

## تأثیر موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکی، حسی و بیاتی کیک اسفنجی

سیدهدای پیغمبردوست<sup>۱</sup>، عزیز همایونی‌راد<sup>۲</sup>، سمیرا بیک‌زاده<sup>۳</sup>، محمد اصغری جعفرآبادی<sup>۴</sup>، مهدی بیک‌زاده<sup>۵</sup>

۱. استاد تکنولوژی مواد غذایی، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۴. دانشیار مرکز تحقیقات پیشگیری از آسیب‌های ترفیکی جاده‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۵)

### چکیده

به تأخیر انداختن بیاتی یکی از مسائل مهم صنایع پخت بوده و از جنبه تغذیه‌ای و اقتصادی حائز اهمیت است. یکی از راه‌های به تعویق انداختن بیاتی، استفاده از هیدروکلوئیدها به‌ویژه موسیلاژ گیاهان و دانه‌های بومی است که از نظر داشتن خواص دارویی، تغذیه‌ای و ارزان قیمت بودن حائز اهمیت هستند. از این‌رو در این مطالعه به تأثیر درصدهای مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) موسیلاژ دانه ریحان بر وزن مخصوص خمیر و نیز خواص فیزیکی (حجم، دانسیته ظاهری، تقارن، رطوبت)، سفتی بافت، ویژگی‌های حسی و بیاتی نمونه‌های کیک پرداخته شد. نتایج نشان داد که بالاترین وزن مخصوص مربوط به نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ بود. نمونه حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد موسیلاژ با نمونه کنترل از نظر حجم، دانسیته ظاهری و تقارن اختلاف معنی‌داری نداشتند. این در حالی بود که در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه‌هایی با ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد موسیلاژ و نرمترین بافت مربوط به محصول دارای ۰/۲۵ موسیلاژ بود. نمونه ۰/۵ درصد موسیلاژ به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) مقبولیت حسی بالاتری نسبت به نمونه کنترل داشت.

واژه‌های کلیدی: موسیلاژ دانه ریحان، کیک اسفنجی، خواص فیزیکی، حسی، بیاتی

### مقدمه

کیک اسفنجی از جمله محصولات نانوائی بوده که حاوی ۱۵ تا ۲۵ درصد چربی و عمر ماندگاری حدود ۴ هفته است. از مشکلات عمده در این محصول مهاجرت رطوبت، بیاتی و فقدان فیبرهای موجود در آرد کیک بوده که باعث تغییرات غیر قابل برگشتی در خصوصیات کیفی محصول شده و عمر ماندگاری محصول را کاهش می‌دهند (Matsakidou et al., 2010). استفاده از مواد افزودنی، بهبود کیفیت پخت، بسته‌بندی و نگهداری محصولات نانوائی در دمای مشخص از جمله راهکارهای به تأخیر انداختن بیاتی هستند (Azizi et al., 2003). هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها دسته‌ای از افزودنی‌های غذایی هستند. این ترکیبات بیوپلیمرهای هیدروفیلیک با وزن مولکولی بالا می‌باشند که به منظور کنترل جذب آب و در نتیجه بهبود رئولوژی خمیر، بهبود زمان ماندگاری به واسطه حفظ محتوی رطوبت و به تأخیر انداختن بیاتی به محصولات پخت اضافه می‌گردند (Kohajdova & Karovicova, 2009). با توجه به

اینکه مصرف هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی افزایش چشمگیری یافته است و اکثر این پایدارکننده‌های تجاری وارداتی هستند. به این منظور استخراج صمغ‌ها از منابع جدید، تعیین خصوصیات کاربردی آنها و بررسی امکان کاربردشان در مواد غذایی ضروری به نظر می‌رسد (Bahramparvar et al., 2008; Renard et al., 2006). مطالعات متعددی در زمینه استفاده از موسیلاژ دانه‌های بومی در محصولات نانوائی انجام گرفته که شامل بررسی تأثیر موسیلاژ اسفرزه در سطوح ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۱۵ درصد بر بیاتی و ویژگی‌های حسی کیک اسفنجی بود که مشخص شد افزودن موسیلاژ روند بیاتی را طی مدت نگهداری کاهش داده و خواص حسی را بهبود بخشید (Dehghani Sahraiyani, Firoozabadi et al., 2012). به تأثیر موسیلاژ بالنگو شیرازی بر خصوصیات نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن سورگوم پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان مخصوص و امتیاز پذیرش کلی در آزمون حسی و کمترین میزان سفتی بافت در بازه زمانی ۲ ساعت پس از پخت در نمونه حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ و بیشترین میزان تخلخل و کمترین میزان سفتی بافت در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت در نمونه‌های

## مواد و روش‌ها

### مواد اولیه پایه کیک

آرد نول، شکر آسیاب شده، روغن هیدروژنه نیمه جامد، وانیل، بیکنینگ پودر، شیرخشک، آب پنیر و تخم‌مرغ به‌عنوان مواد اولیه استفاده شدند. ویژگی‌های آرد مصرفی در جدول (۱) آمده است.

| جدول ۱- خصوصیات آرد مصرفی |              |
|---------------------------|--------------|
| ویژگی                     | درصد         |
| رطوبت                     | ۱۴/۴۴ ± ۰/۶۳ |
| پروتئین                   | ۸/۲۸ ± ۰/۰۳  |
| گلوتن مرطوب               | ۲۶ ± ۰/۸۸    |
| خاکستر                    | ۰/۴۴ ± ۰/۰۳  |
| عدد زلنی                  | ۱۷/۶۰ ± ۰/۵۴ |

\* داده‌ها بر اساس وزن خشک، میانگین سه تکرار ± انحراف معیار

### استخراج موسیلاژ دانه ریحان

جهت استخراج موسیلاژ دانه ریحان از روش بهینه‌سازی شده توسط *Razavi et al.* (2009) با اندکی تغییرات استفاده شد. دانه ریحان به نسبت ۱ به ۶۵ در دمای ۶۹ درجه سلسیوس و pH برابر با ۸ با آب دیونیزه مخلوط شد. سپس به منظور جداسازی موسیلاژ از دانه‌های ریحان، مخلوط حاصل از مرحله قبل، به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. موسیلاژ حاصل از مرحله قبل با استفاده از آون (ممرت، آلمان) در دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک شده و در بسته‌بندی‌های غیر قابل نفوذ به رطوبت نگهداری شد.

