



## بررسی تاثیر مونو استر پروپیلن گلایکول بر حجم مخصوص خمیر و برخی از خصوصیات کیفی کیک

بابک غیائی طرزی<sup>۱</sup>، سید مهدی سیدین اردبیلی<sup>۲</sup>، مونا نصیری<sup>۳</sup>، پرستو دامن افشان<sup>۴\*</sup>

۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و صنایع غذایی تهران، ایران.
۲. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و صنایع غذایی تهران، ایران.
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، دانشکده کشاورزی، تهران ایران.
۴. کارشناس ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، کارشناس ارشد واحد تحقیقات و توسعه شرکت آذرنوش شکوفه، تهران، ایران.

Email: [parastodamanafshan@yahoo.com](mailto:parastodamanafshan@yahoo.com)

### چکیده

هدف از این تحقیق، تاثیر امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلایکول (PGMS) در چهار سطح ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲٪ (بر حسب وزن آرد) بر کیفیت کیک اسفنجی بوده است. حجم مخصوص خمیر و همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک از جمله حجم، رطوبت، pH و ویژگی‌های حسی محصول مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، حضور مونو استر پروپیلن گلایکول به طور معنی‌داری سبب کاهش حجم مخصوص خمیر کیک شد. و در نتیجه، با کاهش معنی‌دار حجم مخصوص خمیر، حجم نمونه‌های کیک نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین نتایج اندازه‌گیری رطوبت، بیانگر افزایش سطح رطوبت نمونه‌های تیمار شده با PGMS داشت. نتایج آزمون ارزیابی حسی نیز بیانگر آن بود که، نمونه کیک حاوی ۲٪ مونواستر پروپیلن گلایکول از نظر طعم و مزه، نرمی بافت، خردشدگی و پس طعم بیشترین امتیاز را توسط ارزیابان حسی کسب نمود. نتایج مطلوبیت کلی نیز نشان از شرایط مطلوب نمونه حاوی ۲٪ مونواستر پروپیلن گلایکول در تمامی ویژگی‌های مورد آزمون داشته است.

کلمات کلیدی: مونو استر پروپیلن گلایکول، کیک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی.



