بررسی تاثیر فرمولاسیون های مختلف بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مارگارین مایع سرخ کردنی

مریم آذری فر[1*] ، محمد حسین حداد خداپرست[2]، امیر حسین الهامی راد[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی ،واحد سبزوار(مسوول مکاتبات)

ma_azarifar@yahoo.com

[2] استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[3] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی،دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد سبزوار

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۲

چکیده

به منظور بررسی امکان تولید مارگارینی با قابلیت سرخ کردن ، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی به اجرا در آمد . فاکتورهای مورد آزمایش عبارت بودند از: روغن های مختلف(شامل:پالم سوپر اولئین – کلزای نیمه هیدروژنه – مخلوط پالم سوپر اولئین و کلزای نیمه هیدروژنه به نسبت ۵۰-۵۰ و کلزای مایع) به عنوان فاکتور اول و ۳ درصد رطوبت متفاوت(شامل:۱۶ – ۸ -۴ ٪ رطوبت) به عنوان فاکتور دوم. پس از بررسی ویژگی های فاز روغنی و فرمولاسیون مارگارین؛ اندازه گیری اسیدیته ، نقطه دود ومیزان ویسکوزیته ی مارگارین تولید شده انجام گردید. نتایج مقایسات میانگین ها بیانگر این بود که اختلاف معنی داری بین انواع مارگارین ها از نظر ایجاد متغیر های ذکر شده به دلیل مقاومت متفاوت روغن ها وجود دارد. همچنین اثر میزان رطوبت مارگارین بر نقطه دود ، اسیدیته و میزان ویسکوزیته معنی دار بود. کم ترین میزان اسیدیته و بالاترین نقطه ی دود در مارگارینی با پایه ی روغنی پالم سوپراولئین و میزان رطوبت پایین مشاهده گردید.همچنین بیشترین میزان ویسکوزیته در مارگارینی با فاز روغنی پالم سوپراولئین و رطوبت۱۶٪ به دست آمد که به دلیل محتوای مواد جامد بالای آن و تشکیل کریستال های ریزدر حین تولید مارگارین می باشد.

واژه های کلیدی : مارگارین ، روغن پالم سوپر اولئین ، کلزای نیمه هیدروژنه ، ویژگی های فیزیکوشیمیایی ، امولسیفایر

۱-مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت و گسترش نیاز های غذایی در کنار اصل مهم سالم بودن ماده غذایی ایجاد تنوع در تولید غذا نیز از نکات بسیار مهم به شمار می رود. انجام فعالیت های تحقیقاتی در زمینه های مختلف مربوط به تولید ، فرمولاسیون ، ویژگی ها و ماندگاری مارگارین پشتوانه ی خوب و مناسبی برای بهره برداری از امکانات تولیدی موجود و عرضه مارگارین مناسب به جامعه ی مصرف کنندگان می باشد . طبق استاندارد ، مارگارین عبارت است از امولسیون آب

در روغن که اساساً از روغن ها و چربی های خوراکی تهیه شود. مارگارین باید دارای حداقل ۸۰٪ چربی و حداکثر ۱۶٪ آب باشد و سایر مواد افزودنی طبق استاندارد معین شده به کار رود (۶) .