### تولید کیک

تهیه خمیر با روش شکر-خمیر بر اساس دستورالعمل جدول (۲) انجام گرفت (Peighambaroust, 2009). موسیلاژ در نسبت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد بر وزن آرد به فرمولاسیون افزوده شدند. با توجه به اینکه افزایش غلظت موسیلاژ منجر به افزایش ویسکوزیته و سفت شدن خمیر حاصله می‌گردد، مقدار آب مورد استفاده در فرمولاسیون با توجه به ارزیابی تجربی قوام خمیر مناسب جهت پخت برای نمونه کنترل حدود ۲۵ درصد وزن آرد در نظر گرفته شده و با افزایش غلظت درصد موسیلاژ، مقدار آب تا حدود ۳۵ درصد افزایش یافت. پس از تهیه ۱۵۰۰ گرم خمیر کیک، ۴۰ گرم خمیر در قالب‌های گالوانیزه به ابعاد ۴×۵×۸ سانتی‌متر ریخته شده و به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در فر (فوس، آلمان) با دمای ۱۹۰-۱۸۰ درجه سلسیوس پخته شد. پس از پخت، خنک کردن در دمای محیط به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه انجام گرفت. سپس کیک‌ها در بسته‌بندی‌های پلی اتیلنی دانسیته سبک با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شدند.

حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد موسیلاژ بود. با بررسی اثر موسیلاژ قدومه شیرازی بر روی نان مشخص شد که افزایش غلظت موسیلاژ باعث افزایش ویسکوزیته و جذب آب آرد شده و سفتی نان را در مدت نگهداری کاهش داد (*Koocheki et al.*, 2011).

گیاه ریحان (*Ocimum basilicum L.*) یکی از اعضای جنس *Ocimum* می‌باشد. جنس *Ocimum* شامل ۵۰ تا ۱۵۰ گونه گیاهی است که در سراسر جهان در مناطق گرمسیری آسیا، آفریقا و آمریکای مرکزی یافت می‌شود. ریحان یکی از گیاهان بومی ایران است که به‌عنوان یک گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (*Paton et al.*, 1999). از سوی دیگر لایه خارجی (پریکارپ) دانه ریحان، وقتی در تماس با آب قرار می‌گیرد به سرعت متورم شده و ماده ژلاتینی ایجاد می‌کند (*Azoma & Sakamoto*, 2003). بر طبق تحقیقات صورت گرفته، مشخص شده است که هیدروکلوئید استخراج شده از دانه ریحان دارای دو جزء اصلی می‌باشند: اسکلت اصلی یا هسته اصلی گلوکومانان که در مقابل اسید پایدار است (۴۳ درصد) و دارای نسبت گلوکز به مانوز ۱۰ به ۲ می‌باشد و قسمت محلول در اسید که دارای زایلان با اتصالات ۱ به ۴ (۲۴/۲۹ درصد) و دارای زنجیره جانبی اسیدی بر روی کربن شماره ۲ و ۳ از زایلوزیل می‌باشد (*Anjaneyalu & Channe*, 1979). در ارتباط با بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی موسیلاژ دانه ریحان، *Hosseini-Parvar et al.* (2010) را در غلظت‌های ۰/۵ تا ۲ درصد و دمای ۵ تا ۸۵ درجه سلسیوس مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که موسیلاژ دانه ریحان در تمامی غلظت‌ها و دماها، رفتاری رقیق‌شونده با برش داشته و ویژگی سودوپلاستیکی با افزایش غلظت موسیلاژ افزایش یافت. همچنین مشخص شد که در غلظت یک درصد موسیلاژ دانه ریحان در مقایسه با صمغ‌های نظیر گوار، کنجاک و زانتان ویسکوزیته بالاتری دارد. برخی از تحقیقاتی که پیرامون استفاده از موسیلاژ دانه ریحان در محصولات غذایی انجام گرفته که شامل استفاده از موسیلاژ دانه ریحان در ماست کم چرب، سس مایونز، همچنین در فرمولاسیون بستنی بوده است که در کل افزودن موسیلاژ باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی محصول شده است (*Amiri Aghdaei et al.*, 2011; *Niknia et al.*, 2011; *Bahramparvar et al.*, 2013).

