١٤٤٤١٤

دانشگاه ارومیه

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

دانشکده کشاورزی
گروه علوم و صنایع غذایی

بررسی اثر متقابل هیدروکلوئیدهای مختلف در تولید سس مایونز کم چرب

فاطمه شریفی

۱۳۸۹/۹/ ۸

استاد راهنما:
دکتر اصغرخسروشاهی اصل
استاد مشاور:
دکتر محمدامین محمدی فر

تابستان ۱۳۸۹

۱۴۶۴۱۶

پایان نامه خانم فاطمه شریفی به تاریخ ۸۹/۶/۲۹ به شماره ۱۵۵-۲ک مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی و نمره ۱۹ قرار گرفت.

۱-استاد راهنما و رئیس هیئت داوران :

۲-استاد مشاور :

۳-داور خارجی :

٤-داور داخلی :

٥- نماینده تحصیلات تکمیلی :

حق طبع و نشر این رساله متعلق به دانشگاه ارومیه است.

تقدیم به

پدر

و

مادر عزیزم

گوهرهای تک دانه و شمع شبستان زندگیم که در سایه
محبت ایشان درس اعتقاد ، امید و تلاش را آموختم

خواهران و برادرانم
که حضورشان در کنارم دری گرانبهاست

و مردم سرزمینم ایران

تقدیر و تشکر

« من علمنی حرفا فقد صیرنی عبدا»
" آنکس که به من حرفی آموخت به درستی که مرا بنده خود ساخت"

آغاز کلام با حمد و سپاس خالق هستی، که ستایشش موجب افزایش نعمت و کفران نعمتش موجب زائل شدن آن می شود. خداوند مهربان را به شکرانه الطاف بی پایانش از روی بندگی و اخلاص، سپاس و ستایش می گویم.

حال که این پایان نامه به پایان رسیده است بر خود لازم می دانم از زحمات بی پایان کسانی که این نگارش مرهون زحمات آنها است، سپاسگزاری کنم.

تشکر و سپاس بی کران خود را نسبت به خانواده عزیزم علی الخصوص پدر و مادر عزیزم که آگاهانه مشوقم بوده و در دوران تحصیل دانش یاری ام نموده اند، ابراز می دارم و برای خواهران و برادرانم آرزوی موفقیت دارم.

از جناب آقای پروفسور اصغر خسروشاهی اصل استاد راهنمای پایان نامه که به شایستگی همراهیم کردند و از جناب آقای دکتر محمدامین محمدی فر استاد مشاور پایان نامه که مرا از راهنمایی های خود بهره مند نمودند، در تمام مراحل کار راهگشای مشکلات من بودند و با صفا و صداقت خویش به بنده درس دقت، پشتکار و اعتماد به نفس آموختند، تشکر می کنم. همچنین از جناب آقای دکتر محمد علیزاده که بی هیچ چشم داشتی کارهای آماری این پایان نامه را قبول کردند و در تمامی مراحل همراهیم نمودند نهایت تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر محسن اسمعیلی و سرکار خانم دکتر زینالی نیز تشکر و قدردانی می نمایم.

از جناب آقای مهندس بهمن بهرامی کارشناس آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان برای مساعدت و همکاری در انجام آزمایشات بافت تشکر می کنم.

ازدوستان عزیزم راضیه ده بوره، محبوبه صادقی، الهام ملکی، ماندانا محمودی، هدی خالصی، آزاده صیادی، نسرین فرجی، بهناز روحی و زهرا اصلانی و همه دوستانی که در طی این سه سال یار و همراه و مددکار من بودند، به خاطر همه خوبی ها و کمک هایشان تشکر و قدردانی می نمایم و امیدوارم که در تمام مراحل زندگیشان موفق و مؤید باشند.