رایج ترین طبقه بندی مارگارین بر اساس ویژگی های بافتی آن است . انواع مارگارین بر این اساس عبارتند از : مارگارین قالبی سخت ، مارگارین نرم و مارگارین مایع. از جمله مزایای مهم مارگارین نسبت به کره همین است که بافت آن را می توان تغییر داد (۳۵). تنوع بافت مارگارین ها امکان مصرف و کاربرد آن ها را در شرایط گوناگون و هدف های مختلف فراهم می سازد . مارگارین همان گونه که ذکر گردید از دو فاز چربی و آب تشکیل می شود . فاز چربی مخلوطی از روغن ها و چربی های مناسب و مواد محلول در چربی شامل ویتامین ها ، رنگ ها ، آنتی اکسیدان ها ، امولسیفایرها و اسانس ها می باشد. در فاز آبی مارگارین می توان از آب ، شیر بدون چربی و یا آب پنیر استفاده نمود و همچنین مواد محلول در این فاز شامل نمک ، نگه دارنده های شیمیایی ، مواد تقویت کننده ی اثر آنتی اکسیدانی و... هستند (۲) . در صورت استفاده از آب آشامیدنی در این فاز بایستی عاری از هر گونه بو ومزه باشد. برای کمک به بهبود طعم مارگارین تهیه شده با آب می توان از ۱-۰/۵٪گلوکز ، ۰/۵-۰/۲۵٪ ساکارز ، ۰/۴-۰/۲٪ اسید سیتریک - ۰/۳-۰/۲٪ اسید لاکتیک و ۰/۱٪ اسید استیک به فاز آبی اضافه نمود. (۵) در مورد فاز روغنی مورد استفاده در تولید مارگارین مایع و در عین حال پایدار در مقابل حرارت می توان از روغن های سرخ کردنی ، گروههای روغنی پایدار نظیر پالم ، پالم اولئین ، کنولای کم لینولنیک و ... و نیز بهره گیری از تکنیک های اختلاط و هیدروژناسیون و استریفیکاسیون استفاده نمود (۳) . برای ایجاد رنگ زرد و یا رنگ زرد کهربایی مشابه کره در مارگارین لازم است از مواد رنگی طبیعی و یا مصنوعی در فرمولاسیون آن استفاده شود . کاروتنوئید ها وβ کاروتن مصنوعی از ترکیباتی هستند که کاربرد وسیعی در این زمینه دارند.کاروتنوئیدهای طبیعی در عصاره ی هویج ، روغن پالم و آناتو وجود دارند (۱۲) .در مورد استفاده از طعم دهنده ی کره می توان خاطر نشان کرد که هنگامی که فرآورده غذایی حاوی طعم کره ، حرارت داده می شود ، عطر و طعم قوی تر شده و تـرکیبات معطره بین فازها کاملاً توزیع می شوند و مقادیر اسیدهای چرب فرار در فاز چربی افزایش می یابد (۱۰) . مهم ترین عامل در تهیه ی یک امولسیون پایدار ، انتخاب امولسیفایر مناسب است . استفاده از امولسیفایرها در مارگارین این امکان را به وجود می آورد تا به منظور سرخ کردن ماده ی غذایی از آن استفاده گردد ، بدون این که در حین حرارت دهی آب موجود در آن متراکم و به اطراف پاشیده شود . (۲) همچنین برای جلوگیری از حالت شنی و ۲ فاز شدگی مارگارین در اثر تغییر وضعیت کریستال های موجود نیز از امولسیفایر استفاده می گردد. به علاوه امولسیفایر به دلیل ویژگی هایش باعث ایجاد تردی و بهبود بافت غذای سرخ شده در مارگارین می گردد . همچنین ماده ی غذایی حرارت دیده در مارگارین دارای عطر کره و رنگ طلایی و مطلوب نیز می باشد.

۲-مواد و روش ها

روغن های نباتی اولیه ی مورد استفاده برای تهیه ی نمونه های مارگارین مایع و مخصوص سرخ کردن مورد نظر شامل ۷ لیتر روغن پالم سوپر اولئین خنثی ، بی رنگ و بی بو شده در شرکت روغن نباتی مارگارین ، تولید شده در کشور مالزی ، ۱۰ لیتر روغن کلزای مایع ، خنثی ، بی رنگ و بی بو شده در شرکت مارگارین ، تولید شده در کشور اوکراین و ۷ لیتر روغن کلزای نیمه هیدروژنه تولید شده در کشور اوکراین است که در شرکت سهامی بهشهر فرآیند هیدروژناسیون جزئی روی آن صورت می گیرد. روغن های مصرفی هر یک حاوی ppm ۱۰۰ آنتی اکسیدان TBHQ می باشند.