براساس اطلاعات موجود، تاکنون پژوهشی در خصوص استفاده از موسیلاژ دانه ریحان در فرمولاسیون کیک و بررسی خواص تکنولوژیکی محصول حاصله انجام نشده است. لذا در این پژوهش، تأثیر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ دانه ریحان بر خواص خمیر، خواص فیزیکی، بیاتی و حسی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۲- مراحل تهیه خمیر کیک اسفنجی به روش شکر خمیر

| مواد اولیه         | درصد بر اساس وزن آرد          | روش   |
|--------------------|-------------------------------|---|
| روغن               | ۵۷                            | کرم کردن تا تولید رنگ روشن انجام شد. (در حدود ۱۰ دقیقه)   |
| شکر                | ۷۲                            | در ۵-۴ قسمت اضافه گردید.                                  |
| تخم مرغ            | ۷۲                            | با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر به صورت نیمه صاف درآمد. |
| آرد                | ۱۰۰                           |   |
| بیکنینگ پودر       | ۱/۳۴                          |   |
| شیر خشک            | ۲                             |   |
| وانیل              | ۰/۵                           |   |
| پودر آب پنیر       | ۴                             |   |
| موسیلاژ دانه ریحان | ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱           |   |
| آب                 | ۲۵-۳۵ (بسته به مقدار موسیلاژ) | بعد از افزودن خمیر به صورت صاف درآمد.                     |

پوسته جدا شده و پروب دستگاه به اندازه یک سانتیمتر (۴۰٪) از بافت را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط سل بارگذاری دستگاه<sup>۷</sup> ۵۰ الی ۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت ۲۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت چارت به پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد. ماکزیم نیروی فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن به صورت  $F_{max}$  گزارش شد.

#### ارزیابی حسی

مقبولیت ویژگی‌های حسی کیک‌های تازه و نگهداری شده در دمای اتاق در روزهای مختلف توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور یک فرم ارزیابی ۶ قسمتی برای بررسی خلل و فرج کیک، نرمی و سفتی بافت، خشک یا خمیری بودن بافت کیک در حین جویدن، رنگ پوسته یا سطح فوقانی و تحتانی کیک، رنگ مغز کیک و عطر و طعم کیک بر اساس روش AACC شماره ۹۰-۱۰ اصلاح شده بر اساس روش *et al.* Ronda (2005) و *et al.* Lee (2008) تهیه شد. برای هر ویژگی امتیاز ۱ نشان‌دهنده پائین‌ترین کیفیت و امتیاز ۵ نماینده بهترین کیفیت بود. ابتدا داوران برای آشنایی با مفاهیم ویژگی‌های مورد ارزیابی آموزش داده شدند و هر نمونه با کد فرضی در اختیار داوران قرار داده شد. به منظور بررسی تأثیر فاکتور زمان بر بافت و کیفیت محصول، ارزیابی حسی در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت انجام گرفت و نمره نهایی کیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

مجموع ضرایب / مجموع امتیازات = نمره نهایی

#### آنالیز آماری

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات فیزیکی-شیمیایی و حسی کیک و خمیر با استفاده از نرم افزار Minitab مورد تجزیه و

#### آزمون‌های آرد

ویژگی‌های شیمیایی آرد مصرفی شامل رطوبت (روش AACC شماره ۴۴-۱۵) خاکستر (روش AACC شماره ۰۸-۰۱) پروتئین خام (روش AACC شماره ۴۶-۱۲)، گلوتن مرطوب (روش AACC شماره ۳۸-۱۰) و عدد زلنی (روش AACC شماره ۶۰-۵۶) اندازه‌گیری شدند (AACC, 1999).

#### آزمون‌های خمیر و کیک

وزن مخصوص<sup>۲</sup> خمیر از طریق محاسبه نسبت وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر از خمیر کیک به وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر آب اندازه‌گیری شد. حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا<sup>۳</sup> اندازه‌گیری شد (Lin *et al.*, 2003). دانسیته ظاهری<sup>۴</sup> از طریق محاسبه نسبت جرم به حجم کیک محاسبه شد (Kocer *et al.*, 2006). تقارن<sup>۵</sup> با استفاده از روش AACC شماره ۹۱-۱۰ و رطوبت کیک روش AACC شماره ۴۴-۱۵ در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت اندازه‌گیری شد (AACC, 1999).

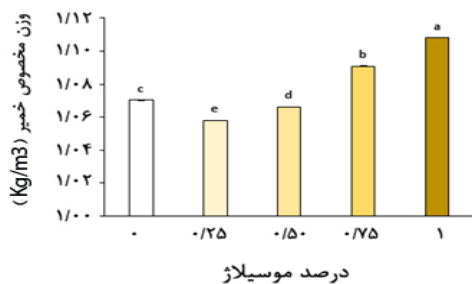
به‌منظور بررسی تأثیر درصدهای مختلف موسیلاژ بر سفتی، بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ پس از پخت اندازه‌گیری شد. سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل به میزان ۴۰٪ فشردگی در بافت در نظر گرفته شد. به این منظور میزان سفتی<sup>۶</sup> بافت با ماشین آزمون عمومی (اینستران) (مدل ۱۱۴۰، انگلیس) با اصلاح روش پیشنهاد شده توسط Hess & Setser (1983) اندازه‌گیری شد. برای این کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی‌متر مکعب از بافت مغز کیک بدون

1. Specific gravity
2. Seed displacement
3. Apparent density
4. Symmetry
5. Firmness

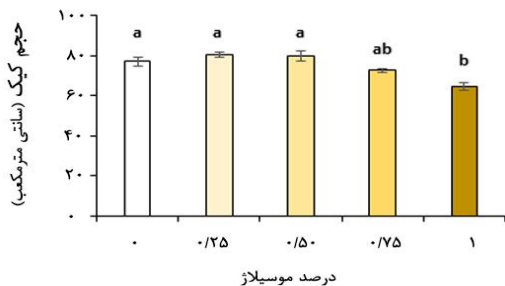
6. Load cell

موسیلاژ دانه ریحان ۱ درصد، به علت افزایش بیش از حد گرانروی حجم نمونه‌های کیک کاهش یافته است. این نتایج مشابه مطالعات (Shokri, Hajmohammadi et al (2014) و (Sowmya et al (2009) بود.

