



## بررسی اثر پودر خردل زرد بر گرانروی ، پایداری تعلیق ، تندی و ویژگی های حسی سس مایونز

مرتضی عادل میلانی<sup>۱\*</sup>، مریم میزانی<sup>۲</sup>، مهرداد قوامی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد هیدج (مسوول مکاتبات)

m\_milani89@yahoo.com

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده ی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

<sup>۳</sup> دانشیار دانشکده ی علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۲۰

### چکیده

خردل یک دانه روغنی و با پروتئین بالا است که دارای خواص امولسیفایری ، پایدارکنندگی ، آنتی‌اکسیدانی و طعم دهنده‌گی است. هدف از این تحقیق بررسی اثر غلظت های متفاوت خردل زرد بر گرانروی ، پایداری تعلیق ، تندی و خصوصیات حسی سس مایونز می باشد.به این منظور نمونه هایی با استفاده از غلظت های ۰٪، ۱٪، ۲٪، ۳٪، ۴٪، ۵٪ پودر خردل زرد در فرمولاسیون سس مایونز، تهیه گردیدند و از نظر ویژگی های مذکور مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمون های فیزیکوشیمیایی نمونه های تولیدی نشان داد افزایش غلظت خردل باعث افزایش گرانروی ، بهبود پایداری تعلیق و کاهش تندی سس مایونز می گردد ، ولی نتایج ارزیابی خواص حسی حکایت از ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ و طعم سس مایونز در هنگام استفاده از پودر خردل در مقادیر بالاتر از ۳٪ داشت . ( $p < 0.05$ ) نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه ی سس مایونز حاوی ۵٪ خردل پودری از نظر داشتن گرانروی بالا، پایداری تعلیق مناسب و کاهش میزان تندی ، مطلوب ترین نمونه بوده است ، ولی بر اساس نتایج آنالیز حسی ، نمونه ی حاوی ۳٪ خردل پودری با توجه به مطلوب بودن خواص حسی آن ، به عنوان مناسب ترین نمونه شناخته شد. بنابراین ، با توجه به نتایج حاصله ، نیاز به پژوهش و اعمال فرآیند هایی نوین در جهت افزایش خواص عملکردی خردل زرد و کاهش تغییرات نامطلوب ناشی از مصرف غلظت های بالاتر آن در رنگ و طعم سس مایونز کاملاً مشهود است.

واژه های کلیدی: خردل زرد پودری ، امولسیون غلیظ ، سس مایونز ، گرانروی

### مقدمه

خردل ، گیاهی از خانواده چلیپیان (کروسیفرا)<sup>۱</sup> و جنس کلمیان (براسیکا)<sup>۲</sup> می باشد که با توجه به ارزش غذایی و خواص دارویی آن به عنوان چاشنی و یک دانه ی روغنی در بسیاری از کشورهای جهان مورد توجه قرار گرفته و کاربرد غذایی آن در جهان رو به افزایش است. خواص امولسیفایری ، طعم دهنده‌گی ، پایدارکنندگی و آنتی‌اکسیدانی خردل طی تحقیقات مختلفی به اثبات رسیده است (۱۱ و ۲۲) . از دهه ی ۱۹۸۰ ، تمایل به ساخت فرآورده‌های با ترشی کم تر (کاهش سرکه) و کم کالری در چاشنی‌ها و سس های سالاد ، افزایش یافته است که با توجه به کاهش اسیداستیک و

<sup>۱</sup> Cruciferae

<sup>۲</sup> Brassica



افزایش pH فرآورده و همچنین کاهش مقادیر روغن و در نهایت افزایش فاز آبی و کاهش غلظت اسیدهای آلی و نمک ، استفاده از افزودنی‌های طبیعی نظیر خردل در انواع چاشنی و سس سالاد به لحاظ میکروبیولوژیکی مورد توجه بیش تر قرار گرفته است. بدین ترتیب در فرمولاسیون جدید محصولات مختلف غذایی به خصوص در چاشنی‌ها و سس های سالاد و فرآورده های گوشتی ، مقدار مصرفی خردل نه تنها به عنوان یک طعم دهنده بلکه در جهت بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و ماندگاری محصولات مختلف غذایی افزایش داده شده است. لذا امروزه شناخت خصوصیات عملکردی خردل و کارایی های مختلف آن در صنعت غذا ضروری به نظر می رسد (۱۱). آلوکو<sup>۱</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۵ گزارش دادند که خردل زرد با دارا بودن پروتئین‌هایی با وزن مولکولی کم در حدود ۵۰ تا ۵۵ کیلو دالتون دارای خاصیت امولسیفایری بیش تری نسبت به خردل سیاه و هندی می‌باشد و حضور این خردل در امولسیون های غذایی باعث پایداری محصول می گردد (۶).

طی تحقیقات انجام شده توسط مارکوس و همکارانش (۲۰۰۱) بر بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خردل حرارت دیده با روش رادیوفرکانسی<sup>۲</sup> (RF) در نمونه های گوشت خوک عمل آوری شده مشخص گردید که در اثر حرارت فرایند RF میزان تندی پودر خردل بسیار کاهش یافته و هیچ تغییری در محتوای اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب خردل صورت نگرفت . درحالی که پایداری امولسیون حاوی خردل فرایند شده با روش RF نسبت به نمونه های حاوی خردل خام بهتر بود. همچنین خواص حسی و طعم گوشت های حاوی خردل فرایند شده با روش RF نسبت به نمونه های فاقد خردل یکسان بود. نهایتاً این محققان کاربرد ۱/۵٪ پودر خردل فرایند شده با روش فوق را در جهت تولید فرآورده های گوشتی با پایداری امولسیونی مطلوب تر، پیشنهاد کردند (۳۱).

همچنین اسکین و همکارانش (۱۹۹۸) به بررسی نقش موسیلاژ خردل زرد بر خواص رئولوژیکی نشاسته ی نخود خالص و استیله شده پرداختند. نتایج این تحقیقات حاکی از آن بود که موسیلاژ خردل زرد بدون آن که باعث تغییردمای ژلاتیناسیون<sup>۳</sup> نشاسته ی نخود شود ، باعث افزایش گرانروی و خاصیت سودوپلاستیکی<sup>۴</sup> نشاسته ی نخود خالص و استیله شده گردید که دلیل این امر رابطه ی سینرژیستی بین موسیلاژ خردل زرد و نشاسته ی نخود اعلام گردید (۱۸).

استیو و همکارانش (۲۰۰۳) نیز به بررسی تأثیرات متقابل موسیلاژ خردل زرد با نشاسته ی گندم و نشاسته ی برنج پرداختند. آن ها دریافتند که موسیلاژ خردل زرد سبب افزایش ویسکوزیته ی نشاسته ی برنج و گندم شده ، بدون آن که

<sup>1</sup> Aluko

<sup>2</sup> Radio frequency (R.F.)

<sup>3</sup> Gelatinization temperature

<sup>4</sup> Pseudo plasticity



تأثیری بردمای زلاتیناسیون آن ها بگذارند. همچنین استفاده از موسیلاژ خردل زرد سبب افزایش آنتالپی ذوب<sup>۱</sup> و محدوده ی دمای تغییر فاز<sup>۲</sup> در نشاسته ی گندم و برنج گردید. همچنین میزان سفتی، چسبندگی و قابلیت جویدن ژل این نشاسته ها افزایش یافت (۱۵).

در دانه ی خردل زرد، یک نوع ترکیب گلوکوزینولات آروماتیکی با فرمول شیمیایی<sup>۴</sup> - هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات<sup>۳</sup> و با نام متعارف سینالبین<sup>۴</sup> وجود دارد. این ترکیب در لایه آلرون و در درون واکوئل های احاطه شده توسط غشائی به نام تنوپلاست قرار دارد. خردل دارای حدود ۸۰-۱۳۰ mol/gr ترکیبات گلوکوزینولات<sup>۵</sup> می باشد. براساس تحقیقات کلی<sup>۶</sup> و همکارانش در سال ۱۹۹۸، واکنش هیدرولیز ترکیب گلوکوزینولات در خردل زرد در محیط خشک و یا رطوبت (۴-۸) درصد، بسیار کند و در آب، این واکنش بسیار سریع انجام می گیرد. با گذشت زمان، تعداد سلول های میروزین کاهش یافته و در نهایت نوعی واکوئل سلولی تشکیل می گردد که در آن آنزیم و سوپسترا در کنار هم قرار می گیرد. بدین ترتیب به تدریج ترکیب گلوکوزینولات<sup>۷</sup> موجود تجزیه شده و مقدار آن در سلول کاهش می یابد (۲۶، ۲۷ و ۲۹).

