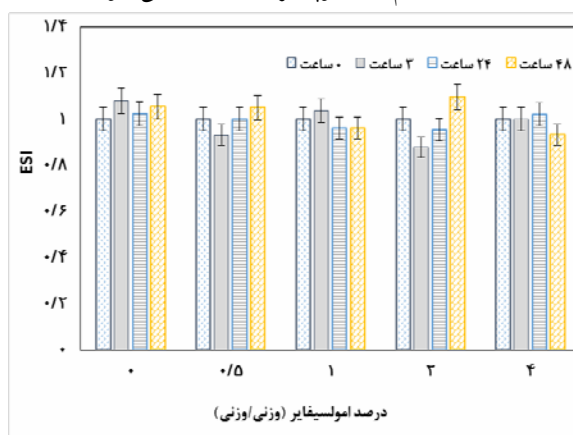
درصد صمغ به ترکیب بیوپلیمری	گرانروی (میلی پاسکال ثانیه)				
	درصد توپین ۸۰				
	۰	۰/۵	۱	۲	۴
۰	۱۴/۱±۰/۱	۲۸/۴۹±۱/۲	۱۸۳±۹/۱	۶۱/۴۹±۳/۱	۴۷/۹۹±۲/۴
۴۰	۲۲۲±۱۰/۱	۴۵۸/۹±۱۳/۱	۴۰۲/۵±۲۰/۱	۴۰۷/۹±۲۰/۲	۴۱۲/۴۱±۲۰/۶
۶۰	۱۲۹/۶±۶/۵	۲۸۳/۴±۱۴/۲	۸۲۷/۳±۴۱/۴	۳۷۳/۴±۱۸/۷	۳۴۷/۹۳±۱۷/۴
۸۰	۱۲۳±۶/۲	۳۹۱/۴±۱۹/۶	۱۳۳۳±۶۶/۶۵	۳۵۶/۹±۱۷/۸	۶۲۶/۸۷±۳۱/۳
۱۰۰	۱۸۶/۹±۹/۳	۳۷۹/۴±۱۸/۹	۱۴۸۰±۷/۴	۷۸۸/۸±۳۹/۴	۱۶۴۵/۱۵±۸۲/۳

۳-۴- مطالعه پایداری امولسیون ها

شاخص پایداری امولسیون ها^۱ (ESI) بر اساس معادله ۲ قابل محاسبه می باشد [۱۶].

$$ESI = \frac{\text{داده امولسیون ذخیره شده}}{\text{داده امولسیون اولیه}}$$

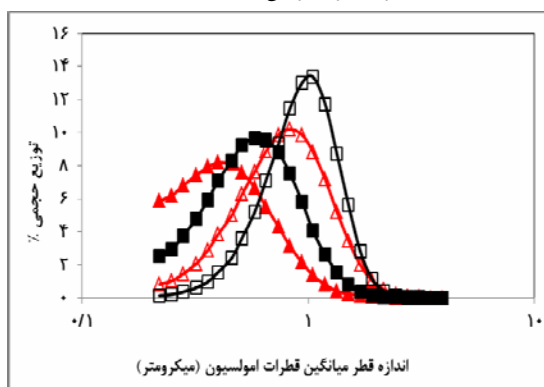
در این پژوهش شاخص پایداری امولسیون ها با بررسی اندازه قطرات آنها در طی زمان نگه داری محاسبه شد. شکل ۳ تغییرات ESI را در غلظت های مختلف امولسیفایر توپین ۸۰ و در بازه های زمانی صفر (بلافاصله)، ۳، ۲۴، و ۴۸ ساعت بعد از تهیه نشان می دهد. نتایج آنالیز واریانس حاکی از این بود که تغییرات اندازه قطرات در این مدت، اختلاف معنی داری نداشتند ($p > 0.05$). این مطلب نشان دهنده آن است که امولسیون های تهیه شده در طی این مدت پایدار می باشند. دلیل پایداری به علت نقش مواد دیواره است. وقتی از دو ترکیب امولسیفایر و پروتئین یا صمغ استفاده می شود امولسیون پایدار ایجاد می شود زیرا امولسیفایرها از بیو پلیمرها کوچکترند و می توانند کشش سطحی را بیشتر و سریع تر کاهش دهند. اگر چه مولکول های بیو پلیمر، در مراحل اولیه امولسیون سازی در سطح جذب می شوند، ولی بعد به سرعت تعداد زیادی مولکول های امولسیفایر کوچک در سطح جذب شده و جایگزین بیو پلیمرها می شوند و فیلم اولیه بیوپلیمری را جابجا می کنند، که اگر نسبت امولسیفایر به پروتئین بیشتر از ۱۵ باشد همه ی فیلم های بیوپلیمری کلاً جابجا می شود [۱۳].