۲-۱- تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن هـای پایه

پس از همگن کردن ، از هـر نـوع روغـن مـورد استفاده ، برای تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ، نمونه برداری طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳ انجام شد (۱) .

ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن های اولیه شامل پالم سوپر اولئین ، کلزای نیمه هیدروژنه و کلزای مایع با روش های زیر هر کدام در ۳ تکرار ارزیابی گردید.

تعیین عدد پراکسید مطابق با روش AOCS به شماره Cd ۸-۵۳،تعیین گردید. عدد اسیدی ، مطابق با روش AOCS به شماره یTe ۱a-۶۴،عدد یدی ویجس مطابق با روش AOCS به شماره ی Cd ۱d -۹۲ ، تعیین ضریب شکست در۴۰c۰ به وسیله ی رفراکتومتر مطابق با روش AOCS به شماره ی Cc ۷-۲۵ ، تعیین میزان رنگ مطابق با روش AOCS به شماره ی Cc ۱۳c -۵۰ توسط دستگاه لاوی باند،تعیین میـزان رطوبت مطـابق با روش AOCS به شماره های ۲e -۸۴ (روش کارل فیشر) و Ca ۲c -۲۵ (روش آون) ، تعیین میزان مقاومت اکسیداتیو مطابق با روش AOCS به شماره یCd۱۲ - ۵۷ وتعیین میزان ترکیبات قطبی مطابق با روش AOCS به شماره ی Cd ۲۰-۹۱ انجام گرفت (۴) .

۲-۲-فرمولاسیون و تولید مارگارین سرخ کردنی مایع

نوع روغن انتخاب شده بدین دلیل که مصرف این نوع مارگارین در فرآیند سرخ کردن می باشد مهم بوده و باید از روغنی استفاده شود که پایداری حرارتی مناسبی داشته و در عین حال میزان اشباعیت آن در حدی باشد که در دمای محیط به صورت مایع باقی بماند . از جمله ی این روغن های پایدار ، روغن پالم سوپراولئین و کلزای نیمه هیدروژنه است که در فرمولاسیون هابه عنوان فاز روغنی مورد استفاده قرار داده شد(۹). از روغن کلزای مایع تصفیه شده که دارای غیر

اشباعیت بالا و در نتیجه پایداری حرارتی کم تری نسبت به ۲ نوع روغنی که در بالا ذکر شده می باشد (۸) . همچنین در فاز روغنی مارگارین فرموله شده به صورت جداگانه استفاده گردید که هدف از تولید این فرمولاسیون مقایسه ی پارامترهای مورد بررسی در این نوع مارگارین با مارگارین های با فاز روغنی مقاوم می باشد . در ارتباط با میزان رطوبت مارگارین همان طور که در تعریف واستاندارد مارگارین ذکر شد ، حداکثر میزان رطوبت مارگارین ۱۶٪ می باشد . امولسیفایرهای مورد استفاده شامل امولسیفایر مخصوص برای فرمولاسیون مارگارین مایع می باشد که مخلوطی از منو و دی گلیسریدها و تری گلیسریدها بر پایه ی روغن تمام هیدروژنه شده کلزا و پالم است و باعث جلوگیری از جداشدن فاز روغنی از فاز آبی و پایداری مارگارین مایع و افزایش اتصال با مولکول های آب می شود.

