

# اثر جایگزینی نشاسته اصلاح شده به عنوان بخشی از مغز گردو بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارگانولپتیک، ویسکوزیته و ماندگاری کنسروخورش فسنجان

علی خزائی<sup>1\*</sup>، سارا کوهی کمالی<sup>1</sup>

1- گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: 1396/05/11

تاریخ دریافت: 1395/10/25

## چکیده

مغز گردو، ماده اصلی خورش فسنجان است که پرکالری و گران قیمت بوده و درواکنش‌های میلارد و کاراملیزاسیون طی فرآیند پخت سبب تیرگی رنگ محصول نیز می‌گردد. هدف در این پژوهش جایگزینی بخشی از مغز گردو با نشاسته اصلاح شده به منظور کاهش کالری‌زایی، هزینه تولید و افزایش عمر ماندگاری و سپس بررسی اثر نشاسته اصلاح شده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارگانولپتیک و ویسکوزیته محصول است. تیمارها شامل T0 (شاهد)، T1 (0/5% نشاسته میکرولیز 34)، T2 (1% میکرولیز 34)، T3 (1/5% میکرولیز 34)، T4 (0/5% میکرولیز 36)، T5 (1% میکرولیز 36) و T6 (1/5% میکرولیز 36) بودند که جایگزین 8 درصد مغز گردو در خورش شدند و آزمون‌ها در روزهای 0 (بلافاصله پس از تولید)، 7، 14 و 21 روز پس از نگهداری در دمای 55 درجه سانتی‌گراد بر روی تیمارها انجام شد. نتایج نشان داد که در روزهای 0 و 7، اختلاف معنی‌داری در اسیدیته نمونه‌ها مشاهده نشد. بالاترین عدد پراکسید و پایین‌ترین ویسکوزیته، امتیاز بافت و رنگ و ظاهر متعلق به نمونه شاهد و بالاترین امتیاز بافت متعلق به تیمارهای محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 34 و 36 بود. با افزایش درصد هر دو نوع نشاسته اصلاح شده میزان pH، ویسکوزیته و ارزیابی ویژگی‌های حسی رنگ و ظاهر نمونه‌ها افزایش نشان داد ( $p < 0/05$ ) در حالی که اسیدیته و امتیاز عطر و طعم بطور غیر معنی‌دار کاهش یافت. تغییر در نوع نشاسته اختلاف معنی‌داری در pH، عدد پراکسید و ویژگی‌های ارگانولپتیک نمونه‌ها با غلظت یکسان نداشت اما نوع نشاسته بر ویسکوزیته و رنگ و ظاهر تاثیر معنی‌داری داشت ( $p < 0/05$ ). با افزایش زمان نگهداری از روز 0 تا روز 21، اسیدیته و ویسکوزیته نمونه‌ها بطور معنی‌دار افزایش یافت ( $p < 0/05$ ) اما رنگ و ظاهر، تغییر معنی‌دار نداشت. به دلیل بالاتر بودن امتیاز ویسکوزیته، ارزیابی‌های حسی و ماندگاری، تیمار T2 محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 34 بعنوان تیمار برتر معرفی شد.

**واژه‌های کلیدی:** خورش فسنجان، نشاسته اصلاح شده، ویسکوزیته

## 1- مقدمه

در سالیان اخیر تغییر شیوه زندگی و مشغله فراوان افراد منجر به افزایش مصرف غذاهای آماده شده است (1). اما متأسفانه به دلیل محتوای زیاد چربی این مواد، مصرف مداوم چنین فرآورده‌هایی موجب شیوع بیماری‌های مزمن نظیر چاقی، بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع دوم و غیره می‌گردد (3). با توجه به ارتباط مستقیم بین مصرف مقادیر زیاد چربی در رژیم غذایی و بیماری‌های مذکور، به تازگی تمایل مصرف کنندگان به استفاده از فرآورده‌های کم چرب نیز در حال افزایش است. از آنجاییکه تاثیرات مطلوب استفاده از چربی و روغنادر ایجاد عطر، طعم، احساس دهانی و بافت فرآورده نیز غیر قابل انکار میباشد، انتخاب صحیح نوع و مقدار جایگزینهای چربی جهت تولید فرآورده‌هایی با عطر و طعم، بافت و ویژگیهای تغذیه‌ای مناسب از نگرانیهای پژوهشگران صنعت غذا میباشد (14). هیدروکلوئیدها یا صمغها بنا به تعریف مواد آب دوستی هستند که به طرق مختلف خواص فیزیکی و رئولوژیکی محصول را بهبود می‌بخشند و می‌توانند به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار گیرند. از مهمترین جایگزین‌های چربی صمغ‌ها هستند که در حفظ و نگهداری آب، کاهش سرعت تبخیر، تغییر سرعت انجماد، اصلاح اندازه کریستال‌های یخ، بهبود خواص رئولوژیکی در محصول موثرند (2). از جمله پژوهشها در زمینه صمغ‌ها، نتایج وانگساگونسوپا و همکاران (2014) در بررسی کاربرد نشاسته تاپیوکا با اتصالات عرضی در سوپ است. این پژوهشگران گزارش کردند که بکارگیری 1 درصد نشاسته تاپیوکا با اتصالات عرضی<sup>1</sup> در محصول ژل قوی تر و مقاومت به تنش بالاتری را نسبت به نمونه شاهد ایجاد نمود و از طرفی نمونه‌های سوپ تولید شده با این نوع نشاسته دارای امتیاز ارگانولپتیک و ویژگی‌های بافتی بالاتری نیز بودند (18). همچنین وربکن و همکاران (2006) در بررسی تاثیر به

