مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۶/ شماره ۱/سال ۱۳۹۴/ص ۷۸-۶۵

# تأثیر افزودن دو نوع قوام دهنده روی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی ماست میوه‌ای قالبی

**اکبر زمانی، هادی الماسی* و بابک قنبرزاده****

* نگارنده مسئول: ارومیه، کیلومتر ۱۱ جاده نازلو، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی، ص. پ. ۱۶۵، تلفن: ۳۲۷۵۲۷۴۰(۰۴۴)، پیام‌نگار: h.almasi@urmia.ac.ir

** به‌ترتیب: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز؛ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه؛ و استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۰

## چکیده

**ماست میوه‌ای یکی از پر مصرف‌ترین فراورده‌های تخمیری شیر، در اکثر کشورهای جهان به حساب می‌آید. اما استفاده از میوه و فراورده‌های آن، به احتمال موجب تغییر در خواص ویسکوالاستیک ماست، و به تبع آن تغییر در آب‌اندازی و ویژگی‌های حسی ماست میوه‌ای می‌شود. یک روش برای بهبود این ویژگی‌ها در ماست میوه‌ای استفاده از قوام دهنده‌هاست. در این تحقیق تأثیر دو قوام دهنده، کربوکسی متیل سلولز و گوار، روی ویژگی‌های مختلف ماست میوه‌ای قالبی بررسی شد و این نتیجه به دست آمد که افزودن کربوکسی متیل سلولز و گوار در ماست میوه‌ای، به‌ترتیب تا غلظت ۰/۲ و ۰/۰۶ درصد، آب‌اندازی را کاهش و ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهد. همچنین، نوع و درصد این قوام دهنده‌ها در غلظت‌های مورد آزمایش، بر رشد کپک و مخمر تأثیر معنی‌داری ($P<0/05$) نشان نمی‌دهد. افزایش غلظت قوام دهنده‌ها تا حدی مشخص، روی ویژگی‌های حسی از جمله روی رنگ و ظاهر، سفتی، پیوستگی و چسبندگی نیز تأثیر منفی ندارد. این دو هیدروکلوئید از طریق مکانیسم‌های متفاوت و جداگانه در شکل‌گیری و تشکیل شبکهٔ ماست تاثیر می‌گذارند و به هیچ وجه اثر هم‌افزایی در بهبود ساختار ژلی ماست میوه‌ای و بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ندارند.**

## واژه‌های کلیدی

**آب‌اندازی، خواص میکروبی، ماست میوه‌ای قالبی، ویژگی‌های حسی، هیدروکلوئیدها**

## مقدمه

ماست یکی از پر مصرف‌ترین فراورده‌های تخمیری شیر، در اکثر کشورهای جهان است و مصرف این ماده غذایی در کشورهای اطراف مدیترانه، اروپای مرکزی و آسیا و به‌خصوص در ایران بالاست. محصولات متنوع ماست شامل ماست ساده و میوه‌ای از نوع قالبی و هم زده، ماست طعم دار، کم کالری (کم چرب)، و چکیده در کشورهای مختلف دنیا به صورت گسترده تولید و مصرف می‌شوند (Shaker *et al.*, 2000).

ماست میوه‌ای به دلیل برخوردار بودن از ویژگی‌های تغذیه‌ای بالا، ویژگی‌های درمانی و ایمنی بخش و خواص حسی و ارگانولپتیکی مطبوع، از پر مصرف‌ترین فراورده‌های تخمیری شیر به‌شمار می‌رود (Sanchez-Segarra *et al.*, 2000). در تحقیقی در

سال ۲۰۱۲، دو اسپیریتو سانتو و همکاران (do Espírito Santo *et al.*, 2012) پودر میوه آووکادو را به ماست قالبی اضافه و تأثیر آن را روی سینتیک تخمیر و ویژگی‌های بافتی ماست بررسی کردند. نتیجه بررسی‌ها نشان داد که زمان تخمیر کوتاه‌تر است ولی تعداد استارترهای باقیمانده در محصول نهایی کاهش می‌یابد؛ همچنین، افزودن پودر میوه، سفتی و قوام بافت ماست را افزایش می‌دهد. با وجود تمام این ویژگی‌های مطلوب، به علت استفاده از میوه و فراورده‌های آن، احتمال تغییر در خواص ویسکوالاستیک ماست، و به تبع آن تغییر در آب‌اندازی و ویژگی‌های حسی ماست میوه‌ای وجود دارد. نتایج بررسی‌های ماتاراگاس و همکاران (Mataragas *et al.*, 2011) دربارهٔ تغییرات یکروبیولوژیکی و فساد ماست میوه‌ای و همچنین ماندگاری آن را در طول سه ماه نگهداری در دمای یخچال نشان می‌دهد که افزودن میوه، تأثیر منفی روی ماندگاری محصول دارد و احتمال فساد آن را بالا می‌برد. افزایش فعالیت آبی، کاهش اسیدیته و افزایش قند محصول دلایل این امر ذکر شده‌اند. برای رفع این معایب روش‌های مختلفی وجود دارد مانند بالابردن میزان مادهٔ خشک با استفاده از پودر شیر خشک، پودر آب پنیر و کازئین یا افزودن قوام دهنده‌ها (هیدروکلوئیدها) به مقدار معین (Nongonierma *et al.*, 2007).

هیدروکلوئیدها (نظیر زانتان، گوار و کربوکسی متیل سلولز (کربوکسی متیل سلولز)) به دلیل ویژگی‌های کاربردی مطلوبی که دارند، به‌طور گسترده در صنایع غذایی به‌کار می‌روند. هیدروکلوئیدها به دو دسته تقسیم می‌شوند جذبی و غیر جذبی. هیدروکلوئیدهای جذبی مانند کربوکسی متیل سلولز باردار هستند و می‌توانند به سطح پروتئین‌ها متصل شوند درحالی‌که هیدروکلوئیدهای غیرجذبی مانند گوار غیر بار دارند و این ویژگی در مورد آنها صدق نمی‌کند. هیدروکلوئیدها از طریق افزایش پایداری فیزیکی و بهبود بافت مواد غذایی و ویژگی‌های حسی و احساس دهانی، نقش مهمی در افزایش مقبولیت نهایی محصولات غذایی، از جمله انواع ماست، دارند (Lucey, 2002). این ترکیبات از طریق افزایش قوام، افزایش پایداری در مقابل دو فاز شدن و رسوب، جلوگیری از توده‌ای شدن ذرات کلوئیدی و جلوگیری از کریستالیزاسیون، در افزایش کیفیت فیزیکی و حسی مواد غذایی ایفای نقش می‌کنند. در زمینهٔ تأثیر هیدروکلوئیدها روی خواص رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی ماست معمولی و ماست کم چرب مطالعات زیادی شده است (Ramaswamy & Basak, 1992; Barrantes *et al.*, 1994; Afonso & Joao, 1999; Fiszman *et al.*, 1999).