در مورد خواص آنتی اکسیدانی خردل، کری و همکارانش (۲۰۰۱) به بررسی تاثیر آنتی اکسیدانی خردل، کنسانتره ی پروتئین های آب پنیر<sup>۸</sup> و پروتئین ایزوله شده ی سویا<sup>۹</sup> در نمونه های گوشت خوک خام و پخته پرداختند. بدین منظور غلظت های ۰/۱٪ خردل، ۰/۱٪ پروتئین ایزوله شده سویا و ۴٪ کنسانتره پروتئین های آب پنیر به نمونه های گوشت خوک خام و حرارت دیده اضافه گردید و قدرت آنتی اکسیدانی آن ها در هر دو حالت با هم مقایسه شد. در نمونه های خام و حرارت ندیده قدرت آنتی اکسیدانی خردل بیش تر از پروتئین ایزوله شده سویا و کم تر از کنسانتره پروتئین های آب پنیر بود، اما پس از اعمال فرایند حرارتی بر روی نمونه های پخته، بیش ترین میزان کاهش قدرت آنتی اکسیدانی در نمونه خردل مشاهده شد (۳۰). هدف از این پژوهش بررسی اثرات غلظت های متفاوت خردل زرد پودری بر گرانروی، پایداری تعلیق، تندی و خصوصیات حسی سس مایونز و نهایتاً بهبود خواص حسی و فیزیکوشیمیایی سس مایونز می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

<sup>1</sup> Melting enthalpy

<sup>2</sup> Phase transition temperature range

<sup>3</sup> 4 - Hydroxybenzyl isothiocyanate

<sup>4</sup> Sinalbin

<sup>5</sup> Glucosinolates

<sup>6</sup> Kelly

<sup>7</sup> Glucosinolates

<sup>8</sup> Whey protein concentrate

<sup>9</sup> Soya protein isolated



## ۲-۱- مواد مورد استفاده

پودر خردل زرد از شرکت جی-اس- دان کانادا تهیه گردید و سایر مواد تهیه شده از بازار شامل سرکه ، تخم مرغ ، روغن سویا ، شکر ، صمغ گوآر ، صمغ گزانتان ، نمک ، آب ، اسید سیتریک ، سوربات پتاسیم ، بنزوات سدیم و مطابق با استاندارد ملی ایران می باشند.

## ۲-۲- طراحی آزمایش

با انتخاب خردل زرد به عنوان یک ترکیب افزودنی طبیعی و دارای خاصیت امولسیفایری ، پایدارکنندگی، آنتی اکسیدانی و طعم دهندهگی مورد آزمون ، جهت بررسی اثر آن بر گرانروی ، تندی ، پایداری و طعم ، رسیدن به یک فرمولاسیون بهینه و نهایتاً تولید محصولی با خصوصیات حسی مطلوب ، نمونه های مختلفی با استفاده از غلظت های ۰.۰٪، ۰.۱٪، ۰.۲٪، ۰.۳٪، ۰.۴٪ و ۰.۵٪ پودر خردل زرد برای کاهش فساد تندی ، افزایش گرانروی ، بهبود پایداری و طعم سس مایونز و به عبارتی افزایش عمر انبارمانی آن در تولید نمونه های مایونز در شرایط کاملاً یکسان استفاده و کلیه ی آزمون های مذکور انجام گردید.

نمونه های A1-A15 ( در غلظت های ۰.۱٪، ۰.۲٪، ۰.۳٪، ۰.۴٪، ۰.۵٪ خردل زرد پودری)

نمونه C3 ( در غلظت های ۰.۰٪ خردل زرد و به عنوان نمونه شاهد)

جدول ۱- نمونه های سس مایونز تیمار شده با خردل زرد پودری

نمونه های سس مایونز تولیدی						
درصد خردل	۰.۵٪	۰.۴٪	۰.۳٪	۰.۲٪	۰.۱٪	۰.۰٪
	نمونه شماره A15	نمونه شماره A14	نمونه شماره A13	نمونه شماره A12	نمونه شماره A11	نمونه شماره C3

## ۲-۳- آماده کردن نمونه ها

فرآیند تولید سس مایونز و نحوه ی ترکیب مواد و اجزای آن براساس روش کاربردی جیمز پترسون و ماری و همکارانش در سال ۱۹۹۸ می باشد (۳۳). جهت تولید سس مایونز در این تحقیق ضمن رعایت کامل نکات بهداشتی و شست و شو و ضدعفونی تجهیزات به کاربرده شده ، ابتدا کل تخم مرغ زده شده همراه با مقدار ۱۵ گرم روغن سویا مصرفی منطبق با مشخصات و ویژگی های استاندارد مربوطه توسط یک میکسر آزمایشگاهی دور بالا ( 2000- 3000 rpm) به مدت چند ثانیه مخلوط گردیده و سپس کل مواد پودری و نصف مقدار آب مصرفی را به آن اضافه می نماییم و روغن سویای مصرفی را در مدت ۶ دقیقه به صورت تدریجی به مخلوط حاصله اضافه نموده و بعد از گذشت ۴ دقیقه ،



نصف مابقی آب را به امولسیون حاصله ، اضافه نموده و بعد از گذشت یک دقیقه کل سرکه را به امولسیون حاصله ، اضافه و در نهایت کل زمان مخلوط کردن تا تشکیل یک امولسیون همگن و یکنواخت به مدت ۸ دقیقه انجام می‌گردد. وزن هر بیج تولیدی با توجه به انواع مختلف سس مایونز تولیدی براساس نوع فرمولاسیون کاربردی (منطبق با جداول ذیل) و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۴۵۴ و ۱۹۸۹-۱۶۸ codexstan مقدار ۳ کیلو گرم محاسبه گردید (۱۳،۱۲،۷،۴) .

جدول ۲- ترکیبات و اجزای سازنده ی سس مایونز بر حسب فرمولاسیون کاربردی

نام ترکیب	ویژگی و مشخصات ترکیب	درصد ترکیب در فرمولاسیون تولیدی
روغن سویا	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۸۴ سال ۱۳۷۴	۶۳/۲۶٪
تخم مرغ	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۹ سال ۱۳۷۴	۹٪
شکر	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹ سال ۱۳۷۴	۳/۸۵٪
صمغ گوآر	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۸۱، ۳۶۰۸، ۹۵۲، ۳۶۰۸، ۹۵۰ سال ۱۳۷۴	۰/۰۱٪
صمغ گزانتان	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۸۱، ۳۶۰۸، ۹۵۲، ۳۶۰۸، ۹۵۰ سال ۱۳۷۴	۰/۰۴٪
نمک	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶ سال ۱۳۷۴	۱/۳٪
آب	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۵۳ سال ۱۳۷۴	۱۷/۰۳۷٪
سرکه	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۵۵ سال ۱۳۷۴	۵/۲٪
اسید سیتریک	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۸۱، ۳۶۰۸، ۹۵۲، ۳۶۰۸، ۹۵۰ سال ۱۳۷۴	۰/۱۴٪
سوربات پتاسیم	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۸۱، ۳۶۰۸، ۹۵۲، ۳۶۰۸، ۹۵۰ سال ۱۳۷۴	۰/۰۰۸٪
بنزوات سدیم	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۳۸۱، ۳۶۰۸، ۹۵۲، ۳۶۰۸، ۹۵۰ سال ۱۳۷۴	۰/۰۶۵٪
خردل	مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۰۴، ۲۴۶ سال ۱۳۷۳	۰/۰٪

## ۲-۴-آزمون‌های انجام گرفته

آزمون‌های تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خردل زرد ، استفاده از مقادیر ۰٪، ۰/۱٪، ۰/۲٪، ۰/۳٪، ۰/۴٪، ۰/۵٪ از خردل پودری در نمونه های (A11-A15) در فرمولاسیون سس‌های مایونز تولیدی ، آزمون‌های تعیین فساد تندی ، پایداری ، اندازه گیری گرانیوی ، آزمون رنگ و آنالیز حسی نمونه‌های سس مایونز تولیدی از نظر طعم ، بو، رنگ ، بافت ، قوام و ... .