امولسیفایر دیگر مورد استفاده ، نوع مخصوص به منظور فرمولاسیون مارگارین سرخ کردنی شامل مخلوطی از استراسید سیتریک ، منو - دی گلیسرید تهیه شده از روغن پالم تصفیه شده و لستین سویا می باشد که کاهش پاشش در طی سرخ کردن با مارگارینی که میزان نمک پائین دارد و یا pH فاز آبی آن اسیدی است ، جلوگیری از چسبندگی ماده غذایی در حین سرخ کردن به ماهیتابه ، پایدارکردن امولسیون مایع در طی فرآیند و بهتر پخش شدن ذرات ریز آب در مارگارین از جمله خواص کاربردی این امولسیفایر هستند. امولسیفایرهای مورد استفاده به شرکت Danisco سفارش داده شده و از کشور دانمارک وارد گردید.

در این فرمولاسیون از ضد کف دی متیل سلیکون ساخت انگلیس و تهیه شده از شرکت Pennwhite ، رنگ β کاروتن از شرکت Vitablend – France و اسانس(عطر کره) از شرکت ARGEVILLE – France استفاده گردید. در مقیاس آزمایشگاهی با ۴ نوع فاز روغنی (شامل پالم سوپر اولئین ، کلزای نیمه هیدروژنه ، مخلوط پالم سوپر اولئین و کلزای نیمه هیدروژنه به نسبت ۵۰-۵۰ ، کلزای مایع) و ۳ نوع درصد رطوبت مختلف (۱۶،۸،۴٪)به عنوان فاز آبی ، دوازده نوع فرمولاسیون مارگارین سرخ کردنی مایع تهیه گردید. فاز آبی شامل آب مقطر (بسته به میزان رطوبت مورد نظر در مارگارین)، نمک به میزان ۰/۲-۰/۵ ٪ ، اسید سیتریک برای تنظیم pH فاز آبی بر روی ۵ و سوربات پتاسیم به مقدار ppm ۳۰-۱۰ می باشد(۷) . فاز آبی پس از تهیه در دمای $80^{\circ}c$ به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه پاستوریزه گردید. در تهیه ی فاز روغنی ، حجم روغن مربوطه به ۵ قسمت تقسیم شده ، یک قسمت آن را تا $70^{\circ}c$ گرم کرده و امولسیفایرها و پایدار کننده در حالی که مخلوط بر روی هیتر قرار گرفته و با سرعت بالا به خوبی هم زده می شود ، به آهستگی اضافه می گردد.امولسیفایرهاشامل امولسیفایر مخصوص مارگارین سرخ کردنی که به شکل قرص های ریز است و به میزان ۰/۴٪ و امولسیفایر مخصوص مارگارین مایع که به صورت پودر سفیدرنگی است به میزان ۲٪ به مخلوط اضافه می گردد . علاوه بر این ها پایدار کننده سوربیتان تری استئارات هم که به صورت حبه های کوچک سفیدرنگ است به میزان ۰/۲-

۰/۱٪ به مخلوط اضافه می شود.سپس مخلوط یکنواخت شده به طوری که مواد و ذرات به خوبی در روغن حل گشته وهیچ گونه ذره ی جامدی در فاز روغنی رویت نشود ، ضد کف دی متیل سلیکون که مایعی غلیظ و بی رنگ است به فاز روغنی به میزان ۰/۷-۰/۵ ٪ اضافه شده و کاملاً همگن می گردد . سپس مخلوط رااز روی هیتر برداشته تا دمای آن به حدود ۵۵ ° c-۵۰ کاهش یابد.از طرف دیگر ، ۴ قسمت دیگر روغن را فقط تا دمای ۵۵°c گرم کرده و β کاروتن به میزان ۰/۰۰۸٪ و اسانس به میزان ۰/۰۴٪ به آن اضافه شده ، خوب مخلوط می گردد. همان طور که مشاهده می شود فاز روغنی در ۲ قسمت تهیه شده است ، زیرا لازم نیست تمام روغن تا دمای بالا (نزدیک ۷۰°c) (دمای ذوب و حلالیت امولسیفایرها و سایر مواد) حرارت دهی شود. بنابراین برای جلوگیری از صدماتی که به روغن در دمای بالا وارد می شود ، فقط قسمتی از آن تا حرارت ۷۰°c حرارت دهیمی شود .