با این همه، در مورد تأثیر این ترکیبات روی ویژگی‌های مختلف ماست میوه‌ای، اطلاعاتی اندک گزارش شده است. افزودن انواع هیدروکلوئیدها به ترکیب ماست میوه‌ای می‌تواند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی و حتی میکروبی این محصول تأثیر گذارد. در این تحقیق، به منظور بهبود ویژگی‌های حسی و بافتی ماست میوه‌ای، از دو نوع هیدروکلوئید گوار و کربوکسی متیل سلولز به صورت خالص و ترکیبی استفاده و اثر آنها روی خواص فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و میکروبی ماست میوه‌ای قالبی بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

شیر مورد استفاده برای تولید ماست میوه‌ای، شیر گاو مربوط به فصول زمستان و بهار بود که از شرکت شیر پاستوریزه و فراورده‌های لبنی شهرستان خوی تهیه شد. کشت آغازگر مورد استفاده BY12 (لاکتینا[1] ساخت کشور دانمارک) حاوی لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونهٔ بولگاریکوس و لاکتوکوکوس سالیواریوس

1- Lactina

زیرگونهٔ ترموفیلوس، به‌صورت انبوه[1] مطابق دستورالعمل تهیه شد و ۲ درصد از آن برای تهیهٔ نمونه‌های ماست میوه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. هیدروکلوئیدهای مورد استفاده، صمغ‌های گوار[2] نوع ۶۳۸۲ (Alfred L.Wolff, Germany) و کربوکسی متیل سلولز[3] (کربوکسی متیل سلولز) (Dai-Ichi Kogyo Seiyaku, Japan) از نوع خوراکی[4] بودند.

## تهیهٔ مارمالاد توت فرنگی

برای تهیهٔ مارمالاد، ابتدا توت فرنگی سالم به مقدار کافی از بازار تهیه و پس از دم گیری و شستشوی کامل، در خرد کن خرد شد؛ توت فرنگی کاملاً خرد شده با درصد معینی از شکر مخلوط و تا رسیدن به بریکس ۶۲ حرارت داده شد؛ برای جلوگیری از تأثیر مارمالاد روی pH ماست، از عوامل بافری نیز به مقدار کافی در ترکیب مارمالاد استفاده شد (Chandan, 2006).

## تهیه ماست میوه‌ای قالبی

در کارخانه، شیر پس از دریافت در تانک‌های مخصوص از جنس استیل ذخیره شد تا تمام شیرهای دریافتی همگن شوند و به مادهٔ خشک مورد نظر برسند. چربی شیر در دستگاه سپراتور (خامه گیر) در مقدار ۲/۵ درصد تنظیم شد. شیر با چربی تنظیم شده، به هوموژنایزر در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس منتقل شد و در فشار ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلو پاسکال در یک مرحله هوموژنیزه و در تانک‌های پروسس، در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شد. شیر پس از پاستوریزه شدن، تا دمای تلقیح ۴۲ درجه سلسیوس خنک گردید.

برای تهیهٔ ماست میوه‌ای قالبی، هیدروکلوئیدهای مورد نظر (کربوکسی متیل سلولز و گوار) به‌صورت پودر در غلظت‌های متفاوت به شیر فرایند شده و در حین خنک کردن تا ۴۲ درجه سلسیوس اضافه و با همزن مغناطیسی، خوب همگن گردید. در اینجا برای هیدراته شدن کامل هیدروکلوئیدها، فرصت کافی (به مدت ۳۰ دقیقه در حین کاهش دمای شیر از ۸۵ تا ۴۲ درجه سلسیوس) به آنها داده شد. قبل از اضافه کردن آغازگر، مارمالاد تهیه شده با بریکس ۶۲ به میزان ۱۰ درصد وزنی به شیر در دمای ۴۲±۲ درجه سلسیوس اضافه گردید. سپس آغازگر انبوه به مقدار ۲ درصد اضافه و به مدت ۲/۵ تا ۴ ساعت تا رسیدن به pH =۴/۲ در داخل انکوباتور گذاشته شد. نمونه‌ها پس از آنکه به pH مورد نظر رسیدند، نمونه‌ها در انکوباتور یخچال‌دار در دمای ۴ درجه سلسیوس تا آغاز اجرای آزمون‌های مورد نظر نگهداری شدند.

## اندازه‌گیری آب‌اندازی[5]

برای اندازه‌گیری آب‌اندازی، ۵۰ میلی‌لیتر ماست در لولهٔ ۱۵۰ میلی‌لیتر ریخته و در ۱۰۰× g (RCF)[6] به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. فاز مایع[7] حذف و باقیمانده وزن شد. اختلاف به دست آمده مقدار یا حجم آب‌اندازی محصول در نظر گرفته شد (Kumar & Mishra, 2004).

## اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب[8]

برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه در لولهٔ ۱۵ میلی‌لیتر قرار داده شد و در ۲۰۰×g به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. فاز مایع حذف و باقیمانده وزن شد. اختلاف به‌دست آمده مقدار یا حجم ظرفیت نگهداری محصول مشخص شد (Everett & McLeod, 2005).

## ارزیابی حسی

ارزیابی حسی آنالیز توصیفی (آزمون محصول گرا): برای ارزیابی حسی، مطابق استاندارد ۸۵۸۹ (ISO 1988)، از اعضای گروه چشایی[9] شامل ۸ ارزیاب استفاده شد که از لحاظ حسی آموزش‌های لازم را

1- Bulk
2- Guar
3- Carboxymethyl Cellulose
4- Food Grade
5- Syneresis
6- Relative Centrifugal Force
7- Supernatant
8- Water Holding Capacity
9- Taste Panel

دیده بودند؛ برای این کار صفات دهانی و غیر دهانی انجام گرفت. صفات دهانی شامل سفتی، زبری، حالت خامه‌ای و شیرینی ماست و نیز صفات غیردهانی شامل رنگ، ظاهر، آب‌اندازی قبل و بعد از قاشق برداری، پیوستگی و چسبندگی ارزیابی شدند. بعد از ارزیابی نمونه‌ها توسط ارزیاب‌ها، همه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (V.16) با احتمال ۹۵ درصد تجزیهٔ و تحلیل آماری قرار شدند.

برای ارزیابی صفات حسی و بافتی (دهانی و غیر دهانی) در ماست میوه‌ای، ۱۰۰ میلی‌لیتر از هر نمونه به آزمایش کننده در ۳ تکرار داده شد. نمونه‌ها در اتاق با دمای ۲۰ درجه سلسیوس سه بار در روز آزمایش شدند. برای آزمایش احساس دهانی، آزمایش‌کننده‌ها با نگه داشتن نمونه‌ها در دهانشان حداقل برای ۳ ثانیه قبل از بلعیدن هر نمونه را آزمایش کردند (Gallardo-Escamilla *et al*., 2007).