## ۲-۵-آنالیز خردل مصرفی

- روش های به کار برده شده جهت آنالیز خردل مصرفی منطبق با استاندارد ملی ایران به شماره ی ۲۴۶ تحت عنوان ویژگی‌ها و روش‌های آزمون خردل می‌باشد ( ۱ و ۲) .

## ۲-۶-آزمون تعیین تند شدن در تیمارهای تولیدی



تندی براساس (AOAC 33.965) و روش ارائه شده توسط کراس و همکارانش در سال ۲۰۰۲ میلادی اندازه‌گیری گردید و جهت بررسی اثر غلظت‌های متفاوت خردل زرد بر تندی سس مایونز، آزمون استخراج و اندازه‌گیری پراکسید روغن استخراج شده در فواصل زمانی ۲۴ ساعت، یک ماه، ۲ ماه و ۳ ماه پس از تولید بررسی و میانگین نتایج حاصل از ۳ تکرار در هر تیمار محاسبه گردید.

## ۲-۷-آزمون پایداری تعلیق

جهت تعیین پایداری تعلیق، براساس روش ارائه شده توسط موسسه ی کشاورزی و تحقیقاتی ایالات متحده ی آمریکا، تیمارهای تولیدی در داخل شیشه‌های کاملاً درب بسته و در ۳ تکرار در داخل انکوباتور در دمای ۳۸°C و به مدت ۵۶ ساعت قرار گرفته و پس از گذشت زمان مذکور براساس شاخص‌های ذیل مورد بررسی قرار گرفتند:

(وضعیت ۱): پایداری کامل امولسیون و عدم روغن زدگی سطحی

(وضعیت ۲): روغن زدگی سطحی به صورت تجمع یک یا چند قطره روغن در روی سطح مایونز

(وضعیت ۳): شکست امولسیون و تجمع یک فیلم با ضخامت حدود ۱ سانتی‌متر روغن روی سطح مایونز

همچنین جهت بررسی بلندمدت پایداری تعلیق، نمونه‌های سس مایونز تولیدی در داخل کارتون و در دمای محیط (۲۰±۵°C) قرار گرفته و در مدت زمان یک ماه، دو ماه و سه ماه پس از تولید، مورد بررسی قرار گرفتند (۳۵).

## ۲-۸-آزمون اندازه‌گیری گرانروی

اندازه‌گیری گرانروی تیمارهای تولیدی بر اساس روش ارائه شده توسط کرن و همکارانش در سال ۲۰۰۲ میلادی و با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد<sup>۱</sup> مدل (DV-II+)، اسپیندل<sup>۲</sup> دیسکی شماره ی ۶ و با سرعت زاویه‌ای ۱۰۰ rpm انجام گرفت به طوری که تمامی تیمارهای تولیدی در داخل یک بشر شیشه‌ای در حجم ۶۰۰ سی‌سی و تحت شرایط آزمایشگاهی کاملاً یکسان و با کنترل دما و درصد گشتاور نیرو در مدت زمان ۲۰ دقیقه و در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند و میانگین نتایج حاصل از تعیین گرانروی آن‌ها پس از گذشت یک هفته و برحسب سانتی پواز در دمای ۲۲±۱°C و درصد گشتاور نیرو در حدود ۵±۰.۶٪ محاسبه گردید (۳۰، ۳۹).

<sup>۱</sup> Brookfield viscometer, model (Dv-II+)

<sup>۲</sup> Disk spindal



## ۲-۹-آنالیز حسی

جهت انجام آزمون ارزیابی حسی نمونه های سس مایونز تولیدی از نظر پارامترهای حسی مانند طعم ، بو، رنگ ، قوام و بافت و در نهایت پذیرش کلی براساس پرسشنامه ی مربوطه به روش ارزیابی سیستم اسکورینگ و مشابه سیستم ارزیابی حسی ارائه شده توسط باراث<sup>۱</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۳ میلادی از گروه ارزیاب حسی به تعداد ۳۰ نفر و اکثراً<sup>۱</sup> از کارشناسان صنایع غذایی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که آزمون مقدماتی آستانه چشایی تشخیص و طعم های اصلی را با موفقیت گذرانده بودند ، نظر سنجی گردید و میانگین نتایج حاصله برای ارزیابی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت (۱۵) .

## ۲-۱۰-آزمون آماری

نتایج آزمایش ها طبق آزمون آماری آنالیز واریانس و توسط نرم افزارهای آماری SAS 8.2 و SPSS 13.0 و منطبق با طرح آماری کاملاً تصادفی و در سطح احتمال خطای نوع اول حداکثر ۰/۰۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج داده های کلی حاصل از ۳ تکرار در آزمون های تعیین تند شدن چربی ، گرانروی ، آزمون سنجش رنگ و ارزیابی خصوصیات حسی تیمارهای تولیدی ، ابتدا توسط آزمون آماری پارامتری آنالیز واریانس و تعیین شاخص P-Value ، وجود تفاوت معنی دار بین داده های آزمون با نمونه ی شاهد و در مرحله ی بعد توسط آزمون دانکن ، تفاوت معنی دار بین کلیه ی داده ها و گروه بندی آن ها مورد بررسی آماری قرار گرفت.

همچنین نتایج داده های کیفی در آزمون تعیین پایداری تعلیق امولسیون سس مایونز ابتدا توسط آزمون آماری غیر پارامتریک کروسکال والیس و تعیین شاخص P-Value ، وجود تفاوت معنی دار بین داده های آزمون با نمونه شاهد و در مرحله بعد با استفاده از آزمون تعقیبی کروسکال والیس و میانگین رتبه های حاصله ، تفاوت معنی دار بین کلیه ی داده ها گروه بندی آن ها ، بررسی گردید.

## ۳-نتایج و بحث

جدول ۳ نتایج حاصل از آزمون اندازه گیری خاکستر کل، رطوبت و همچنین ارزیابی عطر و طعم را در خردل زرد مصرفی نشان می دهد.

<sup>1</sup> Barath

جدول ۳- نتایج درصد خاکستر کل ، رطوبت و ارزیابی عطر و طعم در خردل زرد مصرفی بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ی ۳۴۰۴

پودر خردل زرد			نام نمونه
نتایج آزمون	حد قابل قبولدر استاندارد	نتایج حاصل از آزمون نمونه	نام آزمون
تطابق درصد رطوبت خردل مصرفی با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۰۴	حداکثر ۷٪	۳/۹٪	اندازه گیری رطوبت
تطابق درصد خاکستر خردل مصرفی با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۰۴	حداکثر ۶٪	۴٪	اندازه گیری خاکستر کل
تطابق ویژگی عطر و طعم خردل مصرفی با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۴۰۴	طعم تند ملایم و مطلوب	طعم تند ملایم و مطلوب	ارزیابی عطر و طعم

بر اساس نتایج جدول ۳ ، ویژگی های اندازه گیری شده در نمونه ی پودر خردل زرد مصرفی با استاندارد ملی ایران به شماره ی ۳۴۰۴ تطابق دارد.

### ۳-۱- نتایج آزمون پایداری تعلیق امولسیون نمونه های سس مایونز حاوی خردل پودری

جدول ۴ نتایج اثر غلظت های مختلف خردل پودری در نمونه های (A11-A15) در مقادیر ۰/۱٪ ، ۰/۲٪ ، ۰/۳٪ ، ۰/۴٪ ، ۰/۵٪ در نمونه ی C<sup>۳</sup> با غلظت ۰٪ خردل به عنوان نمونه ی شاهد جهت کنترل و مقایسه ی نتایج در فواصل زمانی ۵۶ ساعت ، یک ماه ، دو ماه و سه ماه پس از تولید بر پایداری تعلیق امولسیون در نمونه های سس مایونز را نشان می دهد.