شکل ۳ اثر غلظت توپین ۸۰ بر پایداری امولسیون حاوی ۶۰ درصد صمغ به ترکیب بیوپلیمری در بازه زمانی معین.

۳-۵- بررسی اثر اعمال فرا صوت

استفاده از فرا صوت در تهیه امولسیون ها سبب پهن شدگی و جابه جایی منحنی های توزیع اندازه قطرات امولسیونی به مقادیر کوچکتر شدند (شکل ۴). تأثیر فرا صوت بر امولسیون های حاوی ۱٪ توپین ۸۰ دارای توزیع یکنواخت تری نسبت به مورد مشابه در غلظت ۴٪ آن داشت. همچنین، مقایسه اندازه قطرات (جدول ۳) نیز تأییدی بر این مطلب است که در غلظت کمتر امولسیفایر توپین ۸۰ اثر فراصوت مشهود تر بوده و تغییرات اندازه قطرات در امولسیون های صوت داده شده در مقایسه با آنهایی که صوت به کار نرفته است معنی دار می باشد. احتمالاً این امر به دلیل زیاد شدن انرژی وارده در واحد زمان می باشد که ذرات امولسیون حاوی ۴٪ امولسیفایر در مقادیر بالای صمغ، فرصت کافی برای شکسته شدن را نداشته و لذا به صورت قطرات بزرگتر می باشد [۳،۲۰].



شکل ۴ توزیع اندازه ذرات امولسیون های تهیه شده در شرایط با صوت دهی (نمادهای توپر) و بدون صوت دهی (نمادهای توخالی) حاوی: ۱٪ توپین ۸۰ (مربع)، و ۴٪ توپین ۸۰ (مثلث).

آنالیز آماری داده ها نشان داد که فراصوت بر امولسیون های حاوی غلظت های بالاتر WPC بیشترین تأثیر را داشت و اندازه قطرات و نیز گرانیوی کاهش یافت. هم چنین مشاهده می شود (جدول ۳) که با افزایش نسبت صمغ به ترکیب بیوپلیمری در امولسیون های حاوی ۱٪ امولسیفایر اعمال فراصوت سبب کاهش تدریجی اندازه قطرات گردید. در حالی که در امولسیون های حاوی ۴٪ امولسیفایر، اندازه قطرات روند افزایشی را نشان داد به طوری که در امولسیون حاوی صمغ به تنهایی بیشترین اندازه قطرات بدست آمد. آنالیز آماری داده های حاصل نشان داد که هیچ یک از سه عامل میزان صمغ، زمان و امولسیفایر در اندازه ذرات تأثیر گذار نیستند و اختلاف معنی دار ایجاد نمی کنند. در بررسی پایداری ذرات، فقط در

1. Emulsion stability index

ترکیب با ۴٪ امولسیفایر و نسبت صمغ به ترکیب بیوپلیمری ۸۰٪ اختلاف معنی دار مشاهده شد و نشان دهنده

ناپایداری امولسیون مذکور در زمان مورد بررسی بود.