کارگیری نشاسته اصلاح شده ذرت مومی<sup>2</sup>، کاپا کاراگینان و پروتئین‌های شیر در دسرهای لبنی استریلیزه، گزارش نمودند که نشاسته اصلاح شده بیشتر بر روی مدول کمپلکس<sup>3</sup> و پروتئین‌های شیر در افزایش قدرت ژلی دسر نقش زیادی داشته‌اند. همچنین افزایش میزان کاراگینان و نشاسته منجر به کاهش سینرزیس در فرآورده شد (17). از انواع نشاسته اصلاح شده میتوان به نشاسته مونو فسفات و یا نشاسته اتری شده<sup>4</sup> (مشتقات هیدروکسی متیله و هیدروکسی پروپیل) و دی‌استارچ فسفات استیله (نشاسته میکرولیز) اشاره نمود که در فرآورده‌های کنسرو شده‌ای که در دمای بالا استریل می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرند. نشاسته میکرولیز<sup>36</sup>، در مقایسه با میکرولیز<sup>34</sup>، از اندازه گرانولی ریزتری دارد که سبب ایجاد بافت ویسکوزتر است و مقاومت دمایی بالاتری نیز از خود نشان می‌دهد (15). در میان خوراک ایرانی، خورش فسنجان به غذای شاهانه معروف است. ماده اصلی این خوراک، مغز گردو به میزان 40 درصد از وزن فرآورده است و در طبخ این غذا از گوشت و رب انار هم استفاده می‌شود (4 و 8 و 10). یکی از موانع تولید این فرآورده غذایی کالری زیاد و همچنین قیمت نسبی بالای این فرآورده در مقیاس صنعتی و کارخانه‌ای است که علت آن محتوای بالای مغز گردو در فرمولاسیون فعلی این فرآورده است. با توجه به اینکه تاکنون پژوهشی در زمینه جایگزینی مغز گردو در خورش فسنجان با هیدروکلوئیدهای جایگزین چربی و بویژه نشاسته اصلاح شده انجام نشده است، در این پژوهش، جایگزینی بخشی از مغز گردو با نشاسته اصلاح شده دی‌استارچ فسفات استیله (دو نوع میکرولیز<sup>34</sup> و 36) و تولید محصولی با کیفیت مناسب بررسی شد. که در این صورت با کاهش میزان چربی در فرآورده علاوه بر کاهش کالری زایی و همچنین کاهش هزینه تولید، پایداری اکسیداتیو افزایش یافته و در نتیجه عمر نگهداری فرآورده طولانی تر شد.

2 - Waxy maize starch

3 - Complex modulus

4- Etherified Starches

1- Cross-Linked Tapioca Starch (CLTS)

## 2- مواد و روش‌ها

### 2-1 مواد

مواد شیمیایی جهت انجام آزمایشات شامل ان هگزان، اسید استیک، کلروفرم، یدیدپتاسیم اشباع، تیوسولفات سدیم، بافرها، الکل اتیلیک 96%، فنل فتالین و هیدروکسید سدیم از شرکت Merck آلمان تهیه گردید. نشاسته اصلاح شده سبب زمینی در دو نوع میکرولیز 34 و 36 با برند تجاری Lyckebey سوئد و از شرکت صادراتی زرین خریداری گردید. مواد اولیه تولید خورش شامل مغز گردو با برند تجاری مالمیر ایران، نمک و ادویه جات با برند گلها، شکر با برند ماهان ایران و رب انار با برند تجاری نارایران از بازار تهران خریداری شدند.

### 2-2 آماده سازی تیمارها

جهت تیمارهای خورش فسنجان مقادیر مواد اولیه برای تهیه هر تیمار مطابق جدول 1 آماده سازی شدند. در ابتدا پیاز در ظرفی

مناسب با روغن مایع تا رسیدن به رنگ طلائی تفت داده شد. سپس زردچوبه و رب گوجه فرنگی، رب انار و آب به مواد اضافه شد و مواد در حرارت ملایم (کمتر از 100 درجه سانتی گراد) تا زمانی که مخلوط شروع به جوشیدن نمود به خوبی مخلوط شدند. سپس مغز گردوی چرخ شده اضافه شد و مخلوط به مدت 3 ساعت بر روی حرارت ملایم قرار داده شد تا مرحله پخت کامل گردید. نهایتاً شکر و آبلیمو اضافه شده و نشاسته بر طبق مقادیر جدول 1 به نمونه‌ها اضافه و تیمارها جهت دربندی به خط تولید انتقال داده شد (10 و 8 و 4). نمونه‌ها پس از آماده سازی در ظروف مخصوص (قوطی های از جنس فویل آلومینیوم استرال سه لایه شامل پلی پروپیلن و لایه آلومینیوم و لایه خارجی لاک طلائی)، بسته بندی شدند و سپس در اتوکلاو نوع آبی/بخارافقی (Steriflow ساخت فرانسه) در دمای 121°C به مدت 90 دقیقه استریلیزه شدند (10 و 8 و 4).

جدول 1- معرفی تیمارهای خورش فسنجان

تیمارها	نشاسته اصلاح شده (درصد وزنی)	مغز گردو (درصد وزنی)	آب (درصد وزنی)
T0	0	40	40
T1	0/5 نوع 34	32	47/5
T2	1 نوع 34	32	47
T3	1/5 نوع 34	32	46/5
T4	0/5 نوع 36	32	47/5
T5	1 نوع 36	32	47
T6	1/5 نوع 36	32	46/5

\* مواد با مقادیر ثابت در فرمولاسیون شامل پیاز 6 درصد، رب انار 8 درصد، شکر 5 درصد، رب گوجه فرنگی 1 درصد و آبلیمو 0/5 درصد و زرد چوبه 0/05 درصد بودند (4).

### 2-3-5 ارزیابی ارگانولپتیکی و حسی

ارزیابی حسی خورش فسنجان مطابق با استاندارد 7308 به روش هدونیک پنج نقطه ای و با کمک 22 نفر ارزیاب آموزش دیده انجام شد. در این ارزیابی به ویژگی های رنگ و ظاهر، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی تیمارها و شاهد امتیازات 1 (بد) تا 5 (خیلی خوب) اختصاص داده شد (4).

### 2-4 روش ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور بررسی ویژگی های کمی داده ها با توجه به وجود 7 تیمار و 3 تکرار در روش های دستگاهی و 5 تکرار در روش های حسی از آنالیز واریانس یک طرفه و همچنین جهت مقایسه میانگین داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری 5% به منظور بررسی معنی دار بودن نتایج حاصله استفاده شد. همچنین جهت آنالیز داده های منتج از آزمون های حسی، از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس استفاده شد و در صورت معنی دار شدن تفاوت بین تیمارها، جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح 0/05 استفاده گردید. تجزیه و تحلیل های آماری توسط نرم افزار version SPSS 16 انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

### 3-نتایج و بحث

#### 3-1-3 آزمون های فیزیکی و شیمیایی

##### 3-1-1-3 تعیین pH

طبق نمودار شماره 1 نتایج حاصل از مقایسه میانگین pH تیمارها و شاهد نشان داد که بلافاصله پس از تولید (روز 0)، روز هفتم و چهاردهم و بیست و یکم پس از نگهداری، با افزایش در صد وزنی نشاسته، pH تیمارها افزایش نشان داد. بطوریکه پایین ترین pH متعلق به نمونه شاهد و سپس تیمارهای 0/5% نشاسته میکرولیز 34 و 0/5% نشاسته میکرولیز 36 بود اما

کلیه تیمارها و شاهد بلافاصله پس از تولید (روز 0) و در فواصل زمانی 7، 14 و 21 روز پس از گرمخانه گذاری در دمای 55 درجه سانتی گراد تحت آزمون های فیزیکی و شیمیایی (pH، اسیدیته و پراکسید)، رئولوژیکی (ویسکوزیته) و آزمون های ارگانولپتیکی -حسی (رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی) قرار گرفتند. این زمان و دما بر طبق استاندارد شماره 7308 برابر با نگهداری محصول به مدت 6 ماه در دمای محیط می باشد (4). همه آزمون ها در سه تکرار انجام شدند و نتایج نهایی آنها بصورت میانگین سه تکرار  $\pm$  انحراف معیار گزارش شد.