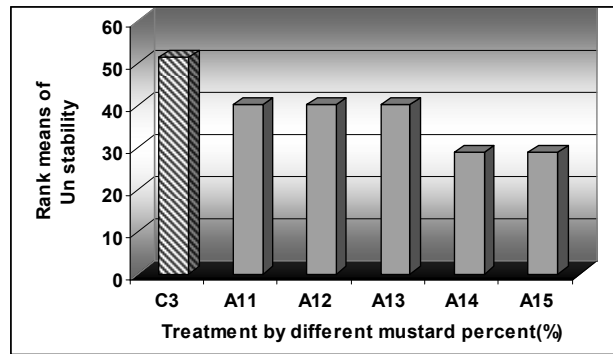
جدول ۴- میانگین نتایج آزمون پایداری تعلیق امولسیون در نمونه های حاوی خردل پودری در نمونه های (A11-A15) و نمونه ی C<sup>۳</sup> به عنوان نمونه ی شاهد در فواصل زمانی ۲۴ ، ۱۸۰۰ ، ۳۶۰۰ و ۵۴۰۰ ساعت.\*

رتبه میانگین آماری ۳ ماه*	ماه ۳			ماه ۲			یک ماه			۶۵ ساعت			نام تیمار	ردیف
	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱		
۴۰/۱۶ ± ۱۱/۳۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	A11	۱۱
۴۰/۱۶ ± ۱۱/۳۳	۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	A12	۱۲
۲۸/۸۳ ± ۱۱/۳۳	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	A13	۱۳
۲۸/۸۳ ± ۱۱/۳۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	A14	۱۴
۲۸/۸۳ ± ۱۱/۳۳	۳	۲	۲	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	A15	۱۵
۵۱/۵۰ ± ۰۰/۰۰	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	C <sup>۳</sup>	۱۸

\* وضعیت (۱): پایداری کامل امولسیون و عدم روغن زدگی سطحی ، وضعیت (۲): روغن زدگی سطحی به صورت تجمع قطرات روغن در سطح امولسیون ، وضعیت (۳): شکست کامل امولسیون \* بالاترین رتبه : ناپایدارترین امولسیون ، کم ترین رتبه : پایدارترین امولسیون \* میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده اند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند. \* معنی دار در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ درصد .



بررسی های آماری توسط آزمون کروسکال - والیس و تحلیل واریانس GLM رتبه های میانگین داده هادر سطح اطمینان ۹۵ درصد بیانگر وجود تفاوت آماری بین کلیه ی تیمارهای تولیدی می باشد ( $P < 0.05$ ).



شکل ۱: میانگین نتایج آزمون پایداری تعلیق امولسیون در نمونه های (A11-A15) و نمونه C3 به عنوان شاهد درفاصله ی زمانی ۳ ماه پس از تولید

با توجه به نتایج حاصل از آزمون پایداری تعلیق در دمای ۳۸ درجه سانتی گراد به مدت ۵۶ ساعت در جدول ۴، تمامی نمونه های سس مایونز تولیدی منطبق با استاندارد آزمون تعیین پایداری سس مایونز موسسه ی کشاورزی ایالات متحده ی آمریکا (USDA) بود و پس از گذشت یک ماه پس از تولید، نمونه های دارای غلظت ۱٪، ۲٪ و ۳٪ و همچنین نمونه های شاهد دارای روغن زدگی سطحی و سایر نمونه های سس مایونز تولیدی مناسب و فاقد هرگونه روغن زدگی سطحی بودند.

بر اساس نتایج رتبه ی میانگین ۳ ماهه ی تیمارهای تولیدی در نمودار ۱، امولسیون سس مایونز در نمونه ی C3 (شاهد) دارای بیش ترین ناپایداری با رتبه ی میانگین به میزان ۵۱/۵۰ بود و با افزایش مقادیر خردل پودری از مقادیر ۰/۱ تا ۰/۵ درصد، رتبه ی میانگین ناپایداری امولسیون در نمونه های (A11-A15) از میزان ۴۰/۱۶ به ۲۸/۸۳ کاهش یافت. به طوری که نمونه های A15، A14 و A13 به ترتیب حاوی ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ درصد خردل پودری با رتبه ی میانگین ۲۸/۳۸ دارای پایداری بیش تری نسبت به نمونه های دیگر بودند. نتایج پایداری تعلیق نمونه های سس مایونز پس از گذشت سه ماه پس از تولید در دمای محیط نیز بیانگر تاثیر خردل در افزایش پایداری امولسیون سس مایونز بود.

به طوری که در نمونه ی شاهد C3، ۳ مورد شکست کامل امولسیون (وضعیت ۳) و در نمونه ی A15 (حاوی ۰/۵ درصد خردل پودری) ۱ مورد شکست کامل امولسیون (وضعیت ۳) مشاهده شد. نتایج حاصل از روش آماری آزمون کروسکال - والیس داده ها در سطح احتمال ۵ درصد، بیانگر اثر افزایشی غلظت خردل مصرفی در نمونه های سس مایونز در میزان پایداری تعلیق امولسیون در نمونه های سس مایونز بود.

### ۳-۲- نتایج آزمون رنسدیته نمونه‌های سس مایونز حاوی خردل پودری

جدول ۵ نتایج اثر غلظت‌های مختلف خردل پودری در نمونه‌های (A11-A15) در مقادیر ۱٪، ۲٪، ۳٪، ۴٪، ۵٪ و نمونه C3 با غلظت ۰٪ خردل به عنوان نمونه‌ی شاهد بر فساد رنسدیته تیمارهای تولیدی در فواصل زمانی ۲۴ ساعت، یک ماه، دو ماه و سه ماه پس از تولید را نشان می‌دهد.

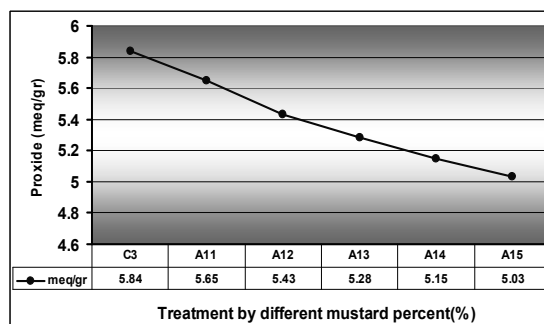
جدول ۵- میانگین نتایج اندیس پراکسیدروغن استخراج شده در نمونه‌های (A11-A15) و نمونه‌ی C3 به عنوان نمونه‌ی شاهد در فواصل زمانی ۲۴، ۱۸۰۰، ۳۶۰۰ و ۵۴۰۰ ساعت.

ردیف	نام تیمار	۲۴ ساعت *	۱۸۰۰ ساعت *	۳۶۰۰ ساعت *	۵۴۰۰ ساعت *
۱	A11	۱/۴۴±۰/۰۲	۳/۴۸±۰/۰۱	۴/۴۶±۰/۰۲	۵/۶۵±۰/۰۱
۲	A12	۱/۲۵±۰/۰۲	۳/۳۵±۰/۰۱	۴/۳۹±۰/۰۱	۵/۴۳±۰/۰۲
۳	A13	۱/۱۱±۰/۰۱	۳/۲۸±۰/۰۱	۴/۲۴±۰/۰۰	۵/۲۸±۰/۰۲
۴	A14	۱/۰۷±۰/۰۱	۳/۱۶±۰/۰۰	۴/۱۳±۰/۰۲	۵/۱۵±۰/۰۰
۵	A15	۱/۰۱±۰/۰۱	۳/۱۱±۰/۰۲	۴/۰۲±۰/۰۱	۵/۰۳±۰/۰۲
۶	C3	۱/۵۴±۰/۰۱	۳/۵۷±۰/۰۲	۴/۵۸±۰/۰۱	۵/۸۴±۰/۰۱

\* میانگین داده‌هایی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد میباشند.