نگارنده

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۱

فصل دوم: کلیات و مروری بر پژوهش های پیشین

۲-۱-۱ تاریخچه تولید و مصرف سس مایونز ٤

۲-۱-۲ امولسیون‌ها ٦

۲-۱-۳ عوامل موثر بر پایداری امولسیون ها ۸

۲-۱-٤ امولسیون سس مایونز ۹

۲-۱-۵ پایداری امولسیون‌ها ۱۰

۲-۱-٦ تشکیل امولسیون ۱۱

۲-۱-۷ امولسیفایرها ۱۱

۲-۱-۸ پایداری امولسیون‌ها در ارتباط با عمل امولسیفایرها ۱۲

۲-۱-۹ پایدارکننده ها ۱۲

۲-۱-۱۰ مکانیسم پایداری امولسیون‌ها ۱۲

۲-۱-۱۱ اثر هیدروکلوئیدها و پروتئین‌ها بر پایداری امولسیون ۱٤

۲-۱-۱۲ناپایداری امولسیون‌ها ۱۵

۲-۱-۱۳ پایداری به دلیل عدم رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها ۱۸

۲-۱-۱٤ هیدروکلوئیدها و صمغ‌ها ۲۰

۲-۱-۱۵ اینولین ۲۳

۲-۱-۱٦ صمغ کتیرا ۲۵

۲-۱-۱۷ کیتوزان ۲۸

۲-۱- ۱۸ میکروکریستالین سلولز گوار..... ۳۰
۲-۱-۱۹تخم مرغ..... ۳۰
۲-۱-۲۰ روغن..... ۳۱
۲-۱-۲۱ ترکیبات اسیدی کننده..... ۳۱
۲-۱-۲۲ نمک..... ۳۲
۲-۱-۲۳ شکر..... ۳۳
۲-۱-۲٤ خردل..... ۳۳
۲-۲ کلیات..... ۳٤
۲-۲-۱ رئولوژی سس مایونز..... ۳٤
۲-۲-۲ رفتار نیوتنی و قانون گرانروی نیوتنی..... ۳٤
۲-۲-۳ رفتار غیر نیوتنی و گرانروی ظاهری..... ۳۵
۲-۲-٤ سیالات سودوپلاستیک..... ۳٦
۲-۲-۵ قانون نمایی یا مدل استوالد-دوال..... ۳۸
۲-۲-٦ بررسی خصوصیات ویسکوالاستیک..... ۳۹
۲-۲-۷ آزمون‌های نوسانی..... ٤۰
۲-۲-۸ تکنولوژی تولید سس مایونز..... ٤٦

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱ مقدمه..... ٤۸
۳-۲ روش تحقیق..... ٤۸
۳-۳ محل انجام آزمایش‌ها..... ٤۸
۳-٤ مواد اولیه و ابزار مورد استفاده در جریان تحقیق..... ٤۹
۳-۵ جامعه مورد بررسی..... ۵۱

۳-٦ روش نمونه گیری و تعداد نمونه..... ۵۱
۳-۷ طراحی آزمایش در مرحله دوم..... ۵۲
۳-۸ روش‌ها..... ۵٦
۳-۸-۱ روش بکار رفته برای ساخت سس مایونز مدل..... ۵٦
۳-۸-۲ روش انجام آزمون‌های رئولوژی..... ۵۷
۳-۸-۳ شرایط انجام آزمون‌های رئولوژی پایا..... ۵۷
۳-۸-٤ روش اندازه گیری خصوصیات بافتی..... ۵۸
۳-۸-۵ روش اندازه گیری رنگ در سیستم هانترلب..... ۵۸
۳-۸-٦ روش اندازه گیری pH..... ۵۹
۳-۸-۹ روش اندازه گیری مقدار رطوبت..... ۵۹
۳-۸-۱۰ روش اندازه گیری مقدار خاکستر کل..... ۵۹
۳-۸-۱۱ روش اندازه گیری مقدار چربی..... ۵۹
۳-۸- ۱۲روش اندازه گیری مقدار پروتئین کل..... ٦۰
۳-۸- ۱۳روش اندازه گیری مقدار کربوهیدرات کل..... ٦۰
۳-۸-۱٤ روش اندازه گیری مقدار کالری..... ٦۰
۳-۸-۱۵ روش آزمون پایداری تعلیق..... ٦۱
۳-۸-۱٦ روش اندازه گیری آلودگی میکروبی..... ٦۱
۳-۹ آنالیز آماری..... ٦۱