#### 2-3 آزمون های فیزیکی و شیمیایی و رئولوژیکی و

##### ارگانولپتیکی

##### 2-3-1 pH

جهت تعیین pH تیمارها، از دستگاه pH متر مدل S123-9T و مطابق روش استاندارد ملی ایران، شماره 7308 استفاده گردید (4).

##### 2-3-2 عدد پراکسید

عدد پراکسید تیمارها مطابق استاندارد ملی ایران، شماره 7308 ارزیابی شد (4).

##### 2-3-3 اسیدیته

تعیین اسیدیته نمونه های خورش تهیه شده مطابق استاندارد ملی ایران، شماره 4178 انجام شد (6).

##### 2-3-4 ویسکوزیته

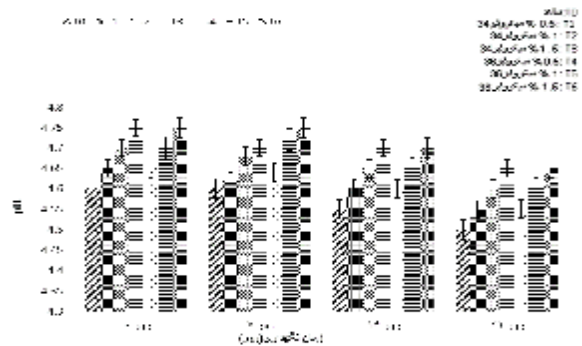
جهت اندازه گیری ویسکوزیته از دستگاه رئومتر Anton (Paar, MCR30, CC27) ساخت اتریش) بر اساس سیستم مخروط و صفحه<sup>1</sup> استفاده گردید. سپس ویسکوزیته نمونه ها در دامنه درجه برش  $s^{-1}$  (500-1) و در دمای 20 سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت (15).

همچنین pH تیمار T2 محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 34، که با گذشت زمان، از 4/70 در روز 0، به 4/50 در روز بیست و یکم رسید که بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره 7308، همچنان در محدوده قابل قبول بود (4). نتایج حاصل از این پژوهش با گزارشات میرشجاعیان و همکاران (1392) که در آن افزایش میزان نشاسته اصلاح شده از 0/1 تا 0/2 درصد برای بهینه سازی فرمولاسیون کره سیب، تاثیر معنی داری بر روی pH محصول نداشته است همخوانی دارد (9). همچنین در نتایج حاجی بابایی و همکاران (2015) در بررسی تاثیر جایگزینی نشاسته های اصلاح شده با چربی شیر، نیز نشان داده شد که افزودن درصد نشاسته اصلاح شده در مقادیر 0/15، 0/3 و 0/45 درصد تاثیر معنی داری بر pH نمونه ها نداشت. اما با گذشت زمان، کاهش pH در نمونه شاهد شدت بیشتری نشان داد همانطور که با گذشت زمان، عدد پراکسید آن نیز با شدت بیشتری نسبت به دیگر نمونه ها افزایش یافته است. از طرفی در تمامی نمونه ها pH با گذشت زمان کاهش و عدد پراکسید افزایش داشته است (12).

### 3-1-2- تعیین عدد پراکسید

بر طبق نمودار شماره 2، در تمامی روز های مورد بررسی، عدد پراکسید شاهد به طور معنی داری بالاتر از دیگر نمونه ها بود ( $p \leq 0/05$ ). در روزهای صفر و هفتم، کمترین عدد پراکسید متعلق به تیمارهای محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 و 36 بود اما اختلاف معنی داری بین تیمارهای مذکور ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). در غلظت های پایین نشاسته اصلاح شده یعنی در تیمارهای محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 و 36، عدد پراکسید نمونه ها به طور معنی داری بالاتر از نمونه محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 بود ( $p \leq 0/05$ ). علت کاهش معنی دار عدد پراکسید با افزایش درصد نشاسته را میتوان با جایگزینی بیشتر چربی بوسیله نشاسته اصلاح شده و در نتیجه کاهش فساد اکسیداتیو آن مرتبط دانست.

اختلاف معنی داری در pH این نمونه ها با یکدیگر وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). همچنین بالاترین pH به ترتیب متعلق به تیمارهای 1/5 % نشاسته میکرولیز 34، و 1/5 % نشاسته میکرولیز 36 بود که اختلاف معنی داری در pH نمونه های مذکور نیز وجود نداشت ( $p > 0/05$ ).



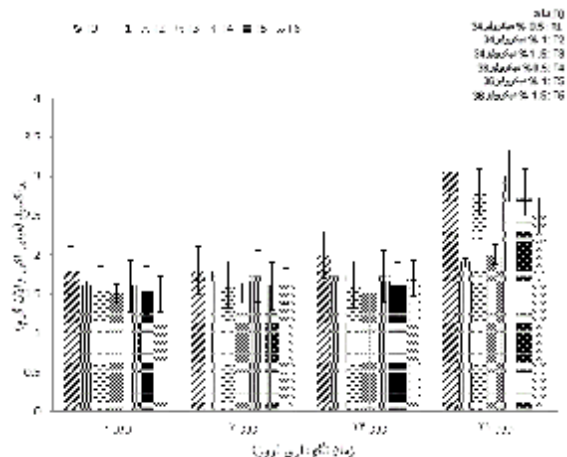
نمودار 1- تغییرات pH نمونه ها طی زمان نگهداری در دمای 55 درجه سلسیوس