\* معنی دار در سطح احتمال خطای ۰/۰۵.

بررسی‌های آماری تحلیل واریانس GLM توسط برنامه‌ی نرم افزاری SAS در سطح حداکثر خطای ۰/۵٪، بیانگر وجود تفاوت آماری بین میانگین نتایج اندیس پراکسیدروغن استخراج شده در تیمارهای تولیدی می‌باشد. ( $P < 0.05$ ) آزمون دانکن میانگین نتایج اندیس پراکسیدروغن استخراج شده در نمونه‌های حاوی خردل پودری (A11-A15) و نمونه‌ی C3 با غلظت ۰٪ خردل در کل زمان‌های آزمون در جدول ۵ بیانگر تفاوت معنی دار بین نمونه‌ی شاهد و کلیه‌ی تیمارهای تولیدی می‌باشد.



شکل ۲: میانگین نتایج آزمون پراکسید در نمونه‌های حاوی خردل پودری در نمونه‌های (A11-A15) و نمونه‌ی

C3 به عنوان نمونه‌ی شاهد در فاصله‌ی زمانی ۳ ماه پس از تولید



با توجه به نتایج جدول ۵، با افزایش مقادیر خردل پودری از مقادیر ۰/۱ تا ۰/۵ درصد در نمونه های (A11-A15)، میانگین نتایج اندیس پراکسید روغن استخراج شده در نمونه های حاوی خردل پودری در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پس از تولید از مقادیر ۱/۴۴ meq/gr در نمونه ی C<sup>۳</sup> به ۱/۰۷ meq/gr در نمونه ی A15 کاهش یافت. همچنین بر اساس نتایج حاصل در نمودار ۲، اندیس پراکسید حاصل از استخراج روغن نمونه های سس مایونز در فاصله ی زمانی سه ماه پس از تولید (پایان زمان آزمون) از مقادیر ۵/۶۵ meq/gr در نمونه ی C<sup>۳</sup> به ۵/۱۵ meq/gr در نمونه ی A15 و به میزان ۸/۸۴ درصد کاهش می یابد. لذا با توجه به نتایج حاصله و طی بررسی های انجام شده، خردل زرد با داشتن ترکیباتی همچون توکوفرول، ترکیبات خانواده هیدروکسی بنزوئیک<sup>۱</sup>، ترکیبات تری هیدروکسی فنولیک<sup>۲</sup> و ... به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل کرده و در نتیجه از اکسیداسیون چربی و رنسدیتته ی محصول در محیط های حاوی چربی بالا مانند سس مایونز جلوگیری می نماید (۳۴، ۱۴، ۹).

نتایج این بخش از پژوهش در تأیید تحقیقات انجام شده توسط لاینج<sup>۳</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۱ میلادی در مورد مقایسه ی قدرت آنتی اکسیدان خردل در محصولات خام و حرارت دیده گوشت، از کان<sup>۴</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۱ میلادی در مورد بررسی اثر حرارت و pH در پایداری آنتوسیانین ها، کروبرو و همکارانش در سال ۲۰۰۳ میلادی در مورد بررسی فلاونوئیدهای موجود در گیاهان خانواده کروسیفر و عنوان ترکیبات کمپفرول و ایزو رامنیتین به عمده ترین ترکیبات فلاونوئیدی موجود در خردل زرد و تاکدا<sup>۵</sup> و همکارانش در سال ۱۹۸۸ میلادی، در مورد بررسی ترکیبات آنتوسیانینی به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی موجود در خردل زرد می باشد (۳۶، ۳۲، ۳۰، ۹).

### ۳-۳- نتایج آزمون اندازه گیری گرانیروی در نمونه های سس مایونز حاوی خردل پودری

جدول ۶ نتایج اثر غلظت های مختلف خردل پودری را در نمونه های (A11-A15) در مقادیر ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ و نمونه ی C با غلظت ۰٪ خردل به عنوان نمونه ی شاهد بر گرانیروی نمونه های سس مایونز همراه با کنترل و دما و گشتاور نیرو با سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می دهد.

<sup>1</sup> Hydroxybenzoic

<sup>2</sup> Trihydroxy phenolic compound

<sup>3</sup> Lynch

<sup>4</sup> Ozkan

<sup>5</sup> Takeda

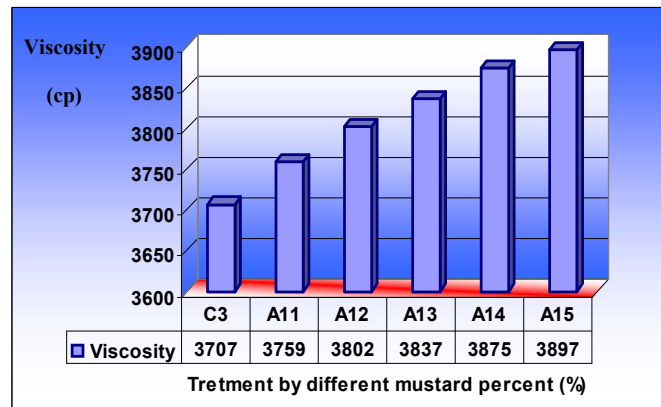
جدول ۶- میانگین نتایج آزمون اندازه گیری گرانروی در نمونه های حاوی خردل بودری (A11-A15) و نمونه ی C (نمونه ی شاهد) بر

ویسکوزیته ی ظاهری نمونه های سس مایونز بر حسب سانتی پواز.

ردیف	نام تیمار	میانگین ویسکوزیته بر حسب سانتی پواز*	دما (درجه سانتی گراد)	T.P%
۱	A11	۳۷۵۹ ± ۴/۱۷ a	۲۱/۸	٪۶۶/۴
۲	A12	۳۸۰۲ ± ۳/۷۵ b	۲۱/۶	٪۶۵/۱
۳	A13	۳۸۳۷ ± ۲/۹۰ c	۲۱/۴	٪۵۹/۹
۴	A14	۳۸۷۵ ± ۳/۰۰ d	۲۳/۲	٪۵۸/۲
۵	A15	۳۸۹۸ ± ۱/۴۵ e	۲۳/۸	
۶	C3	۳۷۰۷ ± ۳/۷۱ j	۲۱/۷	٪۶۲/۶

\* میانگین هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده اند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.  
\* معنی دار در سطح احتمال خطای ۰/۰۵.

بررسی های آماری تحلیل واریانس GLM توسط برنامه نرم افزاری SAS در سطح احتمال خطای حداکثر ۰/۰۵ بیانگر وجود تفاوت آماری بین میانگین نتایج آزمون اندازه گیری ویسکوزیته ی ظاهری در تیما رهای تولیدی می باشد (P < ۰/۰۵) آزمون دانکن میانگین نتایج گرانروی در نمونه های حاوی خردل بودری (A11-A15) در جدول ۶ بیانگر تفاوت معنی دار کلیه تیمارهای تولیدی می باشد.



شکل ۳: میانگین نتایج آزمون اندازه گیری گرانروی بر حسب سانتی پواز در نمونه های (A11-A15)

و نمونه ی C3 به عنوان نمونه ی شاهد .

با توجه به میانگین نتایج حاصله در نمودار ۳، نمونه ی C (شاهد) دارای کم ترین گرانروی به میزان ۳۷۰۷ سانتی پواز می باشد و با افزایش مقادیر خردل بودری از مقادیر ۰/۱ تا ۰/۵ درصد، میزان گرانروی از مقادیر ۳۷۵۹ به ۳۸۹۸ سانتی پواز افزایش یافت. نتایج حاصله بیانگر رابطه ی مستقیم بین افزایش مقادیر خردل مصرفی در فرمولاسیون سس



مایونز و افزایش ویسکوزیته ی ظاهری آن می باشد. نتایج این بخش از تحقیق در تأیید تحقیقات انجام شده توسط سوی<sup>۱</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۶ میلادی در مورد اثرات موسیلاژ خردل زرد در افزایش گرانیروی محصولات ی مانند نشاسته ی گندم و برنج و... می باشد (۱۶).