ارزیابی ماست میوه‌ای از لحاظ مقبولیت مصرف نهایی (آزمون مصرف کننده گرا): آزمون مورد استفاده در این طرح، آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای بود. این آزمون برای تعیین میزان مطلوبیت نمونه از نظر ویژگی‌های حسی توسط ارزیاب یا مصرف کننده صورت گرفت. برای این منظور یک گروه ۳۰ نفری از ارزیاب‌های ماهر صنعت لبنی نمونه‌ها را در روز سوم تولید، در سه تکرار از نظر مقبولیت کلی ارزیابی کردند.

ویژگی‌های حسی ماست، مطابق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۹۵ ارزیابی شد. حداکثر امتیاز هر ویژگی حسی ۵ و حداکثر مجموع امتیازهای ویژگی‌های حسی برای مقبولیت نهایی مصرف کننده برابر ۵۰ بود.

**ارزیابی ماست میوه‌ای از لحاظ کپک و مخمر**

نمونه‌های ماست میوه‌ای از لحاظ آلودگی به انواع قارچ‌ها، با محیط کشت YGCA[1] در یک میلی گرم از نمونه در غلظت‌های متفاوت در دمای ۲۶ درجهٔ سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد (Anon, 2003).

## طرح آماری

در این مطالعه از طرح کاملاً تصادفی در ۱۷ تیمار و سه تکرار استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ انجام و میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### آب‌اندازی

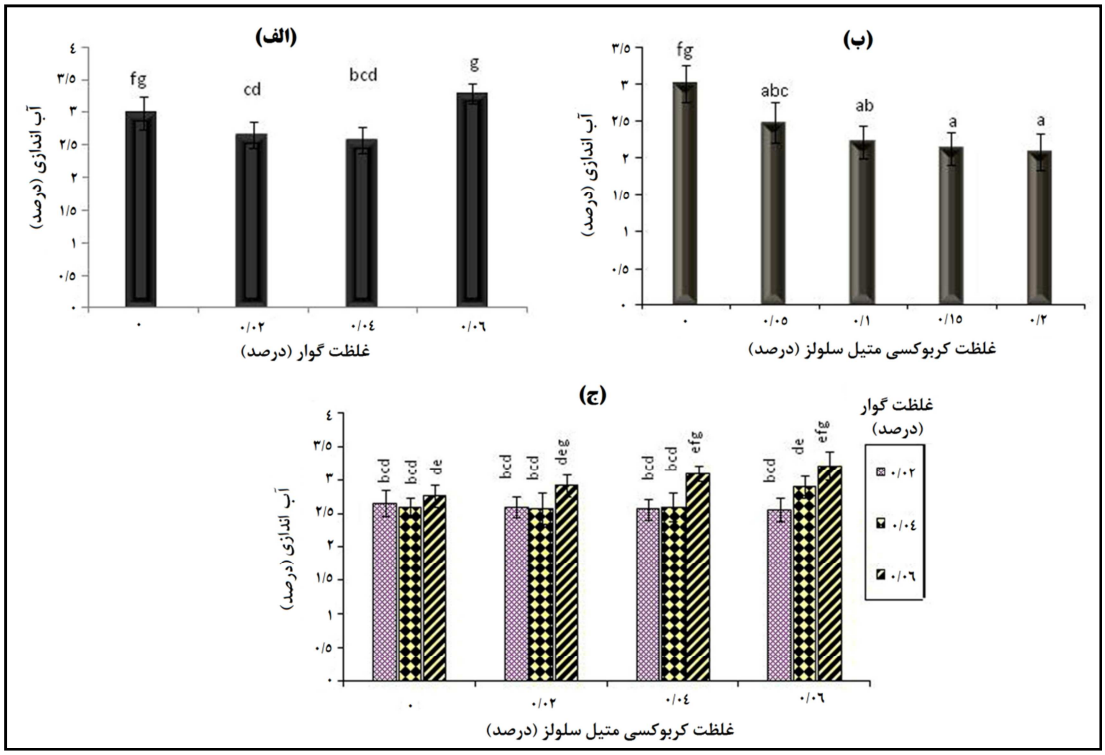
شکل ۱ تأثیر غلظت گوار و کربوکسی متیل سلولز را روی آب‌اندازی ماست میوه‌ای نشان می‌دهد. مطابق شکل ۱- الف، با افزودن گوار به ماست میوه‌ای قالبی، تا غلظت ۰/۰۴ درصد، آب‌اندازی کاهش ولی پس از آن دوباره افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش کربوکسی متیل سلولز در ماست میوه‌ای قالبی، مطابق شکل ۱- ب، تا غلظت ۰/۲ درصد، آب‌اندازی کاهش می‌یابد. ولی با استفاده از دو هیدروکلوئید در غلظت‌های مختلف، نتایج متفاوتی به دست می‌آید. در غلظت ۰/۰۲ درصد گوار با غلظت‌های متفاوت کربوکسی متیل سلولز، هر چه غلظت کربوکسی متیل سلولز زیادتر شود آب‌اندازی کاهش پیدا می‌کند اما در غلظت ۰/۰۶ درصد کربوکسی متیل سلولز، آب‌اندازی دوباره افزایش می‌یابد.

سیربه و همکاران (Syrbe *et al*., 1998) دریافتند که با اضافه شدن گوار به عنوان هیدروکلوئید غیر جذبی در یک دیسپرسیون کلوئیدی، حالت پایدار به وجود می‌آید ولی با بالاتر رفتن غلظت گوار در ماست میوه‌ای قالبی، احتمالاً حالت پایدار به حالت انبوهش ناشی از تهی شدن[2] نزدیک و به تدریج آب‌اندازی زیادتر می‌شود و باعث خواهد شد اثر گوار روی آب‌اندازی معنادار گردد.