به طور کلی می توان بیان نمود که در زمان های یکسان نگهداری، با افزایش غلظت نشاسته از 0 (شاهد) تا 1/5 درصد در مورد هر دو نوع میکرولیز 34 و 36، pH نمونه ها به طور معنی دار افزایش داشته است ( $p \leq 0/05$ ). اما تغییر نوع نشاسته اصلاح شده، اختلاف معنی داری در pH نمونه ها در غلظت یکسان ایجاد ننمود ( $p > 0/05$ ). در تمامی تیمارهای مورد بررسی، با گذشت زمان، pH نمونه ها کاهش یافت ( $p \leq 0/05$ ) که علت آن افزایش اسیدیته تیمارها در طی نگهداری است. در تیمار محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 36، pH در روز بیست و یکم به طور معنی داری پایین تر از دیگر روزهای مورد بررسی بود ( $p \leq 0/05$ ) هر چند که اختلاف معنی داری بین pH روز بیست و یکم و روز چهاردهم ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). علت آن را میتوان در کمتر بودن درصد چربی در تیمار مذکور در مقایسه با سایر تیمارها و در نتیجه کاهش نسبی درصد اسیدهای چرب آزاد با گذشت زمان مرتبط دانست.

کلی در پژوهش حاضر جایگزینی مغز گردو با هردو نوع نشاسته اصلاح شده بعنوان نوعی جایگزین چربی سبب کاهش معنی دار در عدد پراکسید نمونه ها نسبت به شاهد شد. که می توان آنرا به کاهش محتوای چربی غیر اشباع و مستعد فساد (موجود در مغز گردو) در فرمولاسیون و نتیجتاً کاهش فساد اکسیداتیو و بهبود ماندگاری محصول طی زمان نگهداری نسبت داد.

### 3-1-3- تعیین اسیدیتته (درصد اسیدهای چرب آزاد)

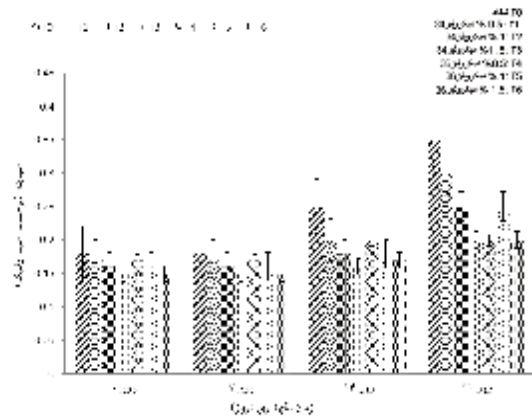
طبق نمودار 3، نتایج حاصل از مقایسه میانگین اسیدیتته تیمارها نشان داد که در روزهای صفر و هفتم، اختلاف معنی داری در اسیدیتته نمونه ها وجود نداشته است ( $p>0/05$ ). در روز چهاردهم، اسیدیتته نمونه شاهد به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p\leq 0/05$ ) و اما اختلاف معنی داری در اسیدیتته سایر نمونه ها با یکدیگر ملاحظه نگردید ( $p>0/05$ ). در روز بیست و یکم، به ترتیب اسیدیتته نمونه شاهد و تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکروولیز 34 بالاتر از دیگر تیمارها بود ( $p\leq 0/05$ ) اما اختلاف معنی داری در اسیدیتته دو نمونه مذکور با یکدیگر وجود نداشت ( $p\leq 0/05$ ). بطور کلی در تمامی تیمارهای مورد بررسی، اسیدیتته نمونه ها با گذشت زمان افزایش یافت بطوریکه برای هر تیمار اسیدیتته در روز بیست و یکم به طور معنی داری بالاتر از روزهای دیگر مورد بررسی بوده است ( $p>0/05$ ). اما افزایش غلظت هردو نوع نشاسته در تیمارها تاثیر معنی داری بر افزایش اسیدیتته تیمارها در روزهای یکسان نگهداری نداشت. بنابراین، نتایج حاصل از ارزیابی اسیدیتته تیمارها در این پژوهش با نتایج حاجی بابایی و همکاران (2015) مطابقت داشت. این پژوهشگران بیان کردند که جایگزینی نشاسته های اصلاح شده در مقادیر 0/3، 0/15 و 0/45 درصد با چربی شیر در تیمارها، تاثیر معنی داری بر افزایش یا کاهش اسیدیتته نمونه ها نداشته است (12).



نمودار 2- تغییرات عدد پراکسید نمونه ها طی زمان نگهداری در دمای 55 درجه سلسیوس

به طور کلی با افزایش میزان جایگزینی نشاسته و کاهش مقدار روغن، عدد پراکسید نیز مقادیر کمتری را نشان داده است. از طرفی تغییر نوع نشاسته اصلاح شده اختلاف معنی داری در عدد پراکسید نمونه های با غلظت یکسان ایجاد نموده است ( $p>0/05$ ). در روز چهاردهم، پایین ترین عدد پراکسید در تیمار محتوی 1/5 درصد نشاسته میکروولیز 34 ملاحظه شد ( $p\leq 0/05$ ). در تمامی تیمارهای مورد بررسی، با گذشت زمان، عدد پراکسید نمونه ها به طور معنی داری افزایش یافت ( $p\leq 0/05$ ) که می توان آن را به فساد اکسیداتیو تدریجی روغن موجود در فرمولاسیون نسبت داد. همچنین عدد پراکسید تیمارها در روز بیست و یکم به طور معنی داری بالاتر از روزهای دیگر مورد بررسی بوده است ( $p\leq 0/05$ ) و تنها در تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکروولیز 34، عدد پراکسید روز چهاردهم و بیست و یکم اختلاف معنی داری از لحاظ آماری نشان ندادند ( $p>0/05$ ). عدد پراکسید نمونه T2 محتوی 1 درصد نشاسته میکروولیز 34، با گذشت زمان از 1/56 در روز صفر، به 2/80 در روز 21 رسید که بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره 7308، همچنان در محدوده مجاز (کمتر از 5 میلی اکی والان برکیلوگرم و برحسب وزن خالص) می باشد. بطور