فصل چهارم: بحث و نتایج

٤-۱ بررسی اثر متغیرها بر پارامترهای رئولوژی پایا..... ٦۲
٤-۱-۱ بررسی اثر متغیرها بر مدل رفتار جریانی نمونه‌های مدل..... ٦۳
٤-۱-۲ بررسی اثر متغیرها بر پارامترهای مدل استوالد(قانون نمایی)..... ٦۸

٤-١-٣ بررسی اثر متغیرها بر مقدار گرانروی در نرخ برشی ۰/۵Pa.S ۷۲
٤-٢ بررسی اثر متغیرها بر پارامترهای توصیف کننده رفتار ویسکوالاستیک در آزمون‌های نوسانی ۷۵
٤-٢-١ آزمون روبش کرنش ۷۵
٤-٢-١-١ بررسی اثر متغیرها بر تغییر مدول افت و ذخیره در کرنش ۰/۵ ..... ۸۰
٤-٢-١-٢ بررسی اثر متغیرها بر تنش و کرنش متناظر با پایان ناحیه خطی (LVR) ۸٤
٤-٢-١-٣ بررسی اثر متغیرها بر شاخص پخش پذیری (b) ۸۸
٤-٣-٢ بررسی مدول افت و ذخیره و تانژانت افت در آزمون روبش فرکانس ۸۹
٤-٣-٢-١ بررسی اثر متغیرها بر تغییرات مقدار Z در تئوری بوهلین ۹٦
٤-٣-٢-٢ بررسی اثر متغیرها بر تغییرات مقدار لگاریتم A در تئوری بوهلین ۹۸
٤-٣-٣ بررسی نرخ بازگشت در آزمون وابستگی به زمان ۱۰۰
٤-٤ بررسی اثر متغیرها بر پارامترهای توصیف کننده خصوصیات بافتی ۱۰۵
٤-٤-١ بررسی اثر متغیرها بر ثبات و استحکام بافت مایونزهای مدل ۱۰۵
٤-٤-٢ بررسی اثر متغیرها بر چسبندگی بافت ۱۰۸
٤-٤-٣ بررسی اثر متغیرها بر قوام ۱۱۱
٤-٥ بررسی اثر متغیرها بر پارامترهای توصیف کننده خصوصیات رنگ ۱۱۳
٤-٥-١ بررسی فاکتور L^* در نمونه ها ۱۱۳
٤-٥-٢ بررسی فاکتور a در نمونه ها ۱۱۵
٤-٥-٣ بررسی فاکتور b* در نمونه ها ۱۱٦
٤-٦ بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۱۱٦
٤-٦-١ آزمون pH ۱۱٦
٤-٦-٢ آزمون تعیین مقدار پروتئین/چربی/کربوهیدرات/خاکستر/رطوبت/کالری ۱۱۸
٤-٧ آزمون پایداری تعلیق ۱۲۰
٤-٨ اندازه گیری آلودگی میکروبی ۱۲۰

٤-٩ بهینه سازی و پیشگویی پاسخ ها..... ۱۲۲

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری کلی

٥-١ بحث و نتیجه گیری کلی..... ۱۲۵

٥-٢ پیشنهادات..... ۱۲٦

پیوست ها و ضمائم..... ۱۲۸

منابع..... ۱۳۸

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱ انواع امولسیون در سیستم آبی..... ۷