### ۳-۴- نتایج آزمون سنجش دستگاهی شاخص رنگ در تیمارهای تولیدی

جدول ۷ نتایج اثر غلظت های مختلف خردل پودری در نمونه های (A1-A15) در مقادیر ۰/۱٪، ۰/۲٪، ۰/۳٪، ۰/۴٪، ۰/۵٪ و نمونه ی C3 با غلظت ۰٪ خردل به عنوان نمونه ی شاهد بر شاخص های رنگی L، a، b در نمونه های سس مایونز که توسط دستگاه اسپکتوفتومتر هانتر ۴۵/۰ اندازه گیری شده است را نشان می دهد.

جدول ۷- میانگین نتایج شاخص های L-value و b-value و a-value

حاصل از دستگاه اسپکتوفتومتر هانتر در تیمارهای تولیدی.

ردیف	نام نمونه	* l-value	* b-value	* a-value
۱	C۳	a ۹۱/۹۷±۰/۰۱	g ۱۲/۲۶±۰/۰۱	d ۰/۳۹±۰/۰۲
۲	A۱۱	b ۹۱/۸۳±۰/۰۱	f ۱۲/۵۳±۰/۰۱	bcd ۰/۶۴±۰/۰۱
۳	A۱۲	c ۹۱/۴۶±۰/۰۲	d ۱۲/۸۸±۰/۰۱	d ۰/۴۴±۰/۰۳
۴	A۱۳	d ۹۱/۲۲±۰/۰۱	e ۱۳/۰۸±۰/۰۱	bcd ۰/۶۹±۰/۰۲
۵	A۱۴	g ۸۹/۸۲±۰/۰۲	b ۱۳/۴۲±۰/۰۱	bcd ۰/۷۲±۰/۰۲
۶	A۱۵	h ۸۹/۳۰±۰/۰۱	f ۱۳/۵۴±۰/۰۱	dc ۰/۵۸±۰/۰۰

\* نتایج در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ مورد بررسی آماری قرار گرفته اند.

\* داده های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار با هم ندارند.

بررسی آماری میانگین نتایج حاصل از دستگاه اسپکتوفتومتر هانتر<sup>۲</sup> توسط روش آماری آنالیز واریانس GLM با برنامه ی نرم افزاری SAS، حاکی از تفاوت معنی دار شاخص های L، a، b در نمونه های سس مایونز با سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشد (P<۰/۰۵).

همچنین بررسی آماری آنالیز واریانس نتایج حاصل از محاسبه ی اختلاف رنگ کل تیمارهای تولید با نمونه ی شاهد حاکی از تفاوت معنی دار شاخص اختلاف رنگ تیمارهای تولیدی ( $\Delta E$ ) با نمونه ی شاهد و در سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشد (P<۰/۰۵).

$$\Delta L = L_{SMP} - L_{STD}$$

$$\Delta b = b_{SMP} - b_{STD}$$

$$\Delta a = a_{SMP} - a_{STD}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

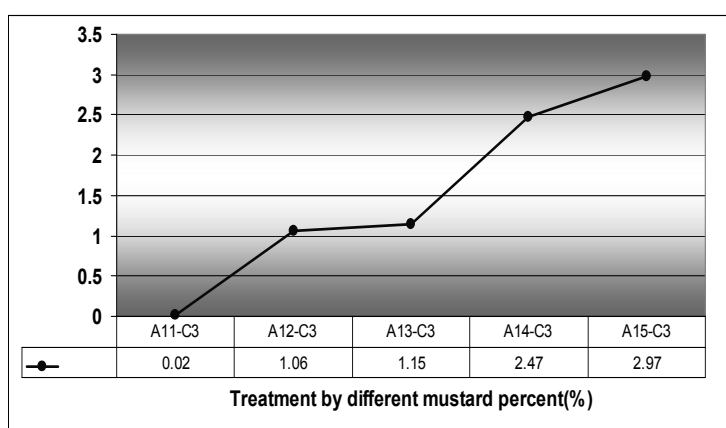
<sup>۱</sup> Cui

<sup>۲</sup> Hunter lab colorflex 45.0 spectrophotometer

جدول ۸- نتایج حاصل از اختلاف رنگ کل ( $\Delta E$ ) در تیمارهای تولیدی با نمونه شاهد (C)

ردیف	Sample	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta L$	$\Delta a^2$	$\Delta b^2$	$\Delta L^2$	SUM	* $\Delta E$
۱	(A11-C3)	-۰/۲۵	۰/۲۶	-۰/۱۵	۰/۰۶۲۵	۰/۰۶۷۶	۰/۰۲۲۵	۰/۱۵۲۶	۰/۰۲
۲	(A12-C3)	-۰/۶۹	۰/۶۲	-۰/۵۲	۰/۴۷۶۱	۰/۳۸۴۴	۰/۲۷۴۰	۱/۱۳۴۵	۱/۰۶
۳	(A13-C3)	-۰/۳۰	۰/۸۱	-۰/۷۶	۰/۰۹	۰/۶۵۶۱	۰/۵۷۷۶	۱/۳۲۳۷	۱/۱۵
۴	(A14-C3)	-۰/۳۴	۱/۱۵	-۲/۱۶	۰/۱۱۵۶	۱/۳۲۲۵	۴/۶۶۵۶	۶/۱۰۳۷	۲/۴۷
۵	(A15-C3)	-۰/۱۷	۱/۲۷	-۲/۶۸	۰/۰۲۸۹	۱/۶۱۲۹	۷/۱۸۲۴	۸/۸۲۴۲	۲/۹۷

\*نتایج در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ مورد بررسی آماری قرار گرفته‌اند.


 شکل ۴- نتایج حاصل از اختلاف رنگ کل ( $\Delta E$ ) در اثر غلظت‌های مختلف خردل پودری در نمونه های سس مایونز تولیدی (A11-A15).

با توجه به نتایج حاصل از محاسبه ی اختلاف رنگ کل ( $\Delta E$ ) در نمودار ۴، نمونه  $A_{11}$  و حاوی ۰/۱ درصد خردل پودری دارای کم ترین اختلاف رنگ با نمونه ی شاهد (C) به میزان ۰/۰۲ بود و با افزایش مقادیر مصرفی خردل پودری در فرمولاسیون سس مایونز از مقادیر ۰/۱ درصد در نمونه ی  $A_{11}$  به ۰/۵ درصد در نمونه ی  $A_{15}$  میزان اختلاف رنگ کل در بین تیمارهای ذکر شده تا مقادیر ۲/۹۵ افزایش یافت. همچنین با توجه به نتایج حاصله در جدول ۱۰، نمونه ی  $C3$  (شاهد) دارای بیش ترین مقدار a-value به میزان ۰/۳۹ - بود و با افزایش مقادیر مصرفی خردل پودری در فرمولاسیون سس مایونز از مقادیر ۰/۱ درصد در نمونه ی  $A_{11}$  به ۱/۵ درصد در نمونه ی  $M_4$  مقدار a-value تا میزان ۱/۱۳ - کاهش یافت. لذا با توجه به این که محدوده ی اعداد منفی در شاخص a بیانگر گرایش محصول به سمت رنگ سبز می باشد، در نتیجه با افزایش مقادیر مصرفی خردل مصرفی در کلیه ی نمونه های سس مایونز تولیدی از نظر شاخص a به مقدار بسیار جزئی متمایل به رنگ سبز بودند. همچنین نمونه ی  $C3$  (شاهد) دارای کم ترین مقدار b-value به میزان ۱۲/۳ بود و با افزایش مقادیر مصرفی خردل پودری در فرمولاسیون سس مایونز از مقادیر ۰/۱ درصد در نمونه