# بیست و سومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران

با محوریت صنعت غذا و پژوهش‌های کاربردی

۲۰ و ۲۱ آبان ماه ۹۴



## ۱-۱- مقدمه

فرآورده‌های نانویی از جمله محصولات ارزشمند غذایی می‌باشند که از لحاظ تولید، قدمتی بسیار طولانی دارند. اما متأسفانه تولید این محصولات با موانع و مشکلاتی از جمله مدت زمان ماندگاری محدود و بیاتی همراه می‌باشد. کیک از جمله مهم‌ترین و پر طرفدارترین محصولات به شمار می‌رود که علاوه بر بیات شدن با موانع و محدودیت‌های دیگری از لحاظ تولید و ماندگاری روبرو است. از این رو مطالعات گسترده‌ای در زمینه بهبود کیفیت این محصول صورت پذیرفته است. از اواخر نیمه دوم قرن بیستم، استفاده از امولسیون کننده‌های سنتزی در مصارف صنعتی مورد استفاده قرار گرفت. با ظهور و توسعه صنعت غذاهای فرابند شده که نیازمند تکنولوژی تولید انبوه محصولات غذایی و حفظ کیفیت آنها در حین نگهداری و توزیع بود، کاربرد این امولسیون کننده‌ها نیز به سرعت افزایش یافت. امولسیفایرها مهم‌ترین مواد افزودنی می‌باشند که در پروسه تولید محصولات غذایی مدرن بکار گرفته می‌شوند. در واقع امولسیفایرها ترکیبات فعال سطحی هستند که در ثبات امولسیون‌ها نقش به‌سزایی دارند. استفاده از امولسیفایرها در تشکیل و ثبات سلول‌های هوا اثرگذارند که در نتیجه این عمل خمیری با کیفیت مطلوب حاصل خواهد شد. امولسیفایرهایی که در صنعت پخت استفاده می‌شوند می‌بایست به فرم آلفا باشند که در این صورت با پوشش اطراف سلول‌های هوا در خمیر سبب محافظت از آنها می‌شوند. در خمیر کیک استفاده از تمامی امولسیفایرها به فرم آلفا به دلیل افزایش هوادهی خمیر سبب کاهش دانسیته آن می‌شوند. (Hartel, 1990). بهبود هوادهی خمیر، امکان کاهش تخم مرغ و روغن، افزایش حجم، افزایش نرمی بافت، بهبود طعم، به تاخیر انداختن بیاتی و افزایش زمان ماندگاری از مهم‌ترین دلایل استفاده از امولسیفایرها در تولید کیک می‌باشد. Tenny و Barry در سال ۱۹۸۳، استفاده از سدیم استئاروئیل لاکتیلات (SSL) را در تولید نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها نشانگر افزایش حجم نمونه‌های نان تیمار شده با SSL بود. Gomez و همکاران (۲۰۰۴) بررسی تاثیر امولسیفایرهای مختلف، در بهبود خصوصیات کیفی نان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها بیانگر آن بود که، حضور امولسیفایرها در بهبود خصوصیات کیفی محصول نهایی خصوصاً افزایش حجم موثر بوده است. Jianmin و همکاران (۲۰۱۱)، تاثیر سه امولسیفایر پروپیلن گلایکول مونو استئارات (PGMS)، گلیسرول مونو استئارات (GMS) و لستین را بر خصوصیات کیفی کیک لایه‌ای مورد بررسی قرار دادند. PGMS، GMS و لستین به ترتیب در مقادیر ۱/۸، ۱ و ۸٪ بر مبنای وزن آرد مورد استفاده قرار گرفتند. طبق نتایج، کاربرد امولسیفایرها در فرمولاسیون کیک لایه‌ای سبب بهبود خصوصیات کیفی محصول نهایی و افزایش مدت زمان ماندگاری در مقایسه با نمونه شاهد شد. امولسیون کننده‌های غذایی در دو گروه طبقه بندی می‌شوند. از مهم‌ترین امولسیون کننده‌های تعریف شده در گروه اول می‌توان ترکیبات لسیتین، مونوگلیسریدها، استرهای دی استیل تارتاریک اسید را معرفی کرد و در مورد گروه دوم می‌توان به مونوگلیسریدهای لاکتیل، استیل، سوکسینیل و اتوکسیل، سوربیتان منواستئارات، پلی سوربات‌ها، استرهای پلی گلیسرول و استرهای پروپیلن گلایکول اشاره داشت. در میان امولسیفایرها، مونو استر پروپیلن گلایکول ترکیبی آلی، بدون رنگ، غیرقطبی (هیدروفوبیک)، بدون بو و بدون مزه می‌باشد و غالباً در ترکیبات آلی محلول است اما در آب نامحلول بوده (Faridi, 1997). مونو استرهای پروپیلن گلایکول از مهم‌ترین امولسیون کننده‌های سنتزی می‌باشند که از اواخر نیمه دوم قرن بیستم معرفی شده‌اند. بنابراین با ظهور و توسعه صنعت غذاهای فرآیندشده که نیازمند تکنولوژی تولید انبوه محصولات غذایی و حفظ کیفیت آنها در حین نگهداری و توزیع بود، کاربرد امولسیفایرها نیز به سرعت افزایش یافت. در صنعت تولید کیک، تولید محصولی با خصوصیات کیفی مناسب از جمله افزایش حجم و نرمی بافت بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اما نکته مهم‌تر این است که خصوصیات کیفی پس از تولید و در مدت زمان نگهداری نیز در محصول حفظ گردد. استفاده از امولسیفایرها در صنعت پخت خصوصاً در تولید کیک در افزایش خصوصیات کیفی این محصول اثر به‌سزایی دارد. کاربرد این