شکل ۲-۲ وضعیت قرار گرفتن یک امولسیون کننده در امولسیون روغن در آب..... ۸

شکل ۲-۳ انواع مختلف ناپایداری در امولسیون روغن در آب..... ۱۷

شکل ۲-٤ ساختار مولکوا اینولین..... ۲٤

شکل ۲-٥ اجزاء تشکیل دهنده صمغ کتیرا..... ۲۷

شکل ۲-٦ ساختار فضایی مولکول کیتوزان..... ۲۹

شکل ۲-۷ انواع رفتار غیر نیوتنی..... ۳٦

شکل ۲-۸ رابطه گرانروی نرخ برش و تغییرات کیفی ساختار برای سیستم های چند فازی سیالات.... ۳۷

شکل ۲-۹ خصوصیات رئولوژیکی یک ماده ویسکوالاستیک..... ٤۰

شکل ۲-۱۰ نمایش پارامترهای بدست آمده از آزمون روبش کرنش..... ٤٤

شکل ۲-۱۱ نمایش حالت‌های مختلف ماده در آزمون روبش فرکانس..... ٤٤

شکل ۲-۱۲ روش غیر مداوم تولید سس مایونز..... ٤۷

شکل ۳-۱ کانتورپلات محل قرارگیری ۱٥ نمونه سس مایونز کم چرب مدل..... ٥۲

شکل ٤-۱ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات ضریب قوام در مدل استوالد..... ۷۰

شکل ٤-۲ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات اندیس جریان در مدل استوالد..... ۷۱

شکل ٤-۳ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات گرانروی در نرخ برشی Pa.S ۰/٥ ..... ۷۳

شکل ٤-٤ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار مدول ذخیره متناظر با کرنش ۰/٥ ۸۲

شکل ٤-٥ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار مدول افت متناظر با کرنش ۰/٥... ۸۳

شکل ٤-٦ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات تنش متناظر با پایان ناحیه خطی..... ۸٦

شکل ٤-۷ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات کرنش متناظر با پایان ناحیه خطی..... ۸۷

شکل ٤-٨ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات تانژانت افت در بسامد ۰/۱ هرتز..... ۹٤
شکل ٤-۹ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات تانژانت افت در بسامد ۱۰ هرتز..... ۹٤
شکل ٤-۱۰ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار فاکتور z در تئوری بوهلین..... ۹۷
شکل ٤-۱۱ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار لگاریتم A در تئوری بوهلین..... ۹۹
شکل ٤-۱۲ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات بازیابی ساختار بعد از ۱۰ ثانیه..... ۱۰٤
شکل ٤-۱۳ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات بازیابی ساختار بعد از ٦۰ ثانیه..... ۱۰٤
شکل ٤-۱٤ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار ثبات و استحکام بافت..... ۱۰٦
شکل ٤-۱۵ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار چسبندگی بافت..... ۱۰۹
شکل ٤-۱٦ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار قوام بافت..... ۱۱۱
شکل ٤-۱۷ نمودار کانتور دوبعدی اثر تغییر متغیرها بر تغییرات مقدار فاکتور L*..... ۱۱٤
شکل ٤-۱۸ نمودار کانتور توام بهینه سازی فرمولاسیون تولید سس مایونز کم چرب..... ۱۲۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ خصوصیات کاربردی هیدروکلوئیدها..... ۲۲

جدول۳-۱ مواد اولیه مورد نیاز برای تولید سس مایونز کم چرب..... ٤۹

جدول ۳-۲ دستگاه‌ها و وسائل مورد استفاده..... ۵۰

جدول ۳-۳ ترکیب افزودنی‌های ثابت در مرحله اول..... ۵۳

جدول ۳-٤ ترکیب افزودنی‌های ثابت در مرحله دوم..... ۵۳

جدول ۳-۵ طرح ترکیب‌های مختلف نمونه‌های تولیدی در مرحله اول..... ۵٤

جدول ۳-٦ طرح ترکیب‌های مختلف نمونه‌های تولیدی در مرحله دوم آزمون..... ۵۵

جدول ٤-۱ پارامترهای بدست آمده از برازش مدل کراس در مایونزهای مدل و دو نمونه شاهد تجاری ٦٦

جدول ٤-۲ پارامترهای بدست آمده از برازش مدل قانون نمایی در مایونزهای مدل و شاهد تجاری..... ٦۷