پس از ترکیب کردن ۲ مخلوط فاز روغنی ، به همراه هم زدن مداوم فاز آبی با درجه ی حرارت حدود ۴۵°c نیز کم کم به فاز روغنی در دمای ۵۰°c-۴۵ (دمای مناسب برای تهیه امولسیون) اضافه شده و امولسیون حاصل در این دما به مدت ۳-۲ دقیقه کاملاً مخلوط و یکنواخت می گردد . سپس به منظور کریستالیزاسیون و ایجاد کریستال های ریز و یکنواخت در امولسیون تهیه شده ازهمزن و حمام آب سرد با قابلیت تنظیم دما استفاده می گردد .دمای حمام باید طوری تنظیم شود که در حدود ۲ ساعت دمـای امولسیون در ۵ درجه سانتی گراد ثابت بماند .

در حین این ۲ ساعت باید مخلوط به خوبی همزده شود و کریستال ها از جداره ی ظرف تراشیده شود تا در حد امکان مانع از بزرگ شدن کریستال ها و کریستالیزاسیون ثانویه گردد.

۲-۳- تعیین ویژگی های نمونه های مارگارین سرخ کردنی فرموله شده

به این منظور بر روی نمونه ها آزمون های اندازه گیری اسیدیته ، نقطه دود ، ویسکوزیته (براساس زمان خروج نمونه ها از دهانه پیپت ۱۰cc) در سه تکرار صورت گرفت .

۲-۴-روش تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمایش ها

نتایج حاصل از آزمایش ها ی مختلف بر روی نمونه ها در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت . مقایسه ی میانگین های مربوط به نمونه ها با یکدیگر نیز با استفاده از آزمون دانکن و روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) انجام گردید.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن های اولیه مورد استفاده در تهیه ی مارگارین

نتایج بررسی ها در این رابطه معلوم می کند کهویژگی های تعیین شده روغن های اولیه با محدوده ی استانداردها مطابقت دارد . این موضوع بیانگر کیفیت مناسب آن ها می باشد .

جدول۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فازهای روغنی مورد استفاده در فرمولاسیون مارگارین سرخ کردنی مایع

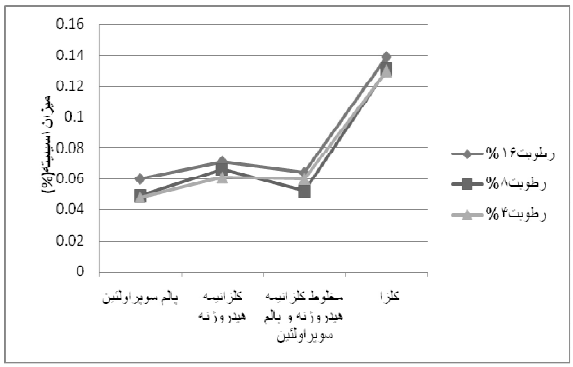
	پالم سوپراولئین	کلزای نیمه هیدروژنه	کلزا
عدد رفراکتومتری(۴۰ °C)	۱/۴۵۹۶۱	۱/۴۶۳۷۲	۱/۴۶۵۷
اسیدیته(٪)	۰/۰۵۲	۰/۰۵	۰/۱۳۵
مقاومت اکسیداتیو(ساعت)	۸۱	۶۵	۵۵
عدد یدی ویجس (٪)	۶۳/۴۸	۹۴/۷۹	۱۱۴/۱۷
رطوبت(٪)	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱۶
عدد پراکسید (meq/gr)	۰/۲۳	۰/۲۳۷	۰/۳
ترکیبات قطبی (٪)	۰/۳۹۶	۰/۷۸۳	۰/۷۹۶
رنگ(لاویبوند)	Red:1.8 Yellow:5. 9	Red:1 Yellow:9	Red:1.2 Yellow:19