1- Yeast Glucose Coloramphinicol Agar

2- Depletion Flocculation

این پدیده با یافته‌های اورت و مک لئود (Everett & McLeod, 2005) در ماست هم زده مطابقت دارد. طبق یافته‌های سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998) با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای جذبی[1]، مکانیسم انبوهش با اتصالات بین قطره‌ها[2]، به تثبیت استریک[3] منجر می‌شود در نتیجه موجب کاهش آب‌اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست میوه‌ای می شود که اثر کربوکسی متیل سلولز در کاهش معنادار ($p<0/05$) آب‌اندازی نسبت به نمونهٔ شاهد، مربوط به این مکانیسم است. با افزایش غلظت گوار به ۰/۰۴ درصد در غلظت‌های متفاوت کربوکسی متیل سلولز در ماست میوه‌ای قالبی، آب‌اندازی رو به افزایش می‌گذارد تا جایی‌که در غلظت ۰/۰۶ درصد کربوکسی متیل سلولز آب‌اندازی به شدت افزایش می‌یابد. چنانچه در بالا اشاره شد، مکانیسم تثبیت با افزایش غلظت هیدروکلوئید غیر جذبی و جذبی به سوی انبوهش ناشی از تهی شدن حرکت می‌کند که موجب افزایش آب‌اندازی می‌شود. چنانچه حتی در غلظت‌های کم کربوکسی متیل سلولز در غلظت گوار ۰/۰۶ درصد نیز هیچ گونه اصلاح سیستمی انجام نپذیرفته و در ماست میوه‌ای آب‌اندازی مشاهده می‌گردد. زیرا غلظت زیاد گوار موجب انبوهش ناشی از تهی شدن می‌شود که نهایتاً موجب آب‌اندازی می‌گردد. همچنین اونال و همکاران (Unal *et al.*, 2003) با بررسی گالاکتومانان‌ها از جمله صمغ دانهٔ خرنوب[4] در ماست قالبی، به این نتیجه رسیدند که بالاتر رفتن غلظت این صمغ به دلیل افزایش خلل و فرج[5]، منجر به آبکی شدن محصول نهایی می‌شود و در نهایت آب‌اندازی افزایش پیدا می‌کند. به‌طورکلی می‌توان گفت که تأثیر صمغ‌ها روی کاهش آب‌اندازی ماست چه در حالت افزودن مجزا و چه در حالت افزودن ترکیبی، چندان قابل توجه نیست.




**شکل ۱- آب‌اندازی ماست میوه‌ای قالبی در غلظت‌های متفاوتی از (الف) گوار، (ب) کربوکسی متیل سلولز و (ج) ترکیبی از گوار و کربوکسی متیل سلولز. نمونه‌ها روز سوم تولید و در دمای محیط (۲۳ درجه سلسیوس) ارزیابی شده‌اند.**

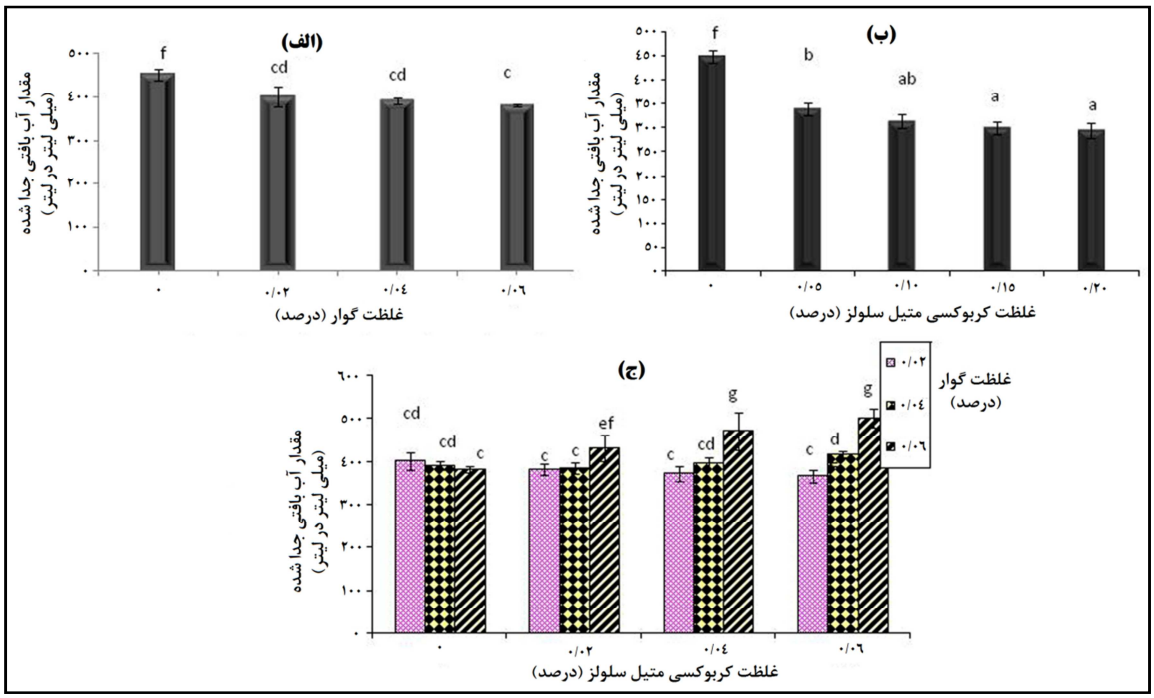
**(در هر شکل میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)**

1- Adsorbing Hydrocolloins
2- Bridging Flocculation
3- Steric Stabilization
4- Locust Bean Gum
5- Pore

## ظرفیت نگهداری آب

چنانچه در شکل ۲- الف، مشاهده می‌شود با افزایش غلظت گوار تا ۰/۰۴ درصد، میزان آب جدا شده از بافت کاهش و درنتیجه ظرفیت نگهداری آب افزایش می‌یابد و این افزایش نسبت به نمونهٔ شاهد معنادار ($P<0/05$) است. ولی با افزایش غلظت گوار به بیش از ۰/۰۴ درصد، ظرفیت نگهداری آب به تدریج کاهش و خروج آب بین بافتی افزایش می‌یابد. با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز، میزان آب خارج شده کاهش می‌یابد تا اینکه در غلظت ۰/۲ درصد تقریباً تغییر چندانی در ظرفیت نگهداری آب مشاهده نمی‌شود (شکل ۲- ب).

کاهش ظرفیت نگهداری آب با افزایش بیش از حد غلظت گوار، با نتایج اونال و همکاران (Unal *et al.*, 2003) مطابقت دارد. آنها مشاهده کردند که با افزایش بیشتر غلظت گالاکتومانان‌ها، به‌دلیل تضعیف ژل و افزایش خلل و فرج در ماست، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته کاهش می‌یابد. برابر یافته‌های سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998)، با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای جذبی مکانیسم انبوهش با اتصالات بین قطره‌ها به تثبیت استریک منجر می‌شود که در نتیجه موجب کاهش آب‌اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست میوه‌ای می‌شود. ولی طبق نظریات سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998) احتمال انبوهش ناشی از تهی شدن نیز با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز به بیش از ۰/۲ درصد، وجود دارد. افزودن مخلوط این دو قوام دهنده به ماست میوه‌ای قالبی در غلظت‌های کم، تغییر محسوسی در ظرفیت نگهداری آب ایجاد نمی‌شود ولی با افزایش غلظت‌های این دو قوام دهنده، ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد که با نظریات سیربه و همکاران(Syrbe *et al.*, 1998) و اورت و مک لئود (Everett & cLeod, 2005) در ماست هم زده مطابق است.