و تیمارهای محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 و 36 نیز که دارای کمترین درصد نشاسته اصلاح شده بودند ویسکوزیته کمتری نسبت به دیگر تیمارها نشان دادند. از طرفی در غلظت 1/5 درصد، تغییر در نوع نشاسته اصلاح شده اختلاف معنی داری را در ویسکوزیته تیمارها نشان داد ( $p \leq 0/05$ ). علت افزایش ویسکوزیته را میتوان به اندازه کوچکتر گرانولهای نشاسته میکرولیز 36 نسبت به نوع 34 و در نتیجه بیشتر بودن سطح تماس دانه‌های نشاسته میکرولیز نوع 36 با مولکولهای آب و جذب آب بیشتر این گرانولها نسبت داد (15). همچنین در تمامی تیمارهای مورد بررسی، با گذشت زمان از روز صفر تا روز بیست و یکم، ویسکوزیته به طور معنی داری افزایش یافت ( $p \leq 0/05$ ) که می‌توان آن را به جذب آب بیشتر نشاسته‌های اصلاح شده با گذشت زمان و در نتیجه افزایش ویسکوزیته نسبت داد. تنها در تیمار محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 36 اختلاف آماری معنی داری در ویسکوزیته روزهای چهاردهم و بیست و یکم ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). ویسکوزیته تیمارهای محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 34 با گذشت زمان، از 3/26 در روز صفر، به 9 در روز 21ام رسید. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های Mandlawyr و همکاران (2013) همخوانی داشته است. این پژوهشگران نیز در بررسی کاربرد انواع نشاسته بعنوان پرکننده و افزایش دهنده قوام و ویسکوزیته در کنسروها گزارش نمودند که تا قبل از اتوکلاو کردن نمونه‌ها، تمامی نشاسته‌ها به جز نشاسته دست نخورده ذرت مومی و نشاسته استیله شده سیب زمینی، سبب افزایش معنی دار در ویسکوزیته نمونه‌ها شدند اما پس از اتوکلاو گذاری و در طی مدت ماندگاری نمونه‌ها، نشاسته‌های سیب زمینی و ذرت مومی تیمار شده با اکسید پروپیلن و اسید فسفریک، بالاترین ویسکوزیته را در سوپ‌ها ایجاد کردند. طبق این نتایج، نشاسته دست نخورده سیب زمینی پس از اتوکلاو گذاری کاملاً شکسته شد و بنابر این ویسکوزیته و قوام فرآورده کاهش یافت (15). در نتایج مشابهی، یاقوتی مقدم و همکاران (2013) به بررسی تاثیر نشاسته مومی در دو نوع



نمودار 3- تغییرات اسیدیته نمونه‌ها طی زمان نگهداری در دمای 55 درجه سلسیوس

### 3-2- تعیین ویسکوزیته

نتایج حاصل از بررسی ویسکوزیته نمونه‌های خورش فسنجان (جدول 2)، نشان داد که در زمانهای نگهداری یکسان ویسکوزیته تیمارها با افزایش غلظت نشاسته افزایش داشته است. بطوریکه در روز 0 (بلافاصله پس از تولید) پایین‌ترین ویسکوزیته متعلق به تیمارهای T0، T1 و T4 بود اما بین تیمارهای مذکور، اختلاف معنی داری ملاحظه نگشت ( $p > 0/05$ ). همچنین ویسکوزیته تیمار T6 و سپس T4 محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 36 و 34 به طور معنی داری بالاتر از سایر نمونه‌ها بود ( $p \leq 0/05$ ). در روز هفتم ویسکوزیته نمونه T5 به طور معنی داری بالاتر از دیگر نمونه‌ها بود و پس از آن در نمونه T2 ملاحظه گشت ( $p \leq 0/05$ ). پایین‌ترین ویسکوزیته متعلق به تیمارهای کد T2، T3 ملاحظه گشت. در روزهای چهاردهم و بیست و یکم، بالاترین ویسکوزیته متعلق به نمونه T5 بود که به طور معنی داری بالاتر از دیگر نمونه‌ها بود ( $p \leq 0/05$ ). در روز چهاردهم، پایین‌ترین ویسکوزیته متعلق به تیمار کد T3 و در روز بیست و یکم متعلق به تیمار کد T2 بود ( $p > 0/05$ ). از آنجایی که رابطه مستقیم و غیر خطی بین غلظت ماده محلول و ویسکوزیته وجود دارد، با افزایش غلظت، ویسکوزیته نیز افزایش یافته است و از آنجایی که نمونه شاهد فاقد نشاسته اصلاح شده بود

طبیعی و اصلاح شده بر ویژگی های فیزیکی و رئولوژیکی سس فرانسوی آماده در طی دوره نگهداری پرداختند و بیان کردند که استفاده از ذرت مومی و اصلاح شده پیش ژلاتینه در غلظت 2 تا 2/2 درصد در سس های سالاد که در معرض فرایند حرارتی شدید نبود، سبب بهبود ویسکوزیته محصول و به تعویق انداختن کاهش ویسکوزیته به بیشتر از یک ماه در مقایسه با نمونه های شاهد شد (20).

جدول 2- مقایسه معنی دار بودن ویسکوزیته نمونه ها طی زمان نگهداری و مقادیر نشاسته (برحسب پاسکال. ثانیه)

آزمون	روز 0	روز 7	روز 14	روز 21
T0	2/980 ±0/03 <sup>aA</sup>	6/73 ±0/01 <sup>dB</sup>	9/70 ±0/01 <sup>eC</sup>	9/80 ±0/01 <sup>eD</sup>
T1	2/990±0/01 <sup>aA</sup>	6/17±0/01 <sup>cB</sup>	9/18±0/01 <sup>dC</sup>	9/38±0/01 <sup>dD</sup>
T2	3/260 ±0/01 <sup>bA</sup>	6/06 ±0/01 <sup>bB</sup>	9/16 ±0/01 <sup>cC</sup>	9/00 ±0/00 <sup>cD</sup>
T3	3/80 ±0/02 <sup>dA</sup>	5/91 ±0/00 <sup>aB</sup>	9/00 ±0/00 <sup>aC</sup>	9/10 ±0/01 <sup>aD</sup>
T4	2/990 ±0/03 <sup>aA</sup>	6/74 ±0/03 <sup>dB</sup>	9/14 ±0/03 <sup>bC</sup>	9/44 ±0/03 <sup>bD</sup>
T5	3/720 ±0/02 <sup>cA</sup>	8/09 ±0/01 <sup>fB</sup>	11/29 ±0/01 <sup>gC</sup>	11/20 ±0/01 <sup>gC</sup>
T6	4/960 ±0/01 <sup>eA</sup>	7/00 ±0/01 <sup>eB</sup>	10/10 ±0/01 <sup>fC</sup>	10/50 ±0/01 <sup>fD</sup>

1-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

2- حروف بزرگ متفاوت اختلاف معنی دار در ستون و حروف کوچک متفاوت اختلاف معنی دار در سطر هستند (سطح احتمال 5%) نمونه T2=0/5درصد)، 34 میکرولیز شده اصلاح نشاسته حاوی نمونه T1=شده، اصلاح نشاسته فاقد شاهد مواد تشکیل دهنده نمونه ها: نمونه T0= اصلاح نشاسته حاوی نمونه T4=1/5درصد)، 34 میکرولیز شده اصلاح نشاسته حاوی نمونه T3=1درصد)، 34 میکرولیز شده اصلاح نشاسته حاوی 36/5 میکرولیز شده اصلاح نشاسته حاوی نمونه T6=1درصد)، 36 میکرولیز شده اصلاح نشاسته حاوی = نمونه T5درصد)، 36/5 میکرولیز شده (درصد).