راسل (۱۹۹۱) عنوان نمود که روغن های تصفیه شده تازه دارای عدد پراکسید کم تر از یک می باشند که این موضوع در مورد عدد پراکسید روغن های تهیه شده مصداق دارد (۱۱) . در بین فازهای روغنی متفاوت استفاده شده به عنوان فاز روغنی مارگارین های سرخ کردنی فرموله شده ، روغن پالم سوپراولئین مقاوم ترین و دارای کم ترین میزان ترکیبات قطبی و روغن کلزای مایع بیش ترین ترکیبات قطبی را دارا بود . میزان ترکیب اسید های چرب روغن کلزای نیمه هیدروژنه نیز با نتایج تحقیقات وارنر و همکاران(۱۹۹۴) در مورد روغن کانولای جزئی هیدروژنه شده با اندیس یدی ۸۶ به عنوان روغن سرخ کردنی مطابقت داشت (۱۲) .

۳-۲- بررسی درصد اسیدیته مارگارین های فرموله شده

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر نوع روغن بر میزان اسیدیته مارگارین تولید شده معنی دار است ($p<0.01$) . نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد که اختلاف معنی داری بین مارگارین های مختلف تولیدی از این حیث وجود دارد (شکل۱). بیشترین اسیدیته مربوط به مارگارینی با پایه کلزای مایع و رطوبت ۱۶٪ و پس از آن کلزای نیمه هیدروژنه با همین میزان رطوبت و کمترین اسیدیته در مارگارینی با فاز روغنی پالم سوپر اولئین و ۴٪ رطوبت

مشاهده گردید. علت این امر را نوع روغن های مصرفی از نظر پایداری و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در زنجیره و تاثیر میزان رطوبت در اسیدیته می توان دانست. البته در مارگارین هایی با یک نوع فاز روغنی فقط رطوبت ۱۶٪ اختلاف معنی داری از نظر اسیدیته با رطوبت های ۸ و ۴٪ نشان داده و این دو رطوبت اختلاف معنی داری با هم نداشتند که با توجه به این موضوع که اندازه گیری اسیدیته در این سری آزمایش ها در زمان صفر یعنی بدو تولید مارگارین صورت گرفته و رطوبت اثر زیادی در ازدیاد اسیدیته نگذاشته است . بنابراین علت را می توان به میزان بالاتر امولسیفایر مصرفی در مارگارین هایی با ۱۶٪ رطوبت و اثر اسیدیته ی امولسیفایر مصرفی در بالا رفتن اسیدیته ی مارگارین تولیدی دانست . در نتیجه در رطوبت های ۸ و۴٪ اختلاف اسیدیته فقط مربوط به نوع فاز روغنی می شود.