**شکل ۲- مقدار آب جدا شده از ماست به عنوان شاخص ظرفیت نگهداری آب ماست میوه‌ای قالبی در غلظت‌های متفاوتی از (الف) گوار، (ب) کربوکسی متیل سلولز و (ج) ترکیبی از گوار و کربوکسی متیل سلولز. نمونه‌ها در روز سوم تولید و در دمای محیط (۲۳ درجه سلسیوس) ارزیابی شده‌اند.**
**(در هر شکل میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)**

## ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی ماست میوه‌ای قالبی حاوی غلظت‌های مختلفی از گوار و کربوکسی متیل سلولز در جدول ۱ نشان داده شده است.

**الف) ارزیابی حسی آنالیز توصیفی (آزمون محصول گرا)**

در نمونه‌های ماست میوه‌ای قالبی، بیشترین امتیازات در صفت‌های رنگ و ظاهر، به نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز داده شده است که این اختلاف نسبت به نمونهٔ شاهد معنادار (P<۰/۰۵) است. نمونه‌های حاوی غلظت‌های کم گوار (۰/۰۲ درصد و ۰/۰۴ درصد) و مخلوط آنها با غلظت‌های متفاوتی از کربوکسی متیل سلولز، نسبت به نمونهٔ شاهد امتیازات بالاتری دارند.

از نظر قوام، نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز دارای بیشترین امتیاز و نمونه‌های حاوی گوار دارای کمترین امتیاز هستند، به طوری که به نمونهٔ حاوی گوار (۰/۰۶ درصد) کمترین امتیاز داده شده است که اختلاف معناداری با نمونهٔ شاهد دارد. همچنین با توجه به امتیازات متفاوت نمونه‌های حاوی مخلوط این دو هیدروکلوئید که در غلظت‌های کم گوار با غلظت‌های بالای کربوکسی متیل سلولز اختلاف معناداری (P<۰/۰۵) دارند، این تفاوت را نمی‌توان به اثر سینرژیستی و بر هم کنش‌های بین این دو هیدروکلوئید ارتباط داد. بلکه دلیل این افزایش امتیازات را می‌توان به نوع هیدروکلوئید و اثرهای متفاوت و عملکرد جداگانهٔ آنها در ماست نسبت داد. کومار و میشرا (Kumar & Mishra, 2004) با بررسی خواص حسی ماست سویا با انبه نیز اثر نوع و غلظت هیدروکلوئید را روی قوام بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت هیدروکلوئید قوام ماست را کاهش می‌دهد که مشابه نتایج این بررسی است. از نظر مقاومت به آب‌اندازی قبل[1] و بعد از قاشق زنی[2]، به نمونه‌های ماست میوه‌ای قالبی حاوی کربوکسی متیل سلولز بیشترین امتیازات داده شده است. به عبارت دیگر، ماست‌های میوه‌ای حاوی کربوکسی متیل سلولز کمترین آب‌اندازی را داشته‌اند که از لحاظ آماری معنادار (P<۰/۰۵) است. در ماست‌های حاوی گوار با افزایش غلظت صمغ، امتیازات کاهش یافته است به طوری که، در غلظت‌های بالاتر گوار (۰/۰۶ درصد)، آبکی بودن محصول کاملاً مشهود است و اختلاف معنادار با نمونه شاهد دارد. نتایج تحقیقات اونال و همکاران (Unal *et al.*, 2003) نشان می‌دهد که افزایش غلظت گالاکتومانان‌ها (از جمله گوار) به‌دلیل افزایش خلل و فرج در ماست، موجب کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌شود و در هنگام برش با قاشق، آب‌اندازی آنها بیشتر خواهد بود. احتمالاً کربوکسی متیل سلولز به عنوان هیدروکلوئید جذبی با داشتن بارهای منفی و ایجاد اتصال و بر هم کنش با بارهای مثبت میسل‌های کازئین، باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش خروج آب بین بافتی شده که کاهش آب‌اندازی در قبل و بعد از قاشق زنی را به دنبال دارد.

میزان ایجاد بافت شنی[3] در نمونه‌های ماست میوه‌ای قالبی بسته به نوع هیدروکلوئید متفاوت است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت گوار، بافت شنی افزایش می‌یابد و در غلظت‌های مورد آزمایش کربوکسی متیل سلولز، از میزان ایجاد بافت شنی کاسته می‌شود که هر دو هیدروکلوئید با نمونهٔ شاهد از لحاظ آماری اختلاف معناداری دارند. سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998) و گالاردو اسکامیلا و همکاران (Gallardo-Escamilla *et al.*, 2007)، می‌گویند احساس شنی بودن ممکن است بستگی داشته باشد به: اندازهٔ ذرات و شکل هیدروکلوئیدهای فاز پراکنده، غلظت هیدروکلوئید به‌کار رفته، رفتارهای متفاوت آنها در محیط، و نسبت پروتئین به پلی ساکارید. در ارزیابی‌های حسی به‌دست آمده، اضافه کردن نسبت معینی از این دو هیدروکلوئید در

1- Syneresis Before Spooning
2- Syneresis After Spooning
3- Coarseness

غلظت‌های کمتر سبب کاهش حالت زبری در محصول می‌شود. بهترین نمونه از این نظر، مخلوط غلظت‌های ۰/۰۴ درصد گوار با غلظت‌های ۰/۰۴ درصد و ۰/۰۶ درصد کربوکسی متیل سلولز و نمونه با غلظت ۰/۱ درصد کربوکسی متیل سلولز است.

از نظر پیوستگی[1]، نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز بیشترین امتیاز را کسب کرده‌اند. به عبارتی در ماست‌های حاوی این صمغ، میزان نیروی لازم برای برداشتن جزئی از کل نمونه و جمع کردن ماست با استفاده از قاشق پلاستیکی به‌طور معناداری ($P<0/05$) بیشتر از نیرویی است که برای نمونه‌های حاوی درصدهای بالایی از صمغ گوار صرف شده است. کربوکسی متیل سلولز یک هیدروکلوئید از نوع جذبی است و طبق یافته‌های سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998) در ماست میوه‌ای با تشکیل پیوندهای عرضی در غلظت‌های کم بین ذرات صمغ کربوکسی متیل سلولز و میسل‌های کازئین، تثبیت استریک با حجیم شدن ذرات درگیر در شبکه اتفاق می‌افتد و همین امر سبب افزایش پیوستگی در ماست میوه‌ای می‌شود. کومار و میشرا (Kumar & Mishra, 2004) نیز با افزودن کربوکسی متیل سلولز به ماست قالبی حاوی انبه به نتایج مشابهی دست یافتند. در غلظت‌های بالای گوار، چنانچه قبلاً شرح داده شد، انبوهش ناشی از تهی شدن سبب به هم خوردن سیستم و کاهش پیوستگی شده است. در نمونه‌های ماست میوه‌ای حاوی غلظت ۰/۰۲ درصد گوار با ۰/۰۶ درصد کربوکسی متیل سلولز، امتیازات بالاتری دیده می‌شود که این اختلاف‌ها در احتمال ۰/۰۵ با نمونهٔ شاهد معنادارند (جدول ۱). این امر مطابق با نظریات سیربه و همکاران (Syrbe *et al.*, 1998) و اورت و مک لئود (Everett & McLeod, 2005) است و دلیل آن را می‌توان به رفتارهای متفاوت هر یک از هیدروکلوئیدها نسبت داد. پیوستگی در غلظت‌های کم فقط به نوع هیدروکلوئید بستگی دارد.