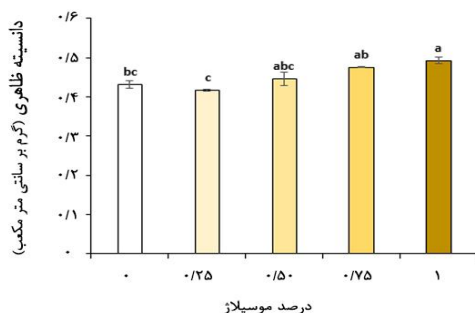
نتایج اندازه‌گیری دانسیته ظاهری کیک در شکل ۳ آمده است. بین دانسیته ظاهری و حجم کیک رابطه معکوس برقرار است. هرچه حجم کیک بیشتر باشد کیک دارای دانسیته ظاهری کمتری خواهد بود. با توجه به ایجاد کمترین حجم در نمونه دارای ۱ درصد صمغ، ایجاد بیشترین دانسیته ظاهری در این کیک طبیعی است. نمونه‌های دارای ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد موسیلاژ از نظر دانسیته ظاهری اختلاف معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) با نمونه کنترل نداشتند.



شکل ۱- اثر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین وزن مخصوص خمیر. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) بین تیمارها است. بازه های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.



شکل ۲- اثر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین حجم کیک. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) بین تیمارها است. بازه های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.



شکل ۳- اثر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین دانسیته ظاهری کیک. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) بین تیمارها است. بازه های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.

تحلیل آماری قرار گرفتند. برای بررسی تأثیر تیمارها از تحلیل واریانس استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن اثرات مورد بررسی در تحلیل واریانس، مقایسه دو به دو میانگین تیمارها با آزمون تعقیبی Sidak با سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. در اندازه‌گیری رطوبت و سفتی بافت کیک و در ویژگی‌های حسی، اثرات متقابل درصدهای مختلف موسیلاژ و روز نگهداری و در سایر صفات فیزیکی و شیمیایی اثر درصدهای مختلف موسیلاژ بررسی شد.

## نتایج و بحث

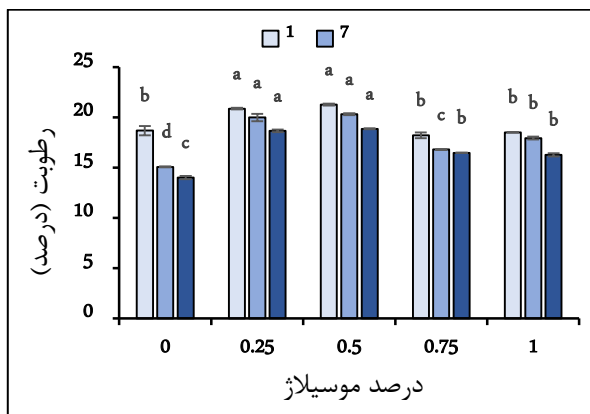
### ارزیابی وزن مخصوص خمیر

نتایج حاصل از بررسی تأثیر درصدهای مختلف موسیلاژ دانه ریحان بر وزن مخصوص خمیر کیک در شکل ۱ نشان داده شده است. با افزایش درصد موسیلاژها وزن مخصوص نمونه‌های خمیر افزایش یافت. نمونه دارای ۰/۲۵ درصد کمترین وزن مخصوص و نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ بالاترین وزن مخصوص را داشت. با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک (Baeva, 2000) می‌توان نتیجه گرفت که کیک‌های دارای ۰/۲۵ درصد صمغ کمترین وزن مخصوص و بنابراین بیشترین قابلیت نگهداری هوا در خمیر بودند. درحالی‌که افزودن موسیلاژ دانه ریحان باعث افزایش وزن مخصوص خمیر کیک و کاهش قابلیت نگهداری هوا در خمیر گردید.

### ارزیابی حجم کیک

نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم کیک‌های حاوی موسیلاژ و نمونه کنترل در شکل ۲ نشان داده شده است. نمونه‌های حاوی ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵٪ از نظر حجم اختلاف معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) با نمونه کنترل نداشتند. میان وزن مخصوص خمیر کیک و حجم کیک رابطه معکوس برقرار است (DesRochers, 2005). کمترین حجم در نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ مشاهده شد. بنابراین این کیک‌ها دارای کمترین حجم در میان سایر تیمارها بودند. حجم کیک نشان دهنده میزان هوا، بخار آب تولید شده و دی اکسید کربن و میزان تغییرات آن در طول پخت در خمیر کیک می‌باشد. موسیلاژها با افزایش ویسکوزیته خمیر موجب کند شدن سرعت انتشار گاز و حفظ آن در مراحل اولیه پخت شده و با به دام انداختن مقدار بیشتری حباب گاز حجم کیک را افزایش می‌دهند. Gomez et al (2005) نشان دادند که بکارگیری صمغ باعث افزایش حجم کیک‌های لایه‌ای می‌شود. با افزایش میزان

Rosell 2004) بر اساس نظر Barcenاس و Rosell (2006) و McCarthy *et al* (2005) طبیعت آب دوست موسیلاژها موجب افزایش برهم‌کنش و جذب آب آرد شده و باعث افزایش قابلیت حفظ آب در حین پخت و نگهداری و کاهش مولکول‌های آب آزاد و در نتیجه کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین می‌شود. *et al* (2005) Sidhu Gomez و Bawa (2002)، *et al* (1999) و Laxmi ، Shalini و Tavakolipour (2007)، و Kalbasi-Ashtari (2006) نیز نتایج مشابهی را برای صمغ‌های مختلف گزارش نمودند.