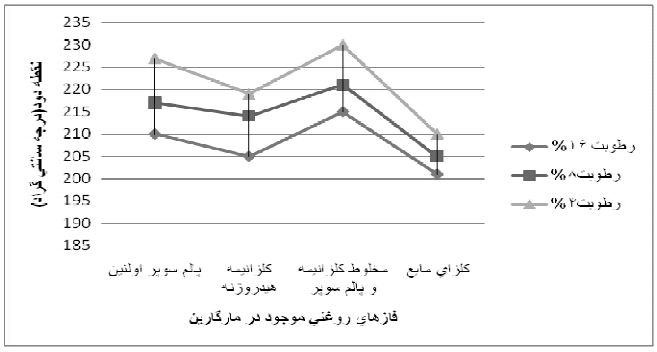


شکل ۱: اثر متقابل نوع روغن و میزان رطوبت در میزان اسیدیته مارگارین

۳-۳-بررسی تاثیر نوع مارگارین درمیزان نقطه دود

بوسیله اندازه گیری این پارامتر مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴/۵۲ انجام گرفت، حداقل نقطه دود برای روغن سرخ کردنی ۲۰۰ درجه سانتی گراد می باشد . که نقطه ی دود تمامی مارگارین های سرخ کردنی فرموله شده همان طور که در شکل ۲ دیده می شود از این میزان حداقل بالاتر می باشد . در میزان نقطه ی دود مارگارین های تولیدی نوع روغن و میزان رطوبت مارگارین نقش اساسی دارند . نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر نوع روغن بر نقطه ی دود معنی دار است($p<0.01$). میزان نقطه دود بستگی به پایداری و مقاومت روغن از نظر تری گلیسریدهای تشکیل دهنده ی آن ، از نظر اشباعیت و طول زنجیره دارد ، همان طور که در نمودار۳ مشاهده می شود در بین روغن های استفاده شده روغن های پالم سوپراولئین و مخلوط کلزای نیمه هیدورژنه و پالم سوپراولئین دارای اختلاف معنی داری نیستند ، گرچه پالم سوپراولئین دارای نقطه دود بالاتری از کلزای نیمه هیدروژنه و کلزای مایع می باشد ، ولی کلزای مایع و کلزای نیمه هیدروژنه از نظر تأثیر بر نقطه ی دود دارای اختلاف معنی دار با هم و با مارگارین هایی با پایه پالم سوپراولئین و مخلوط کلزای نیمه هیدروژنه و پالم سوپراولئین هستند. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثرمیزان رطوبت بر نقطه ی دود معنی دار است ($p<0.01$) . نتایج مقایسات میانگین ها نیز نشان داد که اختلاف معنی داری بین درصد

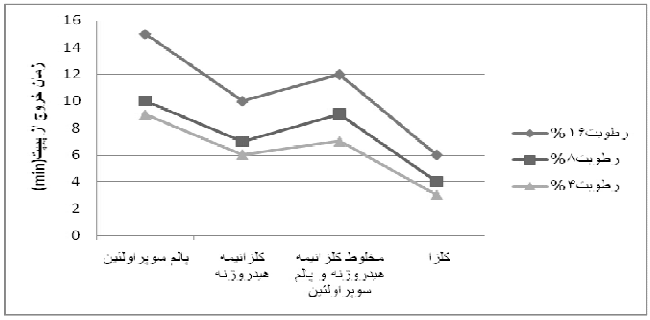
رطوبت های مختلف از نظر نقطه ی دود وجود دارد (شکل۴) . هر چه رطوبت بالاتر رود میزان تولید اسید چرب آزاد بالاتر رفته ، نقطه دود پایین تر می آید.



شکل۲:اثرمتقابل فاز روغنی و میزان رطوبت در میزان نقطه دود مارگارین

۳-۴-بررسی مقایسه ویسکوزیته ی مارگارین های تولیدی

در این روش عدد کاملاً ثابت و مشخصی به عنوان ویسکوزیته ی مارگارین های فرموله شده بیان نمی گردد ، زیرا که ویسکوزیته به طور مستقیم تحت تأثیر شرایط تولید (مانند زمان سرمادهی ، میزان سرمادهی ، طریقه ی مخلوط کردن و...)می باشد . یکی از عواملی که ویسکوزیته را تحت تاثیر قرار می دهد ، نوع روغن پایه فاز روغنی و نوع کریستال ها و اندازه کریستال هایی است که مارگارین را تشکیل می دهند . نتایج مقایسات میانگین نشان می دهد که اثر انواع مارگارین بر ویسکوزیته معنی دار است (شکل۳) . ویسکوزیته به عواملی نظیر محتوای جامد فاز روغنی و نوع کریستال های تشکیل شده بستگی دارد و کریستال های چربی با ایجاد شبکه ی سه بعدی موجب ویسکوز شدن و نگه داری بخش مایع در داخل این شبکه می شوند؛به طوری که پالم سوپراولئین در مدت زمان بیش تری کاملاً از پیپت خارج شده و مارگارین هایی با پایه کلزای مایع در بین ۴ نوع روغن تشکیل دهنده ی فاز روغنی ، کم ترین زمان خروج را به خود اختصاص می دهند که به علت غیر اشباعیت زیاد و ایجاد کریستال های β در هنگام سرمادهی می باشد ، ولی پالم سوپراولئین دارای تری گلیسریدهایی با نقطه ذوب بالا(اسید پالمتیک) و با تمایل به ایجاد حالت پلاستیکی در مارگارین و ایجاد کریستال های ریز β/ می باشد . هر چه میزان رطوبت بالاتر و میزان امولسیفایر مصرفی بیش تر باشد ، ویسکوزیته بیش تر می شود که یکی از دلایل آن وجود اسیدهای چرب اشباع شده در امولسیفایر می باشد (بالا رفتن میزان چربی جامد) و دلیل دیگر، تشکیل پیوندهای بیشتر بین مولکول های آب ، امولسیفایر و مولکول های روغن است که باعث پیوند بیشتر بین بخش های مختلف مارگارین تولید شده گردیده و در نتیجه ویسکوزیته افزایش می یابد .