چسبندگی[2] نیز همانند پیوستگی در نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز بیشترین امتیاز را دارد که در ماست‌های تهیه شده با کربوکسی متیل سلولز تا غلظت بحرانی ۰/۲ درصد این امتیاز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، در ماست‌های میوه‌ای حاوی این صمغ، چسبندگی بین نمونه و جسم دیگر (ماست و قاشق) و لیز خوردن ماست از قاشق پلاستیکی تحت زاویهٔ ۴۵ درجه در کمترین حالت است و نسبت به نمونه‌های ماست میوه‌ای قالبی با درصدهای بالاتر گوار از چسبندگی بیشتر و اختلاف معناداری ($P<0/05$) دارند. علی رغم یافته‌های کومار و میشرا (Kumar & Mishra, 2004) در بررسی خواص حسی ماست سویا با انبه، که چسبندگی را فقط متأثر از غلظت هیدروکلوئید می‌دانستند، در این بررسی تفاوت آشکاری بین درصد و نوع هیدروکلوئیدها مشاهده شد.

حالت خامه‌ای[3] نمونه‌ها نیز با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز در نمونه‌های ماست میوه‌ای قالبی، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که در غلظت ۰/۲ درصد کربوکسی متیل سلولز، ماست میوه‌ای قالبی بالاترین نمره را به‌دست آورده است. حالت خامه‌ای در ماست میوه‌ای قالبی حاوی غلظت‌های کم گوار نیز کاملاً مشهود است ولی با افزایش غلظت گوار به ۰/۰۶ درصد به دلیل انبوهش ناشی از تهی شدن، ساختار شبکه‌ای ماست به هم می‌خورد و ویسکوزیتهٔ ماست کاهش می‌یابد و آبکی می‌شود و حالت خامه‌ای خود را از دست می‌دهد. اختر و همکاران (Akhtar *et al.*, 2006) با بررسی ویژگی خامه‌ای محصولاتی نظیر مواد لبنی، غلظت چربی را در درک و احساس خصوصیات بافتی در امولسیون‌ها سهیم می‌دانند ولی هیچ تأثیری برای ویسکوزیته در خصوص درک و

1- Cohesiveness
2- Adhesiveness
3- Creamness
4- Sweetness

احساس قوام و خامه‌ای بودن به‌دست نیاوردند.

احساس شیرینی[۴] در ماست میوه‌ای به دلیل اضافه کردن شکر در تهیهٔ مارمالاد کاملاً مشهود و تشخیص تفاوت این طعم در غلظت‌های مختلف نمونه‌ها بسیار مشکل است؛ این تفاوت در سطح احتمال ۰/۰۵ غیر معنی‌دار است. گالاردو اسکامیلا و همکاران (Gallardo-Escamilla *et al*., 2007) می‌گویند افزایش یا کاهش شیرینی با اضافه کردن قوام دهنده به خوبی قابل درک نیست، اما به نظر می‌رسد که اثر اضافه کردن هیدروکلوئیدها روی شیرینی، بسته به نوع و غلظت شیرین کننده‌ها، متفاوت است. مالونه و همکاران (Malone *et al*., 2003) نشان داده‌اند که احساس شیرینی و طعم توت فرنگی در حضور صمغ گوار کاهش می‌یابد، مخصوصاً وقتی که در غلظت‌های بالای غلظت بحرانی، برای افزایش ویسکوزیتهٔ ماست استفاده می‌شود.

**جدول ۱- ویژگی‌های حسی ماست میوه‌ای قالبی حاوی انواع متفاوتی از هیدروکلوئیدها**

| نوع هیدروکلوئید | گوار | | کربوکسی متیل سلولز | | مخلوط گوار و کربوکسی متیل سلولز | | شاهد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| غلظت (درصد وزنی / وزنی) | ۰/۰۶ | ۰/۰۲ | ۰/۲ | ۰/۰۵ | ۰/۰۲ ،۰/۰۲ | ۰/۰۶ ،۰/۰۶ | صفر |
| رنگ و ظاهر | ۵/۶۲۵c | ۰/۰a | ۷/۳۷۵g | ۶/۳۷۵d | ۶/۳۷۵d | ۰/۰a | ۴/۵b |
| سفتی و قوام | ۶/۳۷۵c | ۰/۸۷۵a | ۸/۸۷۵e | ۷/۶۲۵d | ۷/۲۵d | ۰/۸۷۵a | ۴/۵b |
| آب‌اندازی قبل از قاشق برداری | ۹/۲۵c | ۱/۳۷۵a | ۹/۸۷۵c | ۹/۵c | ۹/۶۲۵c | ۱/۳۷۵a | ۷/۲۵b |
| آب‌اندازی بعد از قاشق برداری | ۵/۵c | ۰/۰a | ۶/۵d | ۷/۷۵e | ۵/۷۵c | ۰/۰a | ۴/۸۷۵b |
| بافت شنی | ۴/۶۲۵d | ۳/۵b | ۴c | ۲/۷۵a | ۴/۶۲۵d | ۲/۷۵a | ۳/۵b |
| پیوستگی | ۶/۳۷۵c | ۰/۳۷۵a | ۸/۳۷۵e | ۷/۱۳۵d | ۷/۵۰d | ۰/۳۷۵a | ۵/۱۲۵b |
| چسبندگی | ۶c | ۱a | ۸/۲۵e | ۶/۷۵d | ۶/۸۷۵d | ۱a | ۴b |
| حالت خامه‌ای | ۷c | ۰/۳۷۵a | ۹/۱۲۵e | ۷/۶۲۵d | ۷/۶۲۵d | ۰/۳۷۵a | ۳/۵b |
| شیرینی | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند، ns: نبود اختلاف معنی‌دار