جدول ۳ خصوصیات امولسیون های تهیه شده با و بدون فراصوت

غلظت تویین ۸۰	درصد AG/(AG+WPC)	D ₃₂ (میکرومتر)		ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه)	
		بدون صوت	با صوت	بدون صوت	با صوت
۱٪	۰	۱/۲۲±۰/۰۳	۰/۴۶±۰/۰۲	۱۸۳±۹/۱	۱۰/۵±۲/۱
	۴۰	۰/۹۱±۰/۰۷	۰/۴۱±۰/۰۵	۴۰۲/۵±۲۰/۱	۱۸۸/۹۶±۱۰/۳
	۶۰	۰/۶۲±۰/۰۳	۰/۴۶±۰/۰۶	۸۲۷/۳±۴۱/۴	۳۲۵/۴۳±۱۷/۶
	۸۰	۰/۵۳±۰/۰۵	۰/۳۹±۰/۰۳	۱۳۳۳±۶۶/۶۵	۲۶۹/۹۴±۱۷/۱
	۱۰۰	۰/۴۴±۰/۰۲	۰/۳۹±۰/۰۲	۱۴۸۰±۷۴	۱۳۶/۴۷±۱۱/۵
۴٪	۰	۰/۶۵±۰/۰۳	۰/۳۶±۰/۰۶	۴۷/۹۹±۲/۴	۱۳/۵±۴/۴
	۴۰	۰/۴۶±۰/۰۲	۰/۴۴±۰/۰۴	۴۱۲/۴۱±۲۰/۶	۱۸۸/۹۶±۱۳/۹
	۶۰	۰/۴۵±۰/۰۱	۰/۴۵±۰/۰۴	۳۴۷/۹۳±۱۷/۴	۲۱۵/۹۵±۱۲/۱
	۸۰	۰/۴۴±۰/۰۲	۰/۵۰±۰/۰۵	۶۲۶/۸۷±۳۱/۳	۱۲۲۵/۲۴±۱۰/۸
	۱۰۰	۰/۴۹±۰/۰۲	۰/۵۶±۰/۰۷	۱۶۴۵/۱۵±۸۲/۳	۴۶۹/۴±۲۳/۵

۴- نتیجه گیری

بررسی تهیه امولسیون روغن سبوس برنج در آب با استفاده از صمغ عربی و پروتئین کنسانتره آب پنیر و در حضور غلظت های متفاوتی از امولسیفایر تویین ۸۰ نشان داد که خصوصیات امولسیون های تهیه شده نه تنها به غلظت و نوع مواد دیواره، بلکه به غلظت امولسیفایر نیز بستگی دارد. اگر چه این تاثیر برای غلظت های بالای امولسیفایر کمتر مشهود است و حتی ممکن است نتیجه عکس به همراه داشته باشد. هم چنین استفاده از فرا صوت در تهیه امولسیون ها نیز بر خصوصیات امولسیون ها تاثیر گذار است و منجر به تشکیل امولسیون هایی با اندازه قطرات ریز تر شود به خصوص در امولسیون های حاوی بیوپلیمر های حاوی پروتئین این تأثیرات مشهود تر است.

۵- منابع

- [2] Dickinson, E. 2009. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, 23, 1473-1482.
- [3] Yang, Y., Marshall-Breton, C., Leser, M. E., Sher, A. A., McClements, D. J., 2012. Fabrication of ultrafine edible emulsions: Comparison of high-energy and low-energy homogenization methods, *Food Hydrocolloids*, 29: 398- 406.
- [4] Kentish, S.; Wooster T.J.; Ashokkumar, M.; Balachandran, S.; Mawson, R.; Simons, L. 2008. The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9, 170-175.
- [5] Xu, Z.; Hua, N.; Godber, J. S., 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and g-oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2, 20-azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 2077-2081.
- [6] McNamee, B.F., O'Riordan, E.D., and O'Sullivan, M. 1998. Emulsification and microencapsulation properties of gum Arabic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4551-4555.
- [1] Shiga, H., Yoshii, H., Nishiyama, T. et al., 2001. Flavor encapsulation and release characteristics of spray-dried powder by the blended encapsulant of cyclodextrin and gum Arabic. *Drying Technology*, 19: 1385-1395.