ی  $A_{11}$  به ۱/۵ درصد در نمونه ی  $A_{15}$  مقدار b-value تا میزان ۱۳/۵ افزایش یافت. لذا با توجه به این که محدوده ی اعداد مثبت در شاخص b بیانگر گرایش محصول به سمت رنگ زرد می باشد ، در نتیجه با افزایش مقادیر مصرفی خردل پودری در نمونه های سس مایونز تولیدی از نظر شاخص b به مقدار بسیار جزئی متمایل به رنگ زرد بودند. لذا با توجه به موارد ذکر شده و نتایج حاصله در نمودار ۴ ، با افزودن خردل پودری و در نتیجه افزایش غلظت رنگدانه های آنتوسیانینی<sup>۱</sup> موجود در خردل زرد، میزان  $\Delta E$  در تیمارهای تولیدی افزایش می یابد. به طوری که در نمونه ی  $A_{11}$  از ۰/۰۲ به مقدار ۲/۹۷ در نمونه ی  $A_{15}$  افزایش یافت و نمونه ی  $A_{15}$ ، با توجه به کاهش مقادیر L-value برابر با ۸۹/۳۰ ، رنگ سفید در سس مایونز به کم ترین حد در بین تیمارهای تولیدی با خردل پودری رسید. نتایج این بخش از پژوهش در تأیید تحقیقات صورت گرفته توسط زاوالوس و همکارانش در سال ۲۰۰۵ میلادی در مورد سنتیک تجزیه ی آنتوسیانین ها ، تاکدا<sup>۲</sup> و همکارانش در سال ۱۹۸۸ میلادی در مورد ترکیبات آنتوسیانینی موجود در خردل زرد می باشد (۳۶،۳۰،۲۵) .

### ۳-۵- نتایج آنالیز حسی تیمارهای تولیدی

جدول ۹ نتایج اثر غلظت های مختلف خردل زرد پودری در نمونه های (A11-A15) در مقادیر ۱/۰٪ ، ۲/۰٪ ، ۳/۰٪ ، ۴/۰٪ ، ۵/۰٪ و نمونه ی C با غلظت ۰٪ خردل بر امتیاز خصوصیات طعم ، بو ، رنگ ، بافت ، قوام و پذیرش کلی نمونه های مایونز توسط گروه ارزیاب حسی را نشان می دهد.

جدول ۹- میانگین نتایج ارزیابی حسی تیمارهای تولیدی در گروه ارزیاب حسی به تعداد ۳۰ نفر

ردیف	درصد خردل	رنگ*	بو*	طعم*	شکل ظاهری و بافت	قوام (سفتی)*	پذیرش کلی*
۱	٪۰	۵/۴۰±۰/۹۶	۴/۳۰±۰/۹۳	۳/۹۳±۱/۱۵	۵/۰۳±۰/۹۹	۴/۵۰±۱/۱۰	۴/۱۰±۰/۸۸ A
۲	٪۰/۱	۴/۸۰±۱/۰۶	۴/۷۳±۰/۹۸	۴/۳۳±۱/۲۲	۴/۹۳±۱/۰۱	۴/۶۳±۱/۰۲	bc C
۳	٪۰/۲	۴/۵۰±۱/۱۳	۴/۱۰±۰/۹۲	۴/۶۳±۱/۱۲	۵/۱۰±۱/۰۲	۴/۷۰±۱/۰۳	cd bc
۴	٪۰/۳	۴/۴۶±۱/۱۶	۴/۱۳±۰/۸۹	۴/۸۰±۱/۰۶	۵/۰۰±۱/۰۸	۴/۷۳±۱/۰۱	ab bc
۵	٪۰/۴	۴/۳۳±۰/۸۸	۴/۳۰±۰/۹۸	۴/۲۰±۱/۰۶	۴/۹۳±۱/۰۴	۴/۸۳±۰/۹۸	ab bc
۶	٪۰/۵	۴/۲۰±۰/۹۶	۴/۵۳±۱/۱۰	۴/۱۳±۱/۰	۵/۲۳±۱/۰۴	۵/۰۰±۰/۹۰	A Abc

\* نتایج در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ مورد بررسی آماری قرار گرفته اند.  
\* داده های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار با هم ندارند.

<sup>1</sup> Anthocyanin  
<sup>2</sup> Takeda



آزمون تحلیل واریانس GLM در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در داده‌های قوام، رنگ، طعم و پذیرش کلی نمونه‌های مختلف و عدم وجود تفاوت معنی‌دار در داده‌های بافت نمونه‌های مختلف سس مایونز بود ( $P < 0.05$ ). همچنین بررسی نتایج حاصل از آزمون دانکن نیز در اکثر موارد بیانگر تفاوت معنی‌دار بین داده‌های آزمون‌های مذکور با یکدیگر و یا با نمونه‌ی شاهد حاوی ۰٪ خردل) به غیر از داده‌های حاصل از بررسی خصوصیات بافت در نمونه‌های سس مایونز بود. لذا با توجه به نتایج جدول ۹، گروه ارزیاب حسی ذکر شده، تفاوت چندانی از نظر امتیازدهی خصوصیت بافت در نمونه‌های مختلف سس مایونز قائل نشده‌اند. میانگین نتایج حاصل از امتیازدهی طعم در نمونه‌های سس مایونز توسط گروه ارزیاب حسی با توجه به جدول مذکور، حاکی از ارائه کم‌ترین امتیاز به نمونه‌ی شاهد (۰٪ خردل) با امتیاز ۳/۹۳ می‌باشد و با افزایش غلظت خردل از ۰٪ به ۳/۰٪، امتیاز طعم به ۴/۸۰ افزایش و تا حدود زیادی بهبود پیدا کرد که بیانگر خصوصیت خردل زرد به عنوان یکی از اجزای اصلی طعم‌دهنده‌ی سس مایونز با توجه به دارا بودن (۳-۲/۳) درصد از ترکیبات گروه ایزوتیوسیانات (۴- هیدروکسی بنزیل ایزوتیوسیانات)<sup>۱</sup> می‌باشد. این امر در تأیید نتایج تحقیقات دپیری<sup>۲</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۱ میلادی در مورد بررسی خصوصیات فیزیکی و طعم‌دهندگی سس مایونز و تأثیر گروه ایزوتیوسیانات خردل در طعم آن می‌باشد (۴۲،۳۵،۱۵). با توجه به نتایج حاصل از امتیازدهی طعم براساس جدول ۹، با افزایش غلظت خردل پودری در مقادیر ۰/۴ و ۰/۵ درصد، امتیاز طعم مایونز کاهش یافت. به طوری که امتیاز طعم در نمونه‌ی حاوی ۰/۵ درصد خردل پودری به ۴/۱۳ کاهش یافت که علت آن افزایش غلظت گروه ایزوتیوسیانات آزاد موجود در سس مایونز در اثر فعالیت آنزیم میروزیناز در خردل پودری و در نهایت سبب تندشدن سس مایونز در غلظت‌های بالای خردل پودری مصرفی می‌گردد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، اثرات خردل زرد پودری به عنوان ترکیب دارای خصوصیات امولسیفایری، تثبیت‌کنندگی و آنتی‌اکسیدانی در غلظت‌های (۰/۱-۰/۵) درصد بر افزایش گرانروی، بهبود پایداری تعلیق و کاهش عدد پر اکسید و تندی در سس مایونز مشخص و تایید گردید ( $P < 0.05$ ). نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه‌ی حاوی ۰/۵٪ خردل پودری از نظر داشتن ویسکوزیته‌ی بالا، پایداری تعلیق مناسب، کاهش میزان تندی و نمونه‌ی مایونز حاوی ۰/۳٪ خردل پودری با توجه به مطلوب بودن خواص ارگانولپتیک آن، به عنوان مناسب‌ترین نمونه شناخته شدند. در عین حال، افزایش غلظت خردل به صورت پودری در مقادیر بالاتر از ۰/۳٪ ضمن افزایش ویسکوزیته، بهبود

<sup>۱</sup>4-Hydroxy-benzyl isothiocyanate

<sup>۲</sup> Depree





پایداری تعلیق و کاهش تندی، منجر به تغییرات نامطلوب ماندند افزایش تندی طعم و تیرگی در رنگ سس مایونز شده نتایج حاصل از آزمون رنگ توسط دستگاه هانتر و همچنین بررسی نتایج گروه ارزیاب حسی مؤید موارد ذکر شده می باشد. بنابراین، با توجه به نتایج حاصله، نیاز به پژوهش و اعمال فرآیندهایی نوین در جهت افزایش خواص عملکردی خردل زرد پودری و کاهش تغییرات نامطلوب ناشی از مصرف غلظت های بیشینه آن در رنگ و طعم سس مایونز کاملاً مشهود است.