شکل ۳: اثرمتقابل نوع فاز روغنی و میزان رطوبت در میزان ویسکوزیته ی مارگارین

۴-سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای مهندس صفافر به دلیل راهنمایی های بی شائبه ی ایشان و از مسوولین آزمایشگاه کنترل کیفیت شرکت مارگارین برای امکاناتی که در اختیار قراردادند ، قدردانی می گردد.

۵-منابع

۱-استاندارد نمونه برداری و روش های آزمون روغن ها و چربی ها ، ۱۳۷۸ . شماره ۴۹۳ ، انتشارات موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران ،کرج.

۲- هیسن هاتل، جرارد و هارتل،ریچارد. امولسیون کننده های غذایی و کاربرد آن ها ، ترجمه:محسن ضیائیان چاپ اول، تهران ،آرون،۱۳۸۱. ۳۲۴-۳۲۵.

3-Akoh ,C.C.2006 . Hand book of Functional Lipids . CRC TaylorandFrancis Group . p.p :198 – 199

4- AOCS official methods and recommended practices , 5th edition , edited by D.Firestone , AOCS, Champaign

5-Chrysan, M.M.2005.Margarine and Spreads. in Bailey,s industrial oil and fat products, 6th edition.Vol 4, edited by Shahidi, F., John Wily and Sons,Inc., New York, pp:33-83

6-Codex Alimentarius Commission.2001. Codex Standard for margarine, Codex Standard 32, second edition.

7-Eskin , N.A.M. and Przybylski , A. 2001 . Antioxidant and shelf life of foods . in Food shelf life stability . edited by Eskin ,N.A.M . and Robinson , D.s ., CRC. London . PP:178 – 182 ,218-224.

8- Gunstone , F.D ,2004. Rapeseed and canola oil (production , processing , properties and uses) , CRC press , London . pp:132 – 133.

9-Gupta.K.M.2005. Frying Oil. In bailey,s industrial oil and fat products, 6th.edition.Vol4, edited by Shahidi,F, John Wily and Sons,Inc., New York, pp:1 - 33.

10- Risch , S. J and Tangho , C ., 2000 , Critical flavor in butter , in Flavor chemistry ., American Chemical Society . Washangton DC ,pp: 52

11- Rossel , J.B .1991. How to measure oxidative rancidity in fats and fatty foods . Lipid Technology ,pp:121 - 126.

12- Warner , K. et al. 1994. Effects of frying oil composition on potato chip stability , JAOCS . 71(10),1117-1121.

13- Warner , k and Neff , W.E .2001 . Chemistry of fried food flavours . in Food flavor and chemistry . edited by Spanier , A.H., Shahidi , F., Parllment , T.H . Royal Society of Chemistry . pp: 291 – 293.