ترکیبات در فرمولاسیون تولید کیک سبب افزایش حجم، نرمی بافت و سایر خصوصیات کیفی خواهد شد. همچنین استفاده از این محصول سبب خواهد شد تا زنگی محصول تا مدت زمان بیشتری حفظ گردد. به همین جهت تحقیقی در زمینه استفاده از امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلیکول (PGMS) در بهبود خصوصیات کیفی خمیر و کیک اسفنجی مورد مطالعه قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

در این پژوهش از آرد نول، شکر، روغن مخصوص قنادی، تخم مرغ کامل، پودر وانیل، نمک، بیکینگ پودر، شربت گلوکز، پیروفسفات و آب جهت تولید کیک‌های اسفنجی استفاده شد. مونو استر پروپیلن گلیکول مورد استفاده در این تحقیق جهت تولید تیمارها، از شرکت Repsonal ساخت کشور اسپانیا با درجه خلوص ۹۹/۷٪ تهیه شد.

### ۲-۲- روش تولید کیک

خمیر کیک با استفاده از روش کرم کردن تهیه شد (پایان، ۱۳۷۸). پس از تهیه خمیر، مقدار ۱۰۰ گرم از خمیر آماده شده با روش مذکور بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌های با طول ۱۲، عرض ۵ و ارتفاع ۷ سانتی‌متر ریخته شد و به مدت ۳۰ دقیقه در فر با دمای ۲۱۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد عملیات پخت آن انجام پذیرفت. سپس با سرد شدن نمونه‌ها عملیات بسته بندی در داخل کیسه‌های از جنس پلی پروپیلن انجام شد و تا انجام آنالیزهای بعدی در دمای اتاق نگهداری شدند. لازم به ذکر است جهت تهیه تیمارهای مورد آزمون، مونو استر پروپیلن گلیکول در ۴ سطح (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۰/۲) بر مبنای وزن آرد مورد استفاده قرار گرفت.

### ۲-۳- آزمون خمیر

حجم مخصوص خمیر کیک با اندازه گیری نسبت وزن مشخصی از خمیر کیک به همان میزان وزن آب، محاسبه شد (Lee et al, 2008).

### ۲-۴- آزمون‌های کیک

رطوبت و pH نمونه‌های کیک طبق استاندارد ملی ایران به شماره (۲۵۵۳)، اندازه‌گیری شد. آزمون تعیین حجم با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف مونو استر پروپیلن گلیکول بر حجم کیک اسفنجی با استفاده از دستگاه تعیین حجم<sup>۱</sup> ویژه محصولات نانوایی مورد ارزیابی قرار گرفت. اساس عمل این دستگاه تغییر حجم دانه‌های کلزا بوده است (Lin et al, 2003).

<sup>۱</sup>- Seed Volume Apparatus



## ۲-۵- آزمون ارزیابی حسی

شدت و ضعف ویژگی‌های حسی شامل طعم و مزه، نرمی بافت، خردشدگی و پس‌طعم جهت ارزیابی حسی مورد بررسی قرار گرفت. خصوصیات حسی نمونه‌های کیک با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ای توسط ۹ نفر ارزیاب آموزش دیده با تکمیل پرسشنامه ارزیابی، ارزیابی گردید.

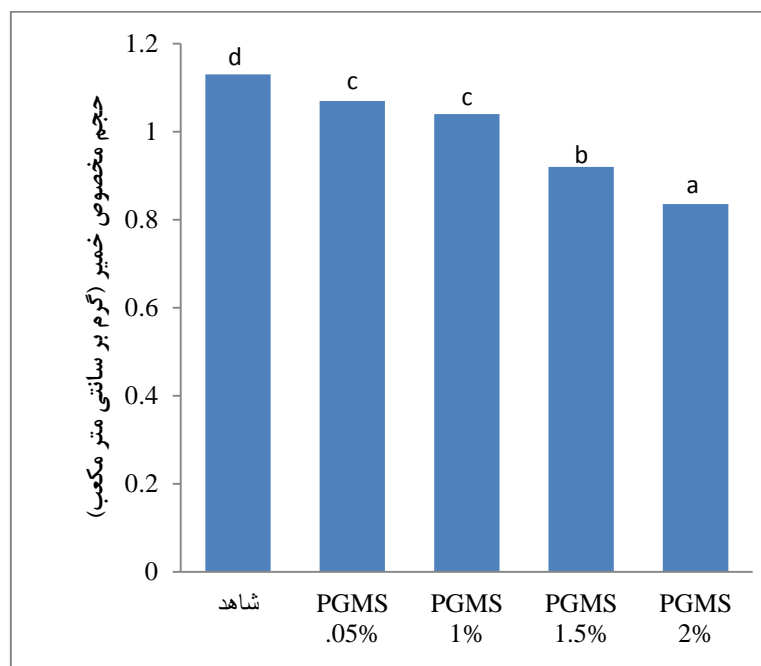
## ۲-۶- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نرم افزار مورد استفاده در این مرحله نرم افزار Design Expert نسخه ۸ بوده است. همچنین آزمون فریدمن جهت تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از آزمون ارزیابی حسی مورد استفاده قرار گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- حجم مخصوص خمیر