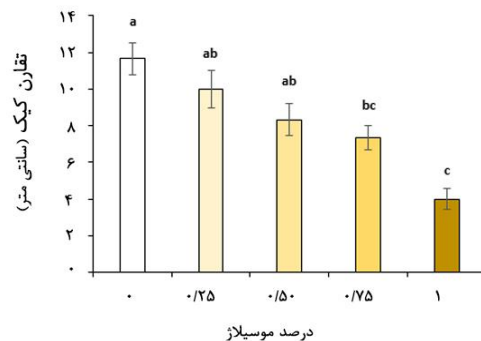
شکل ۵- اثر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین رطوبت کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارها است. بازه‌های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.

#### ارزیابی بافت

نتایج اثر موسیلاژ دانه ریحان بر بافت کیک در فاصله زمانی ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از پخت در شکل ۶ نشان داده شده است. سفتی بافت تمام نمونه‌ها در طی مدت زمان نگهداری افزایش یافت که این افزایش در نمونه کنترل و نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ بیشتر از بقیه تیمارها بود. در روز ۱ به غیر از نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ، بقیه نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل بافت نرم‌تری داشتند. در روزهای ۷ و ۱۴ پس از پخت کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد موسیلاژ بوده و بیشترین میزان سفتی مربوط به نمونه حاوی ۱ درصد موسیلاژ و نمونه کنترل بود. افزایش سفتی بافت کیک در درصد بالای موسیلاژ احتمالاً به دلیل گرانروی زیاد خمیر در این نمونه‌ها بوده است. *Hajmohammadi et al* (2014) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. بر اساس مطالعه *Biliaderis et al* (1997) صمغ‌ها با ممانعت از تورم گرانول‌های نشاسته مانع بهم پیوستن زنجیره‌های آمیلوزی شده و در نتیجه باعث تضعیف ساختار نشاسته می‌گردند. از سوی دیگر صمغ‌ها با برقراری پیوند هیدروژنی با آب و با حفظ رطوبت و نگهداری آن بیاتی را به

#### ارزیابی تقارن

نتایج حاصل از افزودن موسیلاژ بر ویژگی تقارن در شکل ۴ نشان داده شده است. نمونه حاوی ۱٪ موسیلاژ کمترین و نمونه کنترل بیشترین تقارن را داشت. به طور کلی می‌توان گفت با افزایش درصد موسیلاژ تقارن کیک‌ها کاهش یافت. اثر افزودن موسیلاژ دانه ریحان بر تغییرات تقارن کیک (شکل ۳) با تغییرات حجم آن (شکل ۲) تقریباً همراستا بود. کیک‌هایی که تقارن بالاتری دارند احتمالاً بهتر توانسته‌اند حباب‌های هوا در جریان مخلوط کردن مکانیکی خمیر (کرم کردن) را در خود نگه دارند. این حباب‌ها می‌توانند به عنوان هسته‌های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل نموده و توزیع یکنواخت حباب‌های هوا منجر به بهبود تقارن کیک می‌گردد.



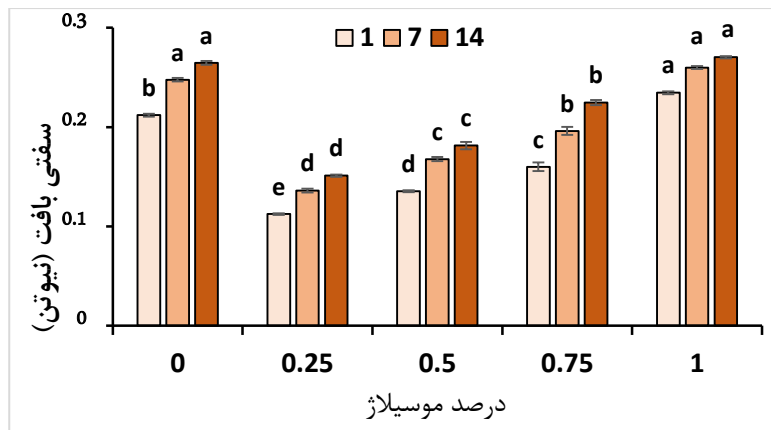
شکل ۴- اثر افزودن درصدهای مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین تقارن کیک. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارها است. بازه‌های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.

#### ارزیابی رطوبت کیک

نتایج حاصل از اثر متقابل روز نگهداری و تیمار بر رطوبت کیک در شکل ۵ آمده است. در روز اول با بررسی اثر موسیلاژ بر میزان رطوبت نمونه‌های کیک، بالاترین درصد رطوبت مربوط به تیمارهای ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد موسیلاژ بوده و نمونه‌های کنترل، ۰/۷۵ و ۱٪ موسیلاژ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در روز هفتم و چهاردهم نمونه‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد دارای بیشترین درصد رطوبت بوده و نمونه کنترل کمترین درصد رطوبت را داشت. لازم به ذکر است که از میزان رطوبت تمام نمونه‌ها در طی مدت زمان نگهداری کاسته شد که این کاهش در نمونه کنترل بیشتر از سایر نمونه‌ها بود، که به علت عدم حضور موسیلاژ در فرمولاسیون و به تبع آن تسهیل مهاجرت رطوبت از کیک بود. صمغ‌ها به دلیل دارا بودن ویژگی‌های هیدروفیلی، جذب آب خمیر را افزایش می‌دهند. این امر احتمالاً به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ است که با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند *et al.*, 2001; *Guarda et al.*,

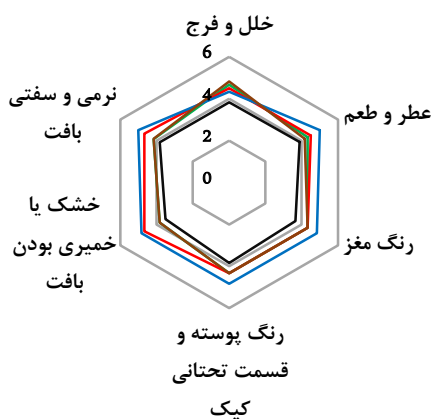
دارای کمترین درصد رطوبت و بیشترین میزان سفتی بودند. (Ayoubi *et al* (2003) در خصوص اثر صمغ گوار و زانتان به نتایج مشابهی دست یافتند.