- [13] Jafari, S. M., Assadpoor, E., Bhandari, B., and He, Y. 2008. Nano-particle encapsulation of fish oil by spray drying. *Food Research International* 41: 172–183.
- [14] Huang, X., Kakuda, Y., and Cui, W. 2001. Hydrocolloids in emulsion: Particle size distribution and interface activity, *Food Hydrocolloids*, 15: 533-542.
- [15] Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17: 25–39.
- [16] Jafari, S. M., He, Y., and Bhandari, B. 2007. Effectiveness of encapsulating biopolymers to produce sub-micros by high energy emulsification techniques. *Food Research International* 40: 862- 873.
- [17] Glicksman, M., 1982. *Food Hydrocolloids*. Vol . I. CRC Press Inc.
- [18] Dickinson, E. 2001. Milk protein interfacial layers and the relationship to emulsion stability and rheology. *Colloids Interfaces B.*, 20: 197–210.
- [19] Ibanoglu, E. 2002. Rheological behavior of whey protein stabilized emulsions in the presence of gum Arabic. *Journal of Food Engineering*, 52: 273-277.
- [20] Leonga, T.S.H.; Woosterb, T.J.; Kentisha, S.E.; Ashokkumara, M. 2009. Minimising oil droplet size using ultrasonic emulsification. *Ultrasonics Sonochemistry*, 16, 721-727.
- [7] Kim, Y.D., and Morr, C.V. 1996. Microencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: spray dried orange oil emulsion particles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1314–1320.
- [8] Dalgleish, D.G. 1997. Adsorption of proteins and the stability of emulsions. *Trends Food Science and Technology*, 8: 1–6.
- [9] Rosenberg, M., and Sheu, T.Y. 1996. Microencapsulation of volatiles by spray-drying in whey protein-based wall systems. *International Dairy Journal*, 6: 273–284.
- [10] Rosenberg, M. 1997. Milk Derived Whey Protein-Based Microencapsulating Agents and a Method of Use. US Patent no. 5,601,760. California Corporation, Oakland, CA.
- [11] Sasaki, J.; Takada, Y.; Kusuda, M.; Tanabe, Y.; Matsunaga, A.; Arakawa, K., 1990. Effects of g-oryzanol on serum lipids and apolipoproteins in dyslipidemic schizophrenics receiving major tranquilizer. *Clinical Therapeutics*. 12: 263–268.
- [12] Razavizadeh, B. M., Khanmohammadi, F., Azizi, S. N., 2014. Comparisons of Characterizations of rice bran oil microcapsules prepared by spray drying and freeze drying, *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 3 (2): 97-114.

Study of Physicochemical Properties of Rice Bran Oil in Water Microemulsion: Effect of Ultrasound and Concentration of Tween 80

Razavizadeh, B. M. ^{1*}, Khanmohammadi, F. ², Azizi, S. N. ³

1. Assistant professor, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran

2. Ms Graduated, faculty of Chemistry, Mazandaran University, Babolsar, Iran

3. Professor, Faculty of Chemistry, Mazandaran University, Babolsar, Iran

(Received: 94/6/7 Accepted: 94/9/16)

Rice bran oil in water emulsions were prepared in different ratios of Gum Arabic (AG) and whey protein concentrate (WPC) and in the presence of Tween 80 emulsifier with and without using ultrasound. Droplet size and viscosity of produced emulsions were studied in different concentrations of emulsifier Tween 80 (0, 0.5, 1, 2 and 4%). Statistical results indicated the emulsion droplet size decreased significantly ($p < 0.05$) with increasing up to 2% concentration of Tween 80 and in lower than 60% of biopolymer blended (AG/AG+WPC). Viscosities of emulsions were increased as emulsifier Tween 80 increased. Also, the preparation of emulsions using ultrasound were resulted a significant decrease in the emulsion droplets sizes. However, at concentration of 1% tween 80, droplet size of emulsion gradually decreased as the ratio of GA to biopolymer blend increased. While in higher concentration of emulsifier (4%) there was no such trend. Although, statistical analysis indicated these changes were not significant ($p < 0.05$).

Keywords: *Microemulsion, Rice bran oil, Gum Arabic, Whey protein concentrate, Ultrasound*

* Corresponding Author E-mail Address: m.razavizadeh@rifst.ac.ir