جدول ٤-۳ معادله پیشگویی مقدار ضریب قوام در مدل استوالد..... ۷۱

جدول ٤-٤ معادله پیشگویی مقدار اندیس جریان در مدل استوالد..... ۷۲

جدول ٤-۵ معادله پیشگویی مقدار گرانروی در نرخ برشی ۰/۵Pa.S..... ۷٤

جدول ٤-٦ پارامترهای بدست آمده از آزمون روبش کرنش در مایونزهای مدل و نمونه‌های شاهد ۷۸

جدول ٤-۷ پارامترهای بدست آمده از آزمون روبش کرنش در مایونزهای مدل و نمونه‌های شاهد..... ۷۹

جدول ٤-۸ معادله پیشگویی مقدار مدول ذخیره متناظر با کرنش ۰/۵..... ۸۳

جدول ٤-۹ معادله پیشگویی مقدار مدول افت متناظر با کرنش ۰/۵..... ۸٤

جدول ٤-۱۰ معادله پیشگویی مقدار تنش متناظر با پایان ناحیه خطی..... ۸۷

جدول ٤-۱۱ معادله پیشگویی مقدار کرنش متناظر با پایان ناحیه خطی..... ۸۷

جدول ٤-۱۲ پارامترهای بدست آمده از آزمون روبش فرکانس در مایونزهای مدل..... ۹۳

جدول ٤-۱۳ معادله پیشگویی مقدار تانژانت افت در بسامد ۰/۱ هرتز..... ۹۵

جدول ٤-١٤ معادله پیشگویی مقدار تانژانت افت در بسامد ١٠ هرتز..... ٩٦

جدول ٤-١٥ معادله پیشگویی مقدار فاکتور z در تئوری بوهلین..... ٩٨

جدول ٤-١٦ معادله پیشگویی مقدار لگاریتم A در تئوری بوهلین..... ١٠٠

جدول ٤-١٧ معادله پیشگویی مقدار بازیابی ساختار بعد از ١٠ ثانیه..... ١٠٥

جدول ٤-١٨ معادله پیشگویی مقدار بازیابی ساختار بعد از ٦٠ ثانیه..... ١٠٥

جدول ٤-١٩ معادله پیشگویی مقدار ثبات و استحکام بافت..... ١٠٨

جدول ٤-٢٠ معادله پیشگویی مقدار چسبندگی بافت..... ١١٠

جدول ٤-٢١ معادله پیشگویی مقدار قوام بافت..... ١١٢

جدول ٤-٢٢ معادله پیشگویی مقدار فاکتور L* ١١٤

جدول ٤-٢٣ pH مایونزهای مدل و مایونز تجاری..... ١١٦

جدول ٤-٢٤ خصوصیات شیمیایی چربی، پروتئین و کربوهیدرات خاکستر، رطوبت و کالری..... ١١٩

جدول ٤-٢٥ خصوصیات میکروبی مایونزهای مدل و مایونز شاهد تجاری..... ١٢١

جدول ٤-٢٦ نتایج بیشترین مطلوبیت های محاسبه شده پاسخ ها و شرایط بهینه انتخاب شده..... ١٢٤

جدول ٤-٢٧ شرایط بهینه مطلوب ترین فرمولاسیون..... ١٢٤

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ٤-١ اثر تغییر فرمولاسیون بر گرانروی در مایونزهای نمونه در مقایسه با نمونه‌های شاهد..... ٦٤

نمودار ٤-٢ اثر تغییر فرمولاسیون بر تنش برشی در مایونزهای مدل در مقایسه با نمونه های شاهد..... ٦٥