نمودار ۱ نشان دهنده نتایج مقایسه میانگین حجم مخصوص نمونه‌های خمیر حاوی مقادیر مختلف مونو استر پروپیلن گلایکول می‌باشد. بر اساس نتایج حاصله، استفاده از مونو استر پروپیلن گلایکول سبب کاهش معنی‌دار حجم مخصوص نمونه‌های خمیر شد ( $P < 0.05$ ). به طوری که با افزایش تدریجی این ماده، کاهش معنی‌داری در حجم مخصوص تیمارهای خمیر حاوی مونو استر پروپیلن گلایکول مشاهده شد.



نمودار ۱- تأثیر مونو استر پروپیلن گلایکول بر حجم مخصوص خمیر کیک

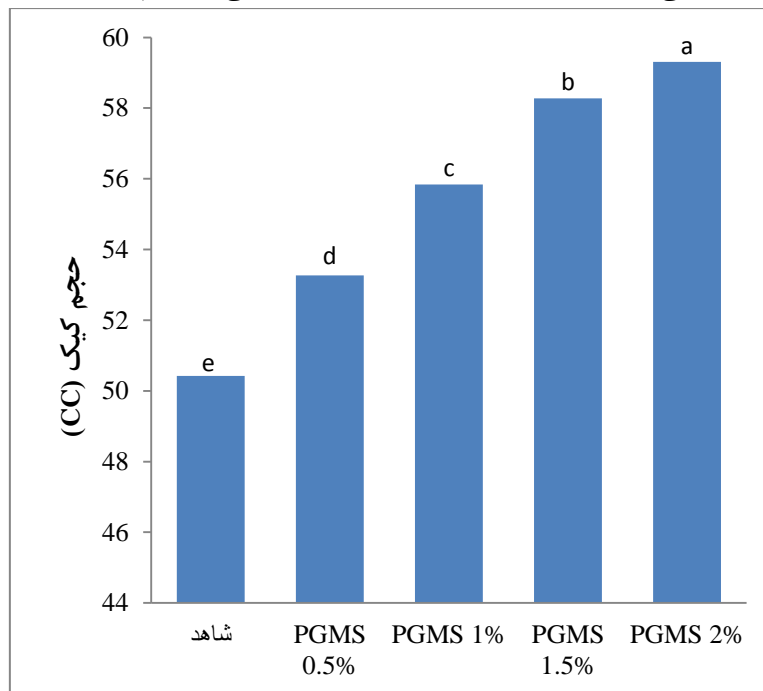
\* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.