تاخیر می‌اندازند؛ به همین دلیل بین سفتی کیک و درصد رطوبت آن رابطه معکوس وجود دارد (Fik & Surowka, 2002; Hug-Iten *et al.*, 2003; Ribotta *et al.*, 2003; Sharadanant & Khan, 2003) به طوری که در این تحقیق نمونه‌های کنترل



شکل ۶- اثر افزودن درصد‌های مختلف موسیلاژ تخم ریحان بر میانگین سفتی بافت کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت. حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارها است. بازه های خطا نشان‌دهنده انحراف معیار مربوط به حداقل سه تکرار است.

— 0% موسیلاژ — 0/25% — 0/50%  
— 0/75% — 1%



شکل ۷- اثر درصد موسیلاژ بر ویژگی‌های حسی کیک (روز اول ارزیابی)

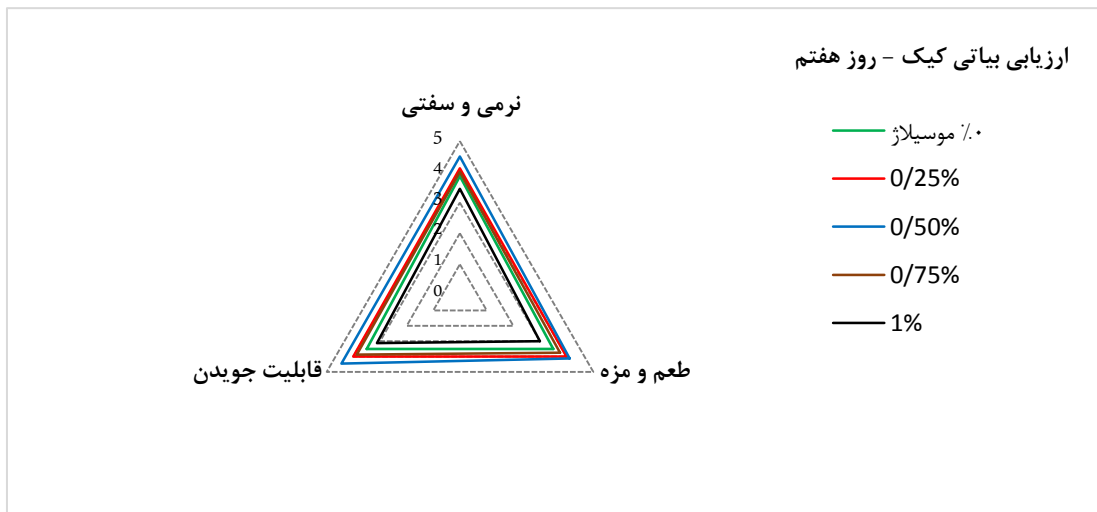
جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر نمره نهایی ارزیابی حسی کیک

| درصد موسیلاژ | نمره ارزیابی حسی*            |
|--------------|------------------------------|
| ۰            | ۴/۱۹ ± ۰/۱۳۴ <sup>a</sup>    |
| ۰/۲۵         | ۴/۵۱۶ ± ۰/۴۴۱ <sup>ab</sup>  |
| ۰/۵          | ۴/۸۵۶ ± ۰/۲۹۶ <sup>bc</sup>  |
| ۰/۷۵         | ۴/۲۰۶ ± ۰/۱۵۰ <sup>abd</sup> |
| ۱            | ۳/۷۵ ± ۰/۱۴۴ <sup>ade</sup>  |

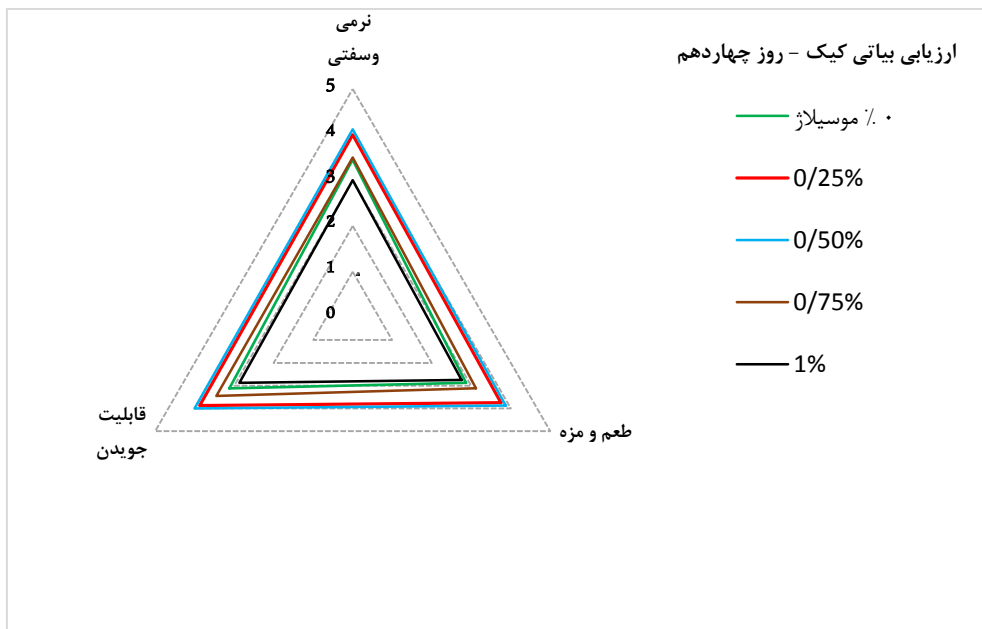
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین تیمارهاست. (میانگین سه تکرار ± انحراف معیار)