نمودار ٤-٣ اثر تغییر فرمولاسیون بر مدول افت و ذخیره در آزمون روبش کرنش ٧٧

نمودار ٤-٤ اثر تغییر فرمولاسیون بر مدول افت و ذخیره در آزمون روبش فرکانس..... ٩١

نمودار ٤-٥ اثر تغییر فرمولاسیون بر تانژانت افت در آزمون روبش فرکانس..... ٩٢

نمودار ٤-٦ اثر تغییر فرمولاسیون بر نرخ بازگشت در آزمون وابستگی به زمان..... ١٠٣

نمودار٤-٩ اثر فرمولاسیون های مختلف بر مقدار pH..... ١١٦

چکیده

بطور کلی در مواد غذایی، روغن ها و چربی ها بر ویژگیهای رئولوژیکی و خصوصیات حسی مواد غذایی نظیر طعم، بو و احساس دهانی و بافت بسیار اثر گذار می باشند. باز عمل آوری این گونه ویژگیهای حسی در تولید فرمولاسیون های جدید مواد غذایی بدون استفاده از مقادیر چربی معمول و کاهش آن به سطوح پائین، بسیار مشکل می باشد. به همین جهت تولید و آماده سازی محصولات غذایی کم چربی که به لحاظ کیفیت مشابه با انواع محصولات معمول و تجاری موجود در بازار باشند بسیار مشکل می نماید.

سس مایونز یک امولسیون روغن در آب با ساختار و بافت ویژه ای است که توسط مصرف کنندگان آن قابل حس بوده و سبب دلپذیری و مقبولیت آن می شود.

روند رو به رشد تمایل مصرف کنندگان امرزی به استفاده از مواد غذایی کم کالری موجب افزایش علاقه و توجه به جایگزین های چربی نیز شده است که بتوانند بدون ایجاد تغییر در قوام و پایداری در محصولات تجاری بکار روند. از این نقطه نظر، ویژگی های رئولوژیکی محصول غذایی می تواند به ما در انتخاب مقدار و نوع جایگزین چربی مناسب کمک نماید. در این مسیر ویژگی های رئولوژیکی باید رویکرد یکسانی در سس مایونز با روغن ۷۵٪ که معمولا استفاده می شود با انواع کم چرب مورد مطالعه در این پژوهش با ۷/۵٪ روغن داشته باشد. برای این منظور، ویژگی های رئولوژیکی، خصوصیات بافتی، ویژگی های فیزیکوشیمیایی، رنگ و آنالیز میکروبی در ۱۵فرمولاسیون مختلف سس مایونز کم چرب مدل حاوی میکروکریستالین سلولزگوار و کتیرا بعنوان قوام دهنده و پایدار کننده و اینولین بعنوان جایگزین چربی در ۲۵ درجه سانتیگراد و با استفاده از دستگاه رئومتری و ژئومتری پره ای، دستگاه اینسترون و هانتر لب مورد مطالعه قرار گرفت. در آزمون های نوسانی دو آزمون روبش کرنش و روبش بسامد انجام و پارامترهای مدول افت و ذخیره، تنش و کرنش در پایان ناحیه خطی و آغاز نقطه جریان و قابلیت پخش پذیری با تعیین ناحیه خطی ویسکوالاستیک محاسبه گردید. تئوری اصلاح شده بوهلین نیز جهت تعیین ارتباط میان پارامترهای ساختار و ویژگیهای دینامیکی رئولوژیکی با محاسبه مقدار عدد کئوردیناسیون z و مقدار G' در بسامد ۱ Hz مورد محاسبه قرارگرفت.

نتایج نشان می دهد که تمامی نمونه های مدل بطور معنی داری دارای محتوای روغن و در نتیجه محتوای انرژی پائین تری بوده و مقدار رطوبت، پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر در این نمونه ها نسبت به نمونه شاهد پرچرب در محدوده بالاتری قرار دارد. کلیه ی نمونه ها در ۲۵ درجه از خود رفتار سودوپلاستیک نشان داده و داده های رئولوژیک حاصل از انجام آزمون پایا، توسط مدل استوالد بخوبی قابل برازش بود. نمونه های حاوی مقادیر بالاتر اینولین دارای ویسکوزیته ظاهری، مدول افت و ذخیره و چسبندگی پائین تری بوده و با کاهش محتوای اینولین و افزایش مقدار کتیرا و در تمام محدوده میکروکریستالین سلولزگوار مصرفی، قوام و پایداری نمونه ها افزایش می یابد. نتایج حاصل از آزمون های نوسانی نیز نشان می دهد که نمونه ها دارای ساختار ژلی ضعیف بوده و عدد کئوردیناسیون z برای نمونه های حاوی مقادیر مختلف اینولین و کتیرای بالا بطور هم زمان یکسان بوده و تفاوت معنی داری بین آنها وجود ندارد.