حجم مخصوص خمیر کیک فاکتور مناسبی برای بررسی میزان ورود سلول‌های هوا در خمیر و قابلیت نگهداری هوا در مرحله مخلوط کردن خمیر می‌باشد. هر اندازه خمیر قابلیت بیشتری در نگهداری حباب‌های هوای ایجاد شده داشته باشد، حجم مخصوص خمیر کاهش یافته و به عبارتی ویژگی‌های کیفی خمیر بهبود می‌یابد (Desrochers et al, 2004). همچنین در فرآیند پخت، حباب‌های هوا در اثر گرما منبسط شده و حجم آن‌ها افزایش می‌یابد و به دلیل ایجاد کانال‌های مشترک بین آن‌ها، حباب‌ها به یکدیگر چسبیده و بزرگتر می‌شوند. استفاده از امولسیفایرها سبب سهولت در احتباس هوا شده و روغن را به صورت ذرات ریز در فاز آبی پراکنده می‌نماید و پایداری حباب‌ها را افزایش داده و از به هم چسبیدن آن‌ها جلوگیری می‌کنند. طبق مشاهدات صورت گرفته در این پژوهش، با افزایش تدریجی مونو استر پروپیلن گلیکول، حجم مخصوص نمونه‌های خمیر کاهش معنی‌داری یافت به طوری‌که نمونه خمیر حاوی ۲٪ PGMS از کمترین میزان حجم مخصوص برخوردار بود ( $P < 0.05$ ). حضور PGMS در ساختار خمیر سبب افزایش حضور حباب‌های هوا و تثبیت آن شد. بطوریکه با افزایش غلظت آن، حباب‌های هوای بیشتری در ساختار خمیر ایجاد شد که با افزایش تعداد و میزان سلول‌های هوا، حجم مخصوص خمیر کاهش یافت (Kim & Walker, 1992).

### ۳-۲- حجم کیک

نتایج مقایسه میانگین حجم نمونه‌های کیک حاوی درصد‌های مختلف مونو استر پروپیلن گلیکول در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، استفاده از PGMS سبب افزایش معنی‌دار حجم نمونه‌های کیک شد ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۲- تأثیر مونو استر پروپیلن گلیکول بر حجم کیک

\* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

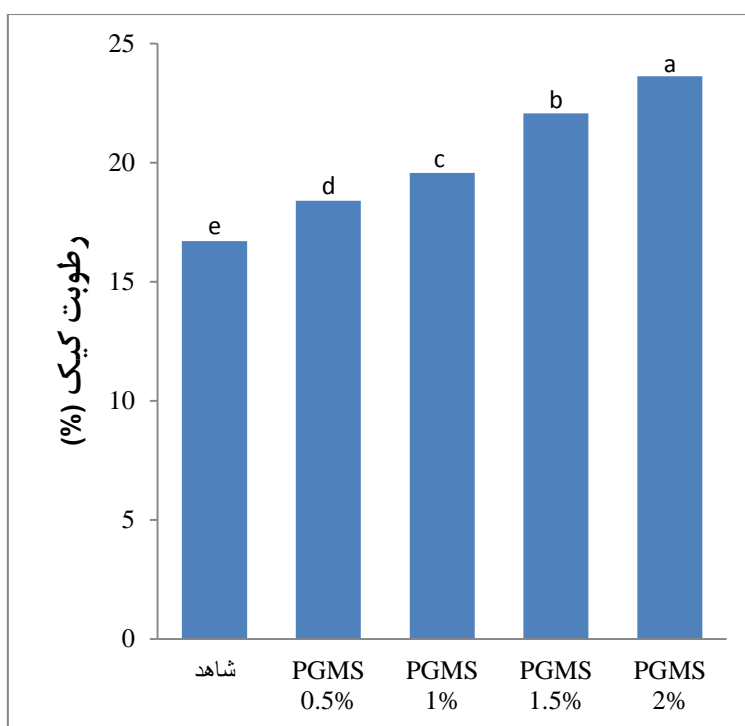
تغییرات حجم مخصوص خمیر تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر حجم کیک خواهد داشت. به طوری‌که یک رابطه معکوسی بین حجم کیک و حجم مخصوص خمیر وجود دارد. بنابراین کاهش هر چه بیشتر حجم مخصوص خمیر می‌تواند نقش موثری در افزایش حجم نمونه‌های کیک داشته باشد. همان‌طور که انتظار می‌رفت، تاثیر امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلیکول بر خصوصیات