## ۵- سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیران محترم پژوهشکده ی صنایع غذایی و کشاورزی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و شرکت صنایع غذایی مهنام به دلیل مساعدت در تامین امکانات آزمایشگاهی و تسهیلات مالی این طرح، تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

- ۱- موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۳. ویژگی های و روش های آزمون خردل. استاندارد ملی ایران، شماره ی ۲۴۶، چاپ اول.
- ۲- موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۷. ویژگی های گرد خردل. استاندارد ملی ایران، شماره ی ۳۴۰۴، چاپ دوم.
- ۳- موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۸. ویژگی های میکروبی و روش های آزمون سس مایونز و سس سالاد. استاندارد ملی ایران، شماره ی ۲۹۶۵، چاپ سوم.
- ۴- موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲. مایونز و سس های سالاد- ویژگی ها، شماره ی ۲۴۵۴، چاپ دوم
- ۵- موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴. نگه دارنده های مجاز خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ی ۹۵۰، چاپ دوم.
- 6- Aluko, E. R. and McIntosh, T. 2005. Comparative study of the polypeptide profiles and functional properties of sinapis Alba and Brassica juncea seed meals and protein concentrates. *Science of Food and Agriculture*, 85(11): 1931-1937
- 7- Astrom, A. Langton, M. Marie, A. 1998. Microstructure in relation to the textual properties of mayonnaise. The Swedish institute for food and biotechnology. Got Ebon Sweden.
- 8- Binsted, R. and Devey, J. 1971. Pickle and sauce making, chapter 7, Mustard products, pp.269-271
- 9- Buckley, D. J., Carthy, T. L. M., Kerry, J. F., Kerry, J. P., Lynch, P. B. 2001. Valuation of the antioxidant potential of natural food / plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties, *J. Eat Science*, 58 (1): 45-52.
- 10- Caig, T. 2002. Extending the use of visible /near-ir reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agriculture products, semiarid prairie agriculture center, Agriculture and Agrifood Canada, pp: 371-376
- 11- Callihan, B., Brennan, J., Miller, T., Brown, J. 2000. Mustard in Mustards, Guide to Identification Canola, Mustard, Rapeseed and Related Weeds Bob Callihan, Department of Agriculture, Director of Cooperative Extension System, University of Idaho, Moscow
- 12- Codex Stan. 192-1995 (Rev. 6-2005), General Standard for Food Additives.
- 13- Codex Stan. 168-1989-Volume 11-1994, Mayonnaise
- 14- Cserhalmia, Z., Markus, Z., Czukora, B., Bar'atha A. 2000. Physical-chemical properties and food utilization possibilities Of RF-treated mustard seed, Technology Development Division, Central Food Research Institute, Hungary.



- 15- Cui, S. W., Eskin, M., Liu, H. 2003. Interaction of wheat and rice starches with yellow mustard mucilage. *Food Hydrocolloids*. 17(6): 863-869
- 16- Cui, S. W., Eskin, N, M., Liu, U. 2006. Effect of yellow mustard mucilage on functional and the logical properties of buchweat and peastarch. *Food Chemistry* 95 (1): 83-93.
- 17- Depree, J. A., Savage, G. P. 2001. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Food Science and Technology*. 12(5-6): 157-163.
- 18- Eskin, N. A.M., Liu, H. 1998. Interactionis of native and acelylated pea starch with yellow mustard mucilage, locust bean gum and gelatin. *Food Hydrocolloids*. 12(1): 37-41.
- 19- Forni, E., polesello, A., Torreggiani, D. 1993. Changes in anthocyanins in cherries during osmodehydration, pasteurization and storage. *Food Chemistry*. 48(3): 295-299.
- 20- Fortuna, T., Juszczak, L., kosla, A. 2003. Sensory and rheological properties of polish commercial haracteri. University of Agricultrue, Krakow, Poland. 47(4): 232-235.
- 21-Hamvas,M.,Mathe,C., Molnar,E., Vasas,G.,Grigorszky,I., Borbely ,G. 2001.Microcystin-LR alters the growth, anthocyanin content andsingle-stranded Dnase enzyme activities in *Sinapis alba* L.seedlings ,Department of Botany, The University of Debrecen, Hungary.
- 22- Hemingway, JS. 1995. The Mustard Species: Condiment and Food Ingredient Use and Potential as Oilseed Crops. In Kimber D and McGregor DI (Eds) *Brassica Oilseeds, Production and Utilisation*. CAB International, Wallingford, UK. 373-383.
- 23- Hendrickx, M., VanE ylen, O. Van Loey, A. .2006. Temperature and pressure stability of mustard seed myrosinase. *Food Chemistery* . 97(2): 263-271.
- 24- Henschler,D. and Neudecker.T. 1985. Allyl isothiocyanate is mutagenic in salmonella typhimurium. *Mutation Research and Genetic Toxicology*. 156(1-2): 269-278
- 25- Honda ,T ,Tatsuzawa ,F., Kobayashi ,N, Kasai ,H., . Nagumo a.,S., Shigihara, A., Saito c, N. 2005. Acylated anthocyanins from the violet-blue flowers of *Orychophragonus violaceus*, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Hoshi University, Tokyo
- 26- Iori, R., Leoni, O. , palmieri, S. 1982. A steady – state kinetics study of myrosinase with direct ultraviolet spectro photometric assay. *Analytical Biochemistry* 123(2): 320-324.
- 27-Jed W. Fahey, Amy T. Zalcmann I, Paul Talalay.2000. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants,Brassica Chemoprotection Laboratory and Department of Pharmacology and Molecular Sciences, The Johns Hopkins University ,School of Medicine, USA Pp: 5-43
- 28- Aren .G . 2006. Quality characteries of chlostrol-free mayonnaise type spreads containing rice bran oil . The Department of Food Science. Louisiana State University, pp:81-83
- 29-Kelly,P., Bones,A., Rossiter,J. 1998. Sub-cellular immunolocalization of the glucosinolate sinigrinin seedlings of Brassica ,Department of Biological Sciences, Wye College, University of London. 206: 371-377
- 30- Lynch, B., Carthy,M . 2000. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties, Department of Food Science and Technology, University Collee Cork-National University of Ireland, Cork, Ireland
- 31- Markus, Z., Barath, A., Czukur , B. 2000 . Physico – chemical properties and food utilization possibilities of RF – treated mustard seed. *Food Science & Emerging Technology* 1(4): 251-254.
- 32- Ozkan ,M., Kirca, A., Cemerog`lu,B. 2005. Effects of temperature, solid content and pH on the stability ofblack carrot anthocyaninsa Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Mnakkale Onsekiz Mart University, Turkey
- 33- Peterson, J. 1992. Sauces, classical and contemporary sauce making. First edition chapter 14, *Mayonnaise based sauces*. pp: 363-379.
- 34- Shahidi,F., Wanasundara ,U., Amarowicz,R. 1994. Natural antioxidants from low pungency mustard flour, Department of Biochemistry, Memorial University of Newfoundland and, St Jhons, Newfoundland, Canada A1B3X9
- 35- U.S., Enviromental Protection Agency. 1995. Emissinfactor documentation for pickles, sauces, and salad dressings. EPA contract No. 68-D2 – 0159.
- 36- Takeda, K., Fischer, D., Grisebach, H. 1988. Anthocyanin composition of sinapis Alba, light induction of enzymes and biosynthesis. *J. Phytochemistry*. 27(5): 1351-1353.
- 37-Zavallos, L.and Reyes ,L. 2005. Degradation kinetics and colour of anthocyanins in aqueous extracts of purple – and red – flesh potatoes (*salanum tuberosum* L.), Department of Horticultural Sciences, Texas A&M University,United States , pp:885-894