بمنظور پیشگوئی پاسخ ها در صورت تغییر مقادیر سه متغیر فرمولاسیون و تعیین مدل ریاضی مناسب، از طرح آماری مخلوط پیچیده و جهت بهینه سازی نهایی فرمولاسیون نمونه مدل با هدف دستیابی به بهترین بافت و ساختار در مقایسه با نمونه شاهد پرچرب موجود در بازار، از روش عددی استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار MCG و در کمترین مقدار کتیرا و در محتوای متوسطی از اینولین مصرفی در این مطالعه می توان به ویژگی های اساسی و مهم رئولوژیکی و بافتی نمونه مدل دست یافت. بطوریرکه کاهش مقدار روغن کمترین اثر منفی را داشته و محصول از نظر بافت، ظاهر و ساختار مشابه انواع پرچرب موجود در بازار شود.

این مطالعه نشان داد که اینولین از پتانسیل مناسبی برای استفاده گسترده در صنعت مایونز بعنوان جایگزین چربی برخوردار بوده و MCG نیز می تواند بخوبی نقش یک پایدارکننده و قوام دهنده را در سیستم ایفا نموده و قوام مناسبی برای نمونه های کم چرب ایجاد نماید.

فصل اول

مقدمه

مصرف کنندگان امروزی به سلامت شخصی خود توجه ویژه ای داشته و علاقمند به مصرف غذاهایی هستند که به سلامت آنها کمک نموده و یا حداقل از بروز بیماریها جلوگیری نماید(Mattila *et al.*, 2002). غذاهای عملگرا طبق تعریف به غذاهایی اطلاق می‌شود که حاوی ترکیباتی هستند که به طور بالقوه قادرند در سلامت مصرف کننده سهیم شوند و این دسته ازترکیبات، با مواد مغذی که به طور طبیعی در مواد غذایی موجودند، متفاوت می باشند(Prosky, 2000). برخی از غذاهای عملگرا قادر هستند عناصر مغذی که در سایر رژیم های غذایی به ندرت و یا در مقادیر ناچیز وجود دارند را به خوبی تامین نمایند (Stanton, 2008). سلامتی دستگاه گوارش نخستین شاخصی است که مصرف کنندگان غذاهای عملگرا در پی آن هستند (Mattila *et al.*, 2002). برای نخستین بار این مفهوم در سال ۱۹۸۱ توسط وزارت سلامت و رفاه کشور ژاپن در پی ارائه محصولاتی تحت عنوان غذاهای سالم ویژه (FOSHU) در بازار رواج یافت (Prosky, 2000). آنچه مسلم است این است که آینده غذاهای عملگرا مستقیماً وابسته به پیشرفت های جدیدی است که در علوم مواد غذایی رخ می دهند و علاوه برآن، تکنولوژیهای ابداعی که ارائه می شوند نیز نقش موثری دارند (Madsen, 2007).