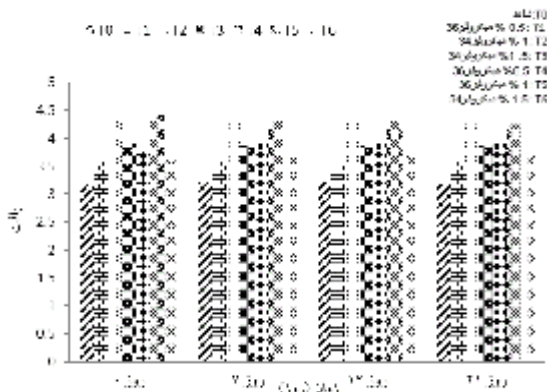
### 3-3- ارزیابی ارگانولپتیکی و حسی

بررسی، به طور معنی داری افزایش یافت که این اختلاف بین تیمارها با پایین ترین غلظت و بالاترین غلظت نشاسته های اصلاح شده، مشهودتر بود ( $p \leq 0/05$ ). از طرفی تغییر نوع نشاسته اصلاح شده اختلاف معنی داری را در امتیاز رنگ و ظاهر نمونه های با بالاترین غلظت (1/5 درصد) نشاسته اصلاح شده نشان داد ( $p \leq 0/05$ ). در روز هفتم، چهاردهم و بیست و یکم پایین ترین امتیاز رنگ و ظاهر به ترتیب به نمونه شاهد و تیمار محتوی 0/5درصد نشاسته میکرولیز 34 اختصاص یافته است اما اختلاف معنی داری از لحاظ آماری بین این دو تیمار ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ) و امتیاز اختصاص یافته به تیمار

نتایج حاصل از ارزیابی حسی رنگ و ظاهر نمونه های خورش فسنجان (نمودار 4) نشان داد که در روز صفر، پایین ترین امتیاز رنگ و ظاهر به ترتیب مربوط به نمونه شاهد و تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 بود اما اختلاف معنی داری از لحاظ آماری بین این دو تیمار ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). امتیاز رنگ و ظاهر اختصاص یافته به تیمار محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 36 نیز به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ). می توان بیان نمود که با افزایش غلظت نشاسته های اصلاح شده امتیاز رنگ و ظاهر تیمارهای مورد



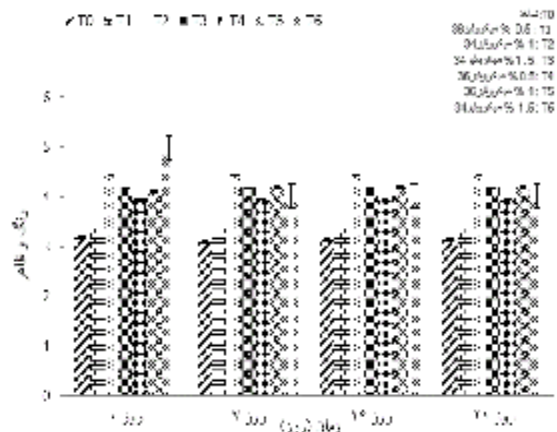
پایین ترین امتیاز بافت به نمونه شاهد اختصاص یافت ( $p \leq 0/05$ ). بطور کلی گذشت زمان نگهداری از روز صفر تا روز بیست و یکم، در تیمارهای یکسان مورد بررسی، تاثیر معنی داری در امتیاز بافت نشان نداد ( $p > 0/05$ ).



نمودار 5- تغییرات بافت نمونه ها طی زمان نگهداری

نتایج مقایسه میانگین بافت و طعم نمونه ها (نمودار 6) نشان داد که در روز صفر، پایین ترین امتیاز عطر و طعم به تیمار محتوی 1/5 درصد نشاسته میکرولیز 36 اختصاص یافته است و امتیاز اختصاص یافته به تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 36 در فاکتور عطر و طعم به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ). بنابراین افزایش غلظت هر دو نوع نشاسته اصلاح شده، تفاوت معنی داری را در امتیاز عطر و طعم تیمارهای مورد بررسی ایجاد نکرد ( $p > 0/05$ ) و تنها اختلاف معنی دار بین تیمارهای محتوی 1/5 درصد نشاسته اصلاح شده میکرولیز 36 و 0/5 درصد نشاسته اصلاح شده میکرولیز 36 مشاهده شد ( $p \leq 0/05$ ). از طرفی تغییر در نوع نشاسته، اختلاف معنی داری را در امتیاز عطر و طعم نمونه ها در بالاترین و پایین ترین غلظت (0/5 درصد و 1/5 درصد) ایجاد نکرد ( $p > 0/05$ ). به طور کلی در تمامی روزهای مورد بررسی به جز روز صفر، امتیاز عطر و طعم محتوی 0/5 و 1 درصد نشاسته میکرولیز 36 به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ) اما اختلاف معنی داری در امتیاز

محتوی 1 درصد نشاسته میکرولیز 34 در فاکتور رنگ و ظاهر به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ).