فیزیکی خمیر و کاهش معنی‌دار حجم مخصوص خمیر عاملی بسیار موثر در افزایش معنی‌دار حجم نمونه‌های کیک بوده است. بر اساس نتایج، با افزایش غلظت امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلیکول، حجم نمونه‌های کیک افزایش یافت. همانطور که اشاره شد، امولسیفایرها ترکیباتی هستند که از طریق کاهش کشش سطحی، باعث ورود هوای بیشتر به خمیر شده و با ایجاد یک لایه نازک در اطراف حباب‌های هوا از به هم پیوستن و تخریب آن‌ها به هنگام انبساط در فرایند پخت جلوگیری می‌کنند. بنابراین استفاده از PGMS و افزایش غلظت آن به دلیل افزایش هوادهی خمیر در افزایش حجم محصول نهایی موثر می‌باشد (Jianmin et al, 2011).

### ۳-۳- رطوبت کیک

نمودار ۳ نتایج تاثیر درصدهای مختلف PGMS را بر رطوبت نمونه‌های کیک مورد آزمون نشان می‌دهد. بررسی نتایج رطوبت کیک بیانگر آن بود که، بین تمامی تیمارهای مورد آزمون در این پژوهش اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت نمونه‌ها حاصل گردید ( $P < 0.05$ ). بطوریکه با افزایش غلظت مونو استر پروپیلن گلیکول در ساختار کیک، رطوبت نمونه‌های مورد آزمون بطور معنی‌داری افزایش یافت.



نمودار ۳- تاثیر مونو استر پروپیلن گلیکول بر رطوبت کیک

\* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵٪ است.

مواد جذب کننده رطوبت و یا ترکیبات جاذب الرطوبه موادی هستند که به دلیل وجود گروه‌های مختلف در ساختار شیمیایی خود قادر به جذب آب آزاد محیط هستند. مواد جاذب الرطوبه نقش موثری در میزان رطوبت مواد غذایی دارند. این ترکیبات به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروفیلک نظیر گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل تاثیر قابل ملاحظه‌ای در جذب رطوبت مواد غذایی دارند (Casper et al, 2007). از این رو گروه عاملی OH نقش



موثری در جذب رطوبت محیط دارد. برخی از ترکیباتی که دارای چندین عامل OH هستند دارای خاصیت جذب رطوبت بالایی می‌باشند. از این نظر برای جذب رطوبت و ایجاد نرمی بافت در ساختار مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. جذب رطوبت توسط این مواد، کاهش فعالیت آبی و در نتیجه حفظ بهتر ماده غذایی را به همراه دارد. درجه آبدوستی امولسیفایرها بستگی به تعداد گروه‌های آزاد هیدروکسیل در مولکول آن‌ها دارد.

با توجه به مطالب بالا می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان مونو استر پروپیلن گلیکول محتوای رطوبت نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. هر چه میزان امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلیکول که دارای خاصیت جذب رطوبت می‌باشد در فرمولاسیون خمیر افزایش یافت این ترکیبات از طریق عوامل OH خود با مولکول آب پیوند هیدروژنی قوی برقرار کرده و در نتیجه رطوبت نهایی محصول پس از فرآیند پخت افزایش یافت. همچنین این روند در بهبود ماندگاری محصول نیز اثر گذار است به دلیل آنکه امولسیفایرها قابلیت ممانعت از انجام فرآیند رتروگراداسیون را دارند. در این فرآیند، نشاسته که از آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است، هنگامی که تا دمای ژلاتینه شدن حرارت داده می‌شود، گرانول‌های نشاسته متورم شده و در اثر جذب آب ژلاتینه می‌گردند. در فرآیند ژلاتینه شدن، پیچش مولکولی آمیلوپکتین و آمیلوز باز شده و به صورت شبکه‌ای ذرات آب را در بین خود محبوس می‌کنند. پس از سرد شدن، نشاسته به تدریج به شکل اولیه خود کریستالیزه شده و سخت و محکم می‌گردد که این فرآیند به رتروگراداسیون معروف می‌باشد. این واکنش علت اصلی بیات شدن فرآورده‌های نانوائی از جمله کیک می‌باشد. استفاده از امولسیفایرها نظیر PGMS سبب خواهد شد تا نوعی کمپلکس بین نشاسته و امولسیفایر مورد استفاده برقرار شود و در نتیجه آن رتروگراداسیون به تاخیر افتاده و زمان ماندگاری و تازگی کیک افزایش یابد.