از سوی دیگر در طی دهه گذشته مصرف محصولات غذایی بدون چربی و کم چربی گسترش زیادی پیدا کرده است. به این دلیل که بین مصرف چربی و بیماری های زیادی از جمله چاقی، بیماری های قلبی و عروقی مانند تصلب شرائین و سرطان ارتباط مستقیم وجود دارد. بنابراین فشار زیادی روی صنعت غذا برای کاهش مقدار چربی در محصولات غذایی وجود دارد و از این رو رشد سریع مصرف محصولات کم چربی وجود داشته است (Worrasinchai *et al.*, 2006). علاوه بر تغذیه، چربی ویژگی های رئولوژیکی و حسی غذاها مانند طعم و مزه، احساس دهانی و بافت را تحت تأثیر قرار می دهد، از این رو حذف چربی به راحتی امکان پذیر نیست. بنابراین برای فرمولاسیون محصولات غذایی کم چرب، استفاده از ترکیباتی که به طور نسبی و یا کامل جایگزین چربی می شوند و

ویژگی های چربی را ایجاد می کنند پیشنهاد شده است (Drake *et al.*, 1999). جایگزین های چربی ترکیباتی هستند که می توانند روی ویژگی های محصول نظیر طعم، احساس دهانی، بافت، ویسکوزیته و سایر خصوصیات ارگانولپتیک تاثیر بگذارند(Cheng *et al.*, 2008). هیدروکلوئیدها ترکیباتی هستند که قوام و بافت ایجاد می کنند، باعث افزایش پایداری می شوند، به عنوان یک امولسیفایر عمل می کنند، تشکیل ژل می دهند و احساس دهانی را بهبود می بخشند. در حقیقت هیدروکلوئیدها مقدار کم چربی را به وسیله توانائیشان در جذب و باند کردن آب و داشتن ویژگی های بافت دهندگی جبران می کنند. هیدروکلوئیدها همچنین به ایجاد یک ساختار ژله ای شبه چربی کمک می کنند که این ساختار در دهان به صورت مطلوبی ذوب می شود و آزاد شدن کامل طعم را در طول مصرف ایجاد می کند. این ویژگی به طور گسترده ای در تولید محصولات لبنی، گوشتی و سس ها که میزان چربی آنها کاهش یافته است مورد استفاده قرار می گیرد (Bench, 2007).

در چند سال اخیر محققان زیادی تحقیقات خود را بر روی تولید محصولات غذایی کم چربی تمرکز کرده اند. سس مایونز کم چربی ازجمله این محصولات است. سس مایونز گذشته از طعم مطلوبی که به عنوان چاشنی به انواع سالادها و ساندویچ ها می دهد از لحاظ دارا بودن مواد اولیه ای مانند تخم مرغ، نقش موثری در تامین مواد مغذی و انرژی زا برای انسان دارد.

رئولوژی سس مایونز، بافت و ویژگی های مرتبط با رئولوژی محصول به عنوان یک عامل مهم در پذیرش و یا رد محصول توسط مشتریان می باشد.

آزمایشات و آزمون های حسی[1] از قبیل قوام، احساس دهانی[2] (جهت تعیین بافت سس که بایستی هنگام عبور از روی زبان احساس خوشایندی به شخص دهد)، مزه، طعم، بو، رنگ، درخشش و قابلیت پخش نمودن[3] مایونز با قاشق بر روی مواد غذایی دیگر، خود می تواند به عنوان آزمون های سریع رئولوژیکی تجربی محسوب گردد(Pourkomailian, 2000).

1- Sensory evaluation
2- Mouth feel
3- Spread ability

یکی دیگر از فاکتورهای تعیین کننده در ارتباط با رضایت مشتری در استفاده از سس مایونز تنش حد یا تنش تسلیم[1] می باشد که در سیالات پلاستیک یا شبه پلاستیک مانند سس مایونز وجود دارد.

فاکتور ذکر شده به نوبه ی خود اگر چنانچه رعایت نگردد، باعث می‌شود که افراد در هنگام استفاده و خارج نمودن مایونز از ظرف و نیز پخش نمودن مایونز بر روی سطح دیگر غذاها (مانند نان) با مشکل مواجه گردند.

تنش حد یا تسلیم در مورد سس مایونز از دیدگاه صنعتی نیز به نوبه ی خود در مراحل انتقال سس مایونز توسط لوله ها و پر کردن آن در ظروف توسط دستگاه ها و تجهیزات مربوطه حائز اهمیت می باشد.

1- Yield stress