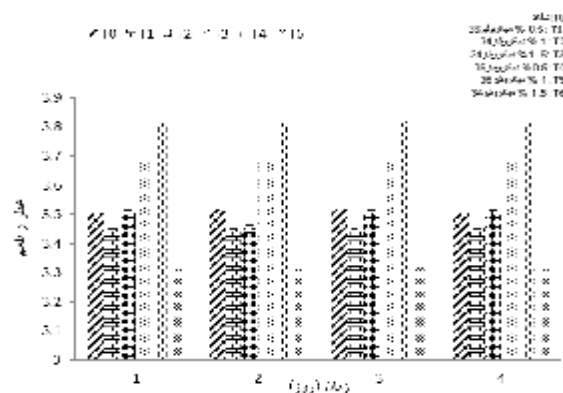


نمودار 4- تغییرات رنگ و ظاهر نمونه ها طی زمان نگهداری

نتایج مقایسه میانگین بافت نمونه ها (نمودار 5) نشان داد که در روز صفر، پایین ترین امتیاز، به ترتیب مربوط به نمونه شاهد و تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 بود اگرچه اختلاف معنی داری از لحاظ آماری بین این دو تیمار ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). امتیاز تیمارهای محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 و 1 درصد نشاسته میکرولیز 36 نیز در فاکتور بافت به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ). از طرفی تغییر نوع نشاسته اصلاح شده (نوع میکرولیز 34 و 36) نیز اختلاف معنی داری را در امتیاز بافت نمونه ها ایجاد نکرد ( $p \leq 0/05$ ). بنابراین در روز 0 می توان بیان نمود که با افزایش غلظت هر دو نوع نشاسته اصلاح شده، از 0/5 درصد به 1 درصد، امتیاز بافت نمونه ها به طور معنی داری افزایش یافت و سپس با افزایش غلظت به 1/5 درصد امتیاز بافت، به طور معنی داری کاهش یافت ( $p > 0/05$ ). در روز هفتم پایین ترین امتیاز بافت به نمونه T0 یا شاهد اختصاص یافت که به طور معنی داری پایین تر از تیمارهای دیگر بود ( $p \leq 0/05$ ). در روز چهاردهم نیز پایین ترین امتیاز بافت به ترتیب به نمونه شاهد و تیمار محتوی 0/5 درصد نشاسته میکرولیز 34 اختصاص یافت اما اختلاف معنی داری بین این دو تیمار ملاحظه نشد ( $p > 0/05$ ). در روز بیست و یکم نیز

گذشت زمان از روز صفر تا روز بیست و یکم، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری ملاحظه نشد ( $p>0/05$ ). در نتایج میرشجاعیان و همکاران (1392) نیز در بهینه سازی فرمولاسیون کره سیب با نشاسته اصلاح شده 0/1 تا 0/2 درصد نیز بیان شد که با افزایش میزان نشاسته اصلاح شده میزان سختی نمونه افزایش یافته است که باعث بهبود پارامترهای پذیرش حسی محصول گردیده است. همچنین کریمیان و همکاران (1383) در بررسی اثر جایگزین چربی سبوس برنج، کربوکسی متیل سلولز و نشاسته برنج بر خواص فیزیکی شیمیایی و کیفی محصولات کنسروی (سه سطح 1 و 2 و 3 درصد وزنی) نشان دادند که نمونه محتوی سبوس 2 درصد از لحاظ ارزیابی حسی نیز بهترین نمونه بود (7). امیدبخش و همکاران (1392) در بررسی اثر استفاده توأم نشاسته اصلاح شده و صمغ زانتان بر ویژگی های پایداری، حسی و رئولوژیک سس گوجه فرنگی، نشاسته اتصال عرضی شده ذرت مومی در 2 درصد وزنی/ وزنی (صفر و 0/5) و زانتان در 5 درصد وزنی/ وزنی (صفر، 0/2، 0/25، 0/3، 0/35) بیان کردند که افزودن نشاسته به نمونه های سس گوجه فرنگی به همراه زانتان در مقادیر 0/2 و 0/25 درصد، منجر به بهبود ویژگی های حسی محصول می گردد (1). سوسا و همکاران (2006) در بررسی تاثیر افزودن نشاسته اصلاح شده بر ارزیابی حسی چند نوع خورش و سوپ را مورد بررسی قرار دادند که نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان داد که تمامی نمونه های تولید شده با نشاسته اصلاح شده، دارای امتیازات ارگانولپتیک مناسبی بوده اند (16). وانگساگونسوپا و انسانو همکاران (2014) در بررسی تاثیر ایجاد اتصالات عرضی در نشاسته تاپیوکا و به کارگیری نشاسته مذکور در سوپ، بیان نمودند که بکارگیری 1 درصد نشاسته تاپیوکا با اتصالات عرضی<sup>1</sup> در محصول مورد نظر، امتیاز بالاتری از لحاظ ارگانولپتیک دارا بودند (18).

تیمارهای دیگر ملاحظه نشد ( $p>0/05$ ). بنابراین در تمامی تیمارهای مورد بررسی، امتیاز عطر و طعم تیمارها، با گذشت زمان از روز صفر تا روز بیست و یکم، تغییر معنی داری را نشان نداد ( $p>0/05$ ).



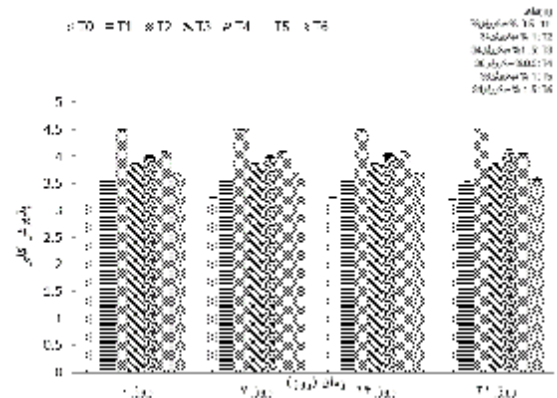
نمودار 6- تغییرات عطر و طعم نمونه ها طی زمان نگهداری

نتایج حاصل از ارزیابی پذیرش کلی تیمارهای خورش فسنجان (نمودار 7) نشان داد که در تمامی روزهای مورد بررسی، پایین ترین پذیرش کلی متعلق به تیمار شاهد بوده است که اختلاف معنی داری بین امتیازات شاهد در روزهای مورد آزمون ملاحظه نشد ( $p>0/05$ ). به طور کلی با افزایش غلظت نشاسته اصلاح شده، روند افزایش یا کاهش مشخصی در امتیاز پذیرش کلی ملاحظه نشده است ( $p>0/05$ ). از طرفی در غلظت های پایین نشاسته اصلاح شده (0/5 درصد)، نوع نشاسته نیز در امتیاز پذیرش کلی تاثیر گذار بوده است بطوری که امتیاز نشاسته اصلاح شده میکرولیز 36 به طور معنی داری بالاتر از نشاسته اصلاح شده نوع میکرولیز 34 بوده است ( $p\leq 0/05$ ). اما تغییر نوع نشاسته اصلاح شده در درصد های بالا (1 درصد) اختلاف معنی داری را از لحاظ امتیاز پذیرش کلی ایجاد نمود ( $p>0/05$ ). هم چنین در امتیاز پذیرش کلی نمونه ها، در تمامی تیمارهای مورد بررسی، با

فرمولاسیون کنسرو خورش فسنجان نه تنها منجر به کاهش درصد چربی محصول نهایی گشت بلکه منجر به کاهش اندیس پراکسید و اسیدیته و در نتیجه افزایش عمر ماندگاری محصول و از طرفی بهبود ویژگی‌های حسی و ارگانولپتیک محصول شد.