### ۳-۴- pH کیک

نتایج مقایسه میانگین pH نمونه‌های کیک در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، استفاده از PGMS اختلاف معنی‌داری را در pH نمونه‌های کیک در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نکرد ( $P > 0.05$ ).

جدول ۲- تغییرات pH نمونه شاهد و نمونه حاوی درصد‌های مختلف PGMS

| نمونه خمیر           | pH کیک*            |
|----------------------|--------------------|
| شاهد                 | $6.94 \pm 0.03^a$  |
| نمونه حاوی ۰/۵٪ PGMS | $6.86 \pm 0.07^a$  |
| نمونه حاوی ۱٪ PGMS   | $6.94 \pm 0.08^a$  |
| نمونه حاوی ۱/۵٪ PGMS | $6.92 \pm 0.049^a$ |
| نمونه حاوی ۲٪ PGMS   | $6.83 \pm 0.045^a$ |

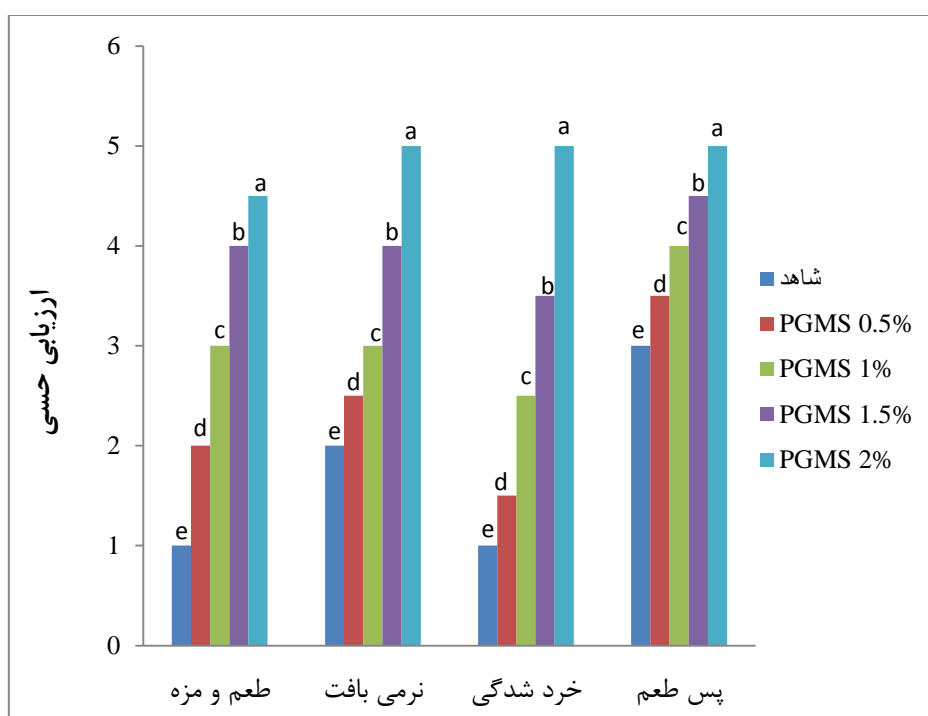
حروف همنام نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.





### ۳-۵- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی حاکی از آن بود که، با افزایش مقادیر مونو استر پروپیلن گلایکول مطلوبیت نمونه‌های کیک از لحاظ طعم و مزه، نرمی بافت، خردشدگی و پس طعم به طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه‌ی شاهد افزایش یافت (نمودار ۴). از آنجاییکه، امولسیفایرها نقش بسیار موثری در حفظ عطر و طعم محصولات غذایی دارند و استفاده از آن‌ها بطور معنی‌داری در نرمی بافت اثر گذار است و همچنین کاربرد آن‌ها سبب خواهد شد تا در مرحله نگهداری کیک خروج رطوبت و چربی به تاخیر انداخته شود، بنابراین مطلوبیت بیشتر نمونه‌های حاوی امولسیفایر در مقایسه با نمونه‌ی شاهد حاصل خواهد شد.