#### ارزیابی ویژگی‌های حسی و بیاتی

شکل ۷ اثر درصد موسیلاژ بر ویژگی‌های حسی کیک در روز اول ارزیابی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود برای ویژگی خلل و فرج بافت کیک نمونه حاوی ۰/۷۵٪ موسیلاژ و در بقیه شاخص‌های حسی نمونه ۰/۵٪ بالاترین امتیاز را کسب کرد. نمره نهایی ارزیابی حسی نشان دهنده میزان مقبولیت نمونه کیک و رضایت کلی داوران از مجموع ویژگی‌های حسی آن است. همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، بالاترین نمره ارزیابی متعلق به کیک حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ بود، بقیه نمونه‌ها از نظر مقبولیت تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) نداشتند. طبق نتایج (Bench (2007), *et al* (2014) و Hajmohammadi و Sowmya *et al* (2009) افزایش مقبولیت نمونه‌های حاوی موسیلاژ به دلیل حفظ رطوبت و نرمی و عطر و طعم بوسیله صمغ‌ها است. در شکل‌های ۸ و ۹ ارزیابی بیاتی کیک در روزهای ۷ و ۱۴ نشان داده شده است. روند کاهشی در نمره نهایی ارزیابی حسی در طول روزهای نگهداری کیک در این شکل‌ها به علت کاهش رطوبت و سفت‌تر شدن نمونه‌ها ناشی از بیاتی در طول مدت زمان نگهداری است. در این شکل‌ها نمونه ۰/۵ درصد موسیلاژ از نظر نرمی و سفتی بافت، قابلیت جویدن و طعم و مزه در روزهای ۷ و ۱۴ بالاترین نمره و نمونه ۱ درصد موسیلاژ پایین‌ترین نمره را به دست آورد.



شکل ۸- اثر درصد موسیلاژ بر بیاتی حسی کیک (روز هفتم پس از پخت)



شکل ۹- اثر درصد موسیلاژ بر بیاتی حسی کیک در روز چهاردهم پس از پخت

### نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر درصدهای مختلف موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی های فیزیکی و حسی و بیاتی کیک اسفنجی بود. نتایج نشان داد که با افزودن موسیلاژ، وزن مخصوص خمیر افزایش یافت. در مورد حجم کیک نمونه های کنترل، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد صمغ اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. بیشترین دانسیته ظاهری مربوط به نمونه حاوی ۰/۱ موسیلاژ بود. افزودن موسیلاژ، رطوبت نمونه های کیک را افزایش داده که نمونه های حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد در روزهای مختلف نگهداری دارای بیشترین میزان رطوبت بودند. کمترین میزان سفتی بافت در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ پس از پخت

مربوط به نمونه حاوی ۰/۲۵ موسیلاژ و بالاترین پذیرش کلی در آزمون حسی و کمترین میزان بیاتی در روزهای ۷ و ۱۴ پس از پخت مربوط به نمونه حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ بود که اختلاف معنی داری با نمونه کنترل داشت. به طور کلی موسیلاژ دانه ریحان به عنوان یک افزودنی طبیعی گیاهی و بومی در ایران می تواند در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد کیفیت کیک اسفنجی را بهبود ببخشد.

### سپاسگزاری

از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز در به انجام رسیدن این پژوهش قدردانی می شود.