#### 4-منابع

1. امیدبخش، الف، نایب زاده، ک، امیری، ز و محمدی فر، م. الف. 1392. بررسی اثر استفاده توأم نشاسته اصلاح شده و صمغ زانتان بر ویژگی‌های پایداری، حسی و رئولوژیک سس گوجه فرنگی جله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران سال هشتم، شماره 1، 145- 158.
2. پایان، ر.، 1381 کنسروسازی. تهران: نشر آبیژ، 223صفحه.
3. خانی پور، ا، کرامت، ج، حسینی پرور، س. ه، معتمدزادگان، ع، قربانی حسن سرایی، ا. و شهیدی یاساقی، س. ا. 1386. کاربرد کاروتنوئیدهای استخراجی از گوجه فرنگی در مواد غذایی حرارت دیده و سرد و بررسی پایداری آن در طول زمان نگهداری. مجله پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. 13-21.
4. سازمان استاندارد ملی ایران. 1382. غذاهای آماده و از پیش بسته بندی شده کنسرو خورش فسنجان با گوشت تکه ای ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. شماره 7308.
5. سازمان استاندارد ملی ایران. 1393. نشاسته اصلاح شده، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. شماره 19623.



نمودار 7- تغییرات پذیرش کلی نمونه‌ها طی زمان نگهداری

#### 4- نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در روزهای صفر و هفتم، اختلاف معنی داری در اسیدیته نمونه‌ها وجود نداشته است. بالاترین عدد پراکسید و پایین‌ترین ویسکوزیته، امتیاز بافت و رنگ و ظاهر متعلق به نمونه شاهد بود و بالاترین امتیاز بافت متعلق به تیمارهای محتوی 1% نشاسته اصلاح شده میکرولیز 34 و محتوی 1% نشاسته اصلاح شده میکرولیز 36 بود و امتیاز پذیرش کلی تیمار محتوی 1% نشاسته اصلاح شده میکرولیز 34 به طور معنی داری بالاتر از دیگر تیمارها بود. همچنین با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده، pH، ویسکوزیته، امتیاز رنگ و ظاهر نمونه‌ها به طور معنی داری افزایش یافت. از طرفی اسیدیته و امتیاز عطر و طعم کاهش یافت و تغییرات اسیدیته از لحاظ آماری معنی دار نبود. تغییر نوع نشاسته اختلاف معنی داری در pH، عدد پراکسید و امتیاز رنگ و ظاهر و بافت و عطر و طعم و پذیرش کلی نمونه‌های با غلظت یکسان ایجاد نمود. اما بر ویسکوزیته و رنگ و ظاهر اختلاف معنی دار ایجاد نمود. با گذشت زمان، اسیدیته و ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش یافت. اما امتیاز رنگ و ظاهر، به طور معنی داری تغییر نیافت. بطور کلی به دلیل بالاتر بودن امتیاز بافت و پذیرش کلی و در ارزیابی‌های حسی و ارگانولپتیک، تیمار T2 محتوی 1% نشاسته اصلاح شده میکرولیز 34 به عنوان تیمار برتر معرفی گشت. به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این مطلب است که بکارگیری نشاسته اصلاح شده در

17. Singh J., Kaur, L. and McCarthy, O.J. 2010. Factors influencing the physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications-A review
18. Sosa, M. and Hough, G., 2006. Sensory acceptability of menus and sweet snacks among children and adults from low- and medium-income households in Argentina, *Food Quality and Preference*, 17 (2): 590–597.
19. Verbeke, B., Bael, K., Thas O, Dewettinck, K. 2006. Interactions between kappa carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts, *International Dairy Journal* 16: 482–488.
20. Wongsagonsupa, R., Pujchakarna, T., Jitrakbumrunge, S., Chaiwatb, W., Fuongfuchac, A., Varavitit, S., Dangtipe, S. and Suphantharikad, M. 2014. Effect of cross-linking on physicochemical properties of tapioca starch and its application in soup product. *Carbohydrate Polymers*, 101(1): 656– 665.
21. Wüstenberg, T. 2014. General Overview of Food Hydrocolloids. *Food Science and Technology*. 100(2): 112– 122.
22. Yaghouti Moghaddam, M., Mizani, M., Salehifar, M. and Gerami A. 2013. Effect of Waxy Maize Starch (Modified, Native) on Physical and Rheological Properties of French Dressing During Storage. *World Applied Sciences Journal* 21 (6): 819-824
6. سازمان استاندارد ملی ایران. 1393. روغن و چربی های گیاهی و حیوانی، اندازه گیری عدد اسیدی. شماره 4178.
7. کریمیان ح و امام جمعه، ز. 1383. بررسی کاربرد جانشین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی و کیفی محصولات کنسروی. هیجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، تهران، دانشگاه تهران، 6-1.
8. علی اکبری م.، 1362. هنر آشپزی بهارک. تهران: انتشارات هدیه، 287 صفحه.
9. میرشجاعیان، ب. 1392. بهینه سازی فرمولاسیون کره سیب با به کارگیری اینولین به روش سطح پاسخ. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.
10. نجاتی، ف. 1331. هنر آشپزی ایرانی. تهران: انتشارات خشیار، 231 صفحه.
11. Ghodke, K. and Laxmi, A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread) Part I—hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 21(1): 110-7
12. Hajibabaei, A., Abdolmaleki, F., Yasini Ardakani. and S.A. 2015. Influence of potato and corn modified starches as fat replacers on sensory and physicochemical properties of milk. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 3 (7): 830-834.
13. Juszczak, L., Oczadły, Z. and Gałkowska, D., 2013. Effect of Modified Starches on Rheological Properties of Ketchup. *Food and Bioprocess Technology*. 6(5): 1251–1260.
14. Jones, S.A. 1996. Hand book of fat replacer. CRC, Florida. 350p.
15. Mandlawyr, 2013. Characterisation of Starch Properties in Retorted Products, Applied Surface Chemistry, Master of Science Thesis, Chalmers university of technology Göteborg, Sweden.
16. Official Methods and Recommended Practices of American Oil Chemists' Society, edited by Firestone D., 1980, Vol. 1., Champaign, Method Cd 8-53.