**ب) ارزیابی ماست میوه‌ای از لحاظ مقبولیت مصرف نهایی(آزمون مصرف کننده گرا)**

ماست مناسب باید دارای ویژگی‌های مطلوب باشد؛ به این معنا که از لحاظ شکل ظاهری، لختهٔ ژله مانند داشته باشد، سطح آن براق باشد، سرم از محل برش لخته خارج نشود، سطح آن به هنگام برش همگن و یکنواخت باشد؛ بو، ترشیدگی یا بوی خارجی نداشته باشد؛ از لحاظ طعم، اسیدیتهٔ ملایم و طعم طبیعی ماست را داشته باشد؛ و از لحاظ قوام و بافت، شلی و سفتی آن مناسب باشد و شنی، حبابدار و گاز دار نباشد. به سخنی دیگر ماست مناسب نباید ویژگی‌های نامطلوب داشته باشد: سرم آن خارج نشود، غیر یکنواخت نباشد، رنگ غیر طبیعی و مواد خارجی هم نداشته باشد؛ گازدار، حبابی، کشدار ناشی از آلودگی، شل، شنی، رشته‌ای و لاستیکی نباشد؛ دارای طعم تلخ، پنیری، زبر، و نرسیده نباشد، اسیدیتهٔ زیاد، طعم فلزی، طعم تخمیری یا میوه‌ای کهنگی، طعم شیر خشک، طعم کشک و طعم تند نداشته باشد؛ و عاری از بو باشد. برابر ارزیابی‌ها، در ماست میوه‌ای قالبی، بیشترین امتیازات

را از نظر مقبولیت مصرف کننده، ماست میوه‌ای قالبی با ترکیب (۰/۰۲ درصد گوار+۰/۰۴ درصد کربوکسی متیل سلولز) به‌دست آورده است که اختلاف معناداری (P<۰/۰۵) با نمونهٔ شاهد و بقیهٔ نمونه‌ها، به‌جز نمونهٔ ماست میوه‌ای با ترکیب (۰/۰۵ درصد کربوکسی متیل سلولز) دارد. با ارزیابی چهار ویژگی اصلی شکل ظاهری، طعم، بو، قوام و بافت در ماست میوه‌ای قالبی، این ترکیب (دارای غلظت کم گوار)، علاوه بر افزایش قوام و سطح براق و صاف، کمترین بوی خارجی را نیز در مقایسه نمونهٔ شاهد (ماست میوه‌ای قالبی بدون هیدروکلوئید) دارد. مالونه و همکاران (Malone *et al*., 2003) گزارش کردند که عطر و طعم و درک مزه با افزایش ویسکوزیته کاهش می‌یابد و بر این اساس است که ماست میوه‌ای قالبی با غلظت‌های بالاتر کربوکسی متیل سلولز با اینکه قوام، بافت، و شکل ظاهری بهتری دارند از لحاظ طعم و بو امتیازاتشان کمتر است. با توجه به اهمیت طعم در ویژگی‌های حسی ماست مطابق استاندارد شمارهٔ ۶۹۵، چنانچه به طعم ماست امتیازی تعلق نگیرد، نمونه از نظر ارزشیابی غیرقابل قبول است. درحالی‌که برای ژل‌های بر پایهٔ شیر، صفات بافتی می‌تواند مهم‌تر باشد و خیلی وقت‌ها حتی مهم‌تر از طعم در تعیین قابلیت پذیرش محصول به‌حساب آید (Pereira *et al*., 2006).

کمترین امتیازات را ماست میوه‌ای قالبی حاوی غلظت بالاتری از گوار (۰/۰۶ درصد گوار + ۰/۰۶ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۰/۱ درصد گوار) کسب کرده است که از لحاظ ویژگی‌های حسی نواقص زیادی دارد و اختلاف معناداری (P<۰/۰۵) با نمونهٔ شاهد نیز دارد. برابر گزارش‌های مالونه و همکاران (Malone *et al*., 2003)، احساس شیرینی و طعم توت فرنگی در حضور صمغ گوار کاهش می‌یابد. براساس یافته‌های دکورسله و همکاران (Decourcelle *et al*., 2004) گوار و شیرین کننده‌ها هیچ اثر معنی‌داری روی درک و احساس عطر و طعم ندارند، گرچه افزایش غلظت بالاتر از حد بحرانی هیدروکلوئیدها نیز پدیدهٔ انبوهش ناشی از تهی شدن را ایجاد می‌کند و روی بافت، قوام و شکل ظاهری ماست میوه‌ای قالبی اثر می‌گذارد.

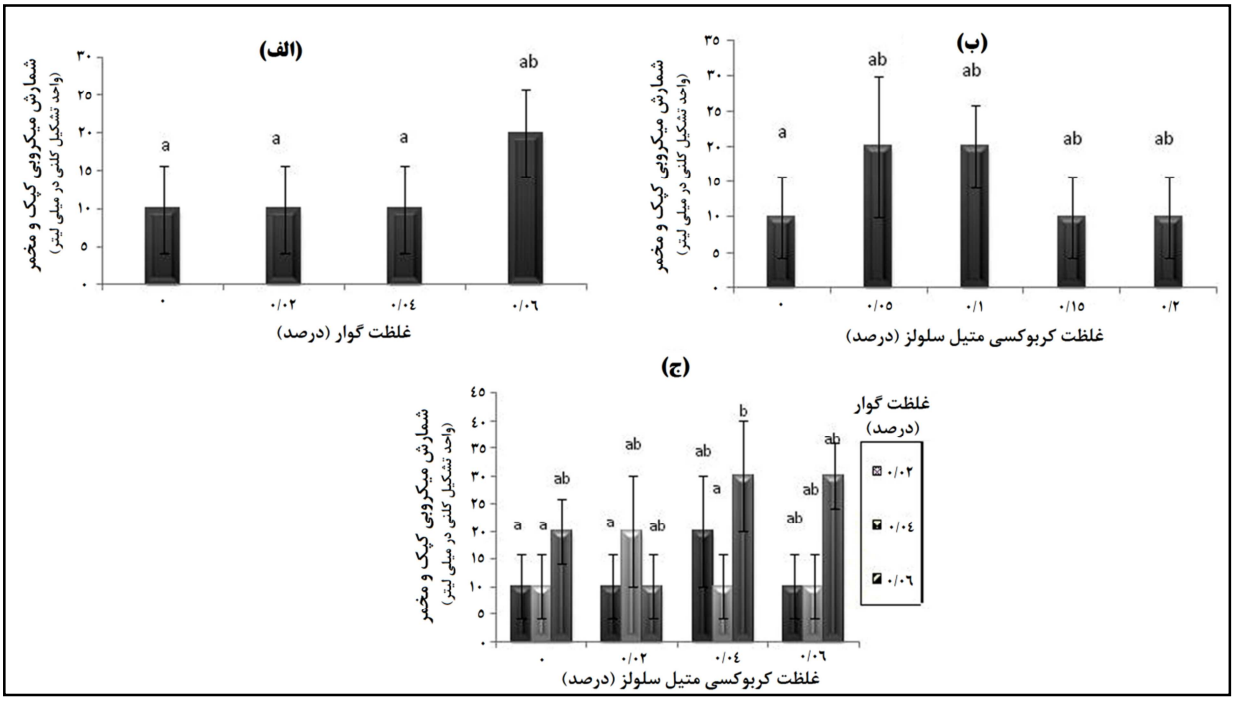
## ارزیابی ماست میوه‌ای از لحاظ کپک و مخمر