نمودار ۴- بررسی نتایج رتبه بندی آزمون ارزیابی حسی

\* حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل از رتبه بندی که در نمودار ۴ نشان داده شده است، استفاده از PGMS سبب بهبود تمامی ویژگی‌های حسی مورد آزمون در ارزیابی حسی شد بطوریکه با افزایش غلظت این ترکیب، امتیازات در ویژگی‌های طعم و مزه، نرمی بافت، خردشدگی و پس طعم نیز افزایش یافت.

### ۴- نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده در این پژوهش حاکی از آن بود که، استفاده از مونو استر پروپیلن گلایکول سبب کاهش معنی‌دار حجم مخصوص نمونه‌های خمیر شد. نتایج آزمون‌های انجام شده بر نمونه‌های کیک نیز بیانگر آن بود که، با افزایش غلظت PGMS، افزایش حجم در نمونه‌های کیک مشاهده گردید. طبق نتایج، استفاده PGMS سبب افزایش رطوبت نمونه‌های مورد آزمون شد. نتایج اندازه‌گیری pH نیز نشان از عدم اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های حاوی درصد‌های





مختلف مونو استر پروپیلن گلایکول داشت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نمونه‌های حاوی PGMS از لحاظ فاکتورهای طعم و مزه، نرمی بافت، خرد شدگی و پس طعم بیشترین امتیاز را توسط ارزیابان حسی کسب نمودند. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، استفاده از امولسیفایر مونو استر پروپیلن گلایکول در تولید کیک اسفنجی در بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های خمیر و کیک مورد نظر موثر بوده است و همین امر سبب مطلوبیت و مقبولیت بیشتر کیک‌های تولید شده داشته است. از این رو از آنجایی که مصرف انواع کیک با استقبال مصرف‌کنندگان روبروست. بنابراین کاربرد امولسیفایرها نظیر PGMS در تولید کیک‌های اسفنجی به منظور بالا بردن خواص تکنولوژیکی توصیه می‌گردد.

#### منابع

- بی نام ۲، ۱۳۸۵، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۲۵۵۳، کیک-ویژگیها و روشهای آزمون.
- پایان، ر.، ۱۳۷۸، مقدمه‌ای بر تکنولوژی فرآورده‌های غلات، ویرایش دوم، انتشارات نوپردازان.
- Barry, D. and Tenny, R.J. 1983. Dough conditioners and the 1983 crop. *Bakers Dig.*, 57(6): pp. 6-8.
- Casper, J.L., Oppenheimer, A.A, Erickson, B. (2007). Dough compositions having a moisture barrier and related methods. United States patent no 0275128 (in American).
- DesRochers, I.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C., Colin, W.(2004). Encyclopedia of Grain Scienc, Elsevier. London.
- Faridi, A. 1997. Dough Rheology and Baked Product Texture, CBS Press.
- Gomez, M., Real, S.D., Rosell, C.M., Ronda, F., Blanco, C.A. and P.A., C. 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of bread making and wheat bread quality. *Eur Food Res Technol*, 219: pp. 145-150.
- Hartel, R.W. 1990. Food Emulsifiers & their Applications, University of Wisconsin.
- Jianmin, Z., J.M. Faubion and C. Walker. 2011. Evaluation of different types of fats for use in high-ratio layer cakes, Kansas State University, USA. *Food Science and Technology*. 44:1802-1808.
- Kim, C. S. and C. E. Walker. 1992. *Cereal Chemistry*. 69(2):206-212.
- Lee C C, Wang H F, Lin S D. 2008 . Effect of isomaltooligosaccharide Syrup on quality characteristics of sponge cake, *Cereal Chemistry*, 85(4) : 515 – 521 .
- Lin, S. D., C. F. Hwang and C. H. Yeh. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*. 68(3):587-597.