## REFERENCES

- AACC 1999, Approved method of the AACC, American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN.
- Amiri Aghdaei, S.S., Aalami, M., Khomeiri, M. and Rezaei, R. (2011). Effect of Basil seed mucilage (*Ocimum basilicum L.*) on the physicochemical and sensory characteristics of low fat yogurt. *Quarterly Electronic Journal of Food Processing and Preservation*. Vol. 2 (4): 1-17. (In Farsi).
- Anjaneyalu, Y.V. and Channe G.D. (1979). Structural studies of an acidic polysaccharide from *Ocimum basilicum* seeds. *Carbohydrate Research*, 75, 251-256.
- Ayoubi, A., Najafi, M. and Karimi, M. (2008). The effects of adding whey protein concentrates (WPC) and guar and xanthan gums on quality and physicochemical properties of cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 4(2), 33-46. (In Farsi).
- Azizi, M.H., Rajabzadeh, N. and Riahi, E. (2003). Effect of mono- diglyceride and Lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. *Lebensm. Wiss.u. Technology (LWT)*. 36: 189-193.
- Azoma, J. and Sakamoto, M. (2003). Cellulosic hydrocolloid system present in seed of plants. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 15, 1-14.
- Baeva, M.R., Panchev, I.N., & Terzieva, V.V. (2000). Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Die Nahrung*, 44, 242-246.
- Bahramparvar, M., Haddad khodaparast, M.H. and Mohammad Amini, A. (2008). Effect of substitution of carboxymethylcellulose and salep gums with *Lallemantia royleana* hydrocolloid on ice cream properties. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 4: 37-47. (In Farsi).
- Bahramparvar, M., Razavi, S. M. A., Mazaheri Tehrani, M. and A. Alipour. (2013). Optimization of Functional Properties of Three Stabilizers and  $\beta$ -carrageenan in Ice Cream and Study of their Synergism. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 15: 757-769.
- Barcenas, M. E. and Rosell, C. M. (2006). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. *Journal of Food Engineering*. 72, 92-99.
- Bench, A. (2007). Water Binders for Better Body: Improving Texture and Stability with Natural Hydrocolloids. *Food and Beverage Asia*. 32-3
- Biliaderis, C. G., Arvanitoyannis, I., Izydroczyk, M. S., and Prokopowich, D. J. (1997). Effect of hydrocolloids on gelatinization and structure formation in concentrated waxy maize and wheat starch gels. *Starch/ Staerke*, 49, 278-283.
- Dehghani Firoozabadi A., Hojjateslami M., Yasin Ardekani, S.A. and Keramat J. (2012). Effect of Adding Plantago gum on staling and sensory properties of sponge cakes. *Proceedings of the Second National Conference on Food Science and Technology*, Islamic Azad University Ghuchan. Iran. (In Farsi).
- DesRochers, J.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C., & Colin, W. (2004). In *Encyclopedia of Grain Science*. Elsevier. Pp. 129-133.
- Fik, M., and Surowka, K. (2002). Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82, 1268-1275.
- Gomez, M., Ronda, F., Coballera, P.A., Blanco, C. A. and Rosell, C. M. (2005). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C. and Galotto, M. J. (2004). Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids*, 18, 241-247.
- Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. (2014). Evaluation effect of tragacanth gum on quality properties of sponge cake. *Iranian Journal of Food Science Technology*. 42(11). 1-8. (In Farsi).
- Hess, A. and Setser, C.S. (1983). Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry*, 60, 337-341.
- Hosseini-Parvar, S.H., Mortazavi, S.A., Razavi, S.M.A., Matia-Merino, L. and Goh, K.K.T. (2010). Steady shear flow behavior of gum extracted from basil seed (*Ocimum basilicum L.*): Effect of concentration and temperature. *Journal of Food Engineering*. 101: 236-243.
- Hug-Iten, S., Escher, F., and Conde-Petit, B. (2003). Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chemistry*. 80, 654-661.
- Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. and Katnas, S. (2006). Bubble and pore formation of the high ratio cake formulation with poly-dextrose as a sugar and fat replacer. *Journal of Food Engineering*. 78: 953-964.
- Kohajdova, Z. and Karovicova, J. (2009). Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical Papers*. 63: 26-38.
- Koocheki, A., Shahidi, F., Mortazavi, S. A., Karimi, M. and Milani, E. (2011). The effect of qudome shirazi (*Alyssum homolocarpum*) gum and xanthan on rheological properties of dough and bread. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. Vol. 7, No. 1, 9-16. (In Farsi).
- Lee, C.C., Wang, H.F. and Lin, S.D. (2008). Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry*, 85, 515-521.
- Lin, S.D., Hwang, C.F. and Yeh, C.H. (2003). Physical and sensory characteristics of chiffon cake



- prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68, 2107-2110.
- Matsakidou, A., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A. (2010). Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 949-957.
- McCarthy, D. F., Gallagher, E., Gormley, T. R., Schober, T. J and Arendt, E. K. (2005). Application of response surface methodology in the development of gluten free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 609-615.
- Niknia, S., Razavi, S.M.A., Koocheki, A. and Nayebzadeh, A. (2011). The influence of application of basil seed and sage seed gums on the sensory properties and stability of mayonnaise. *Quarterly Electronic Journal of Food Processing and Preservation*. Vol. 2 (2): 61-79. (In Farsi).
- Onweluzo, J. C., Onuoha, K. C. and Obanu, Z. A. (1995). Certain functional properties of gums derived from some lesser known tropical legumes (*Azelia africana*, *Detarium microcarpum* and *Mucuna flagellipes*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 48, 55-63.
- Paton, A., Harley, M.R. and Harley, M.M. (1999). The Genus *Ocimum*. In: Basil (edited by R., Hiltunen and Y., Holm). Pp. 1-38. The Netherlands: Harwood Academic Publishers.
- Peighambaroust, S. H. (2009). Technology of cereal products. Tabriz University of Medical Sciences publishers. 2: 217-219. (In Farsi).
- Razavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A., and Khanipour, E. (2009). Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1755-1762.
- Renard, D., Velde F. V. D. and Visschers R. W. (2006). The gap between food gel structure, texture and perception. *Food Hydrocolloids*. 20: 423-431.
- Ribotta, P., Leon, A., and Anon, C. (2003). Effect of freezing and frozen storage on the gelatinization and retrogradation of amylopectin in dough baked in a differential scanning calorimeter. *Food Research International*. 36, 357-363.
- Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90, 549-555.
- Rosell, C. M., Rojas, J. A., and Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 15, 75-81
- Sahraian, B., Karimi, M., Habibi Najafi, M. B., Hadad Khodaparast, M. H., Ghiafeh Davoodi, M., Sheikholeslami, Z. and Naghipour, F. (2014). The effect of Balangu Shirazi (*Lallemantiaroyleana*) gum on quantitative and qualitative of surghum gluten free bread. *Iranian Journal of Food Science Technology*. No. 42, Vol. 11. 129-139. (In Farsi).
- Shalini, K. G. and Laxmi, A. (2007). Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapati (Indian unleavened Flat bread). Part I-hydrocolloids. *Food hydrocolloids*, 21, 110-117.
- Sharadanant, R. and Khan, K. (2003). Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: II. Bread characteristics. *Cereal Chemistry*. 80, 773-780.
- Shokri Busjin Z. (2004). Evaluation of relationship between structure, operational and rheological properties of tragacanth gum and comparison with Arabic gum and it's utilization in a cake. MSc Thesis. Isfahan: University of Technology. (In Farsi).
- Sidhu, J. P. S., and Bawa, A. S. (2002). Dough characteristics and baking studies of wheat flour fortified with xanthan gum. *International Journal of Food Properties*. 5, 1-11.
- Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. & Indrani, D. (2009). Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23, 1827-1836.
- Tavakolipour, H., and Kalbasi-Ashtari, A. (2006). Influence of gums on dough properties and flat bread quality of two Persian wheat varieties. *Journal of Food Process Engineering*. 30, 74-87.