آزمون میکروبی با محیط کشت YGCA برای تعیین میزان آلودگی ماست میوه‌ای قالبی به کپک و مخمر در روز سوم و هفتم تولید و جهت تعیین تاریخ بهینهٔ مصرف انجام شد. چنانچه در شکل (۳- الف) مشاهده می‌شود، در ماست میوه‌ای قالبی حاوی غلظت‌های مختلف گوار در روز سوم اختلاف جزئی دیده می‌شود اما این اختلاف معنادار (P<۰/۰۵) نیست. ولی با توجه به شکل (۳-ب) که شمارش میکروبی کپک و مخمر را در ماست میوه‌ای قالبی با غلظت‌های متفاوت کربوکسی متیل سلولز نشان می‌دهد، با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز تغییر محسوسی در تعداد میکروب‌ها دیده می‌شود ولی اختلاف معنادار (P<۰/۰۵) نیست. با توجه به نمودار ج در شکل ۳ به راحتی می‌توان فعالیت بیشتر کپک و مخمر را در ماست میوه‌ای قالبی با غلظت‌های بالای ۰/۰۶ درصد گوار مشاهده کرد.

میوه موجود در ماست میوه‌ای اگر تحت فرایند حرارتی کافی قرار نگیرد برخی از میکروارگانیسم‌ها از جمله مخمرهایی از قبیل کاندیدا فمتا و کلویورومایسس مارکسیانوس حتی در دمای یخچال نیز می‌توانند رشد کنند، پروتئین‌ها و اسیدهای آلی و کربوهیدرات‌ها را در ماست مصرف کنند، و موجب کاهش مدت زمان ماندگاری و فساد محصول نهایی شوند (Penney *et al*., 2010). آزمون کپک و مخمر به عنوان یکی از مهمترین آزمون‌ها برای تعیین مدت زمان ماندگاری و تعیین تاریخ بهترین زمان مصرف به شمار می‌رود.

دلیل احتمالی برای افزایش شمارش کپک و مخمر با افزایش غلظت گوار این است که مقدار زیادی از آب سرم ماست در دسترس میکروب‌ها قرار می‌گیرد که باعث فعالیت بیشتر در آنها می‌شود و در نتیجه تعداد میکروب‌ها نسبت به تعدادی که در غلظت‌های پایین گوار وجود دارد زیادتر خواهد شد. در نتیجه، احتمال فساد میکروبی نیز افزایش می‌یابد ولی اثر غلظت و نوع هیدروکلوئیدها بر رشد و نمو کپک و مخمر معنی‌دار (P<۰/۰۵) نیست.

کانگانلا و همکاران (Canganella *et al.*, 2008) میوه و شکر را به دلیل داشتن سوبسترای قابل تخمیر، عامل فساد در ماست میوه‌ای می‌دانند، حتی افزایش تعداد رودوتروولا موسیلاجینوزا در دمای بالای ۴ درجه سلسیوس را از ۱۰ تا ۱۰۰ برابر گزارش کرده‌اند. با افزایش مدت زمان نگهداری، در برخی از نمونه‌ها احتمال تولید گاز وجود دارد که در مراحل بعدی کلنی‌های رودوتروولا موسیلاجینوزا به رنگ صورتی در سطح محصول مشاهده می‌شود. کومار و میشرا (Kumar & Mishra, 2004) اثر نوع هیدروکلوئید را روی رشد استارترها معنی‌دار نمی‌دانند ولی درصدهای متفاوت هیدروکلوئید را روی آنها معنی‌دار می‌دانند. در این تحقیق در روز هفتم نیز ماست میوه‌ای قالبی از لحاظ کپک و مخمر آزمایش و معلوم شد که با افزایش میزان گوار، بیش از حد غلظت بحرانی، تعداد کپک و مخمر نیز رو به افزایش می‌گذارد ولی این اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) نیست. با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز تا ۰/۲ درصد تعداد کپک و مخمر کاهش می‌یابد که این اختلاف نیز معنادار نیست. با افزایش بیشتر غلظت قوام دهنده‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز، تعداد کپک و مخمر با آن که به‌طور جزیی کاهش می‌یابد ولی این کاهش در کل اثر معنی‌داری (P<۰/۰۵) ندارد. به عبارت دیگر، این دو قوام دهنده هیچ بر هم کنش متقابلی روی رشد و نمو انواع کپک و مخمر نشان نمی‌دهند.




**شکل۳- شمارش میکروبی کپک و مخمر در ماست میوه‌ای قالبی در روز سوم؛ (الف) ماست میوه‌ای قالبی با غلظت‌های متفاوت از گوار، (ب) با غلظت‌های متفاوت از کربوکسی متیل سلولز و (ج) با غلظت‌های متفاوتی از گوار و کربوکسی متیل سلولز.**

**(در هر شکل میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.)**

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه، تأثیر دو نوع هیدروکلوئید یکی گوار و دیگری کربوکسی متیل سلولز به صورت تکی و ترکیبی، روی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی ماست میوه‌ای قالبی بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که با افزودن قوام دهنده‌ها به ماست میوه‌ای قالبی، در بالاتر از غلظت‌های بحرانی، ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد و به دنبال آن آب‌اندازی در محصول زیادتر می‌شود. همچنین، افزودن قوام‌دهنده‌ها باعث افزایش قوام، سفتی، و حالت خامه‌ای در ماست میوه‌ای قالبی می‌شود. اما افزایش این قوام دهنده‌ها در درصدهای بالاتر از غلظت بحرانی، بر قوام، سفتی و حالت خامه‌ای محصول تأثیر منفی می‌گذارد. افزایش غلظت گوار به بالاتر از غلظت بحرانی، علاوه بر تأثیر منفی روی ویژگی‌های حسی از جمله، رنگ و ظاهر، سفتی، پیوستگی و چسبندگی، موجب افزایش آب‌اندازی نیز می‌شود که حتی با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز نیز هیچ اثر هم پوشانی روی محصول نهایی مشاهده نخواهد شد زیرا هر قوام دهنده با مکانیسم‌هایی متفاوت در ماست میوه‌ای قالبی، باعث تثبیت و تغییر ویژگی‌های حسی می‌شود. در ضمن، مشخص گردید که تأثیر نوع و درصد قوام دهنده‌ها در غلظت‌های مورد آزمایش، بر رشد کپک و مخمر از لحاظ آماری معنادار نیست. نتایج این بررسی به طور کلی نشان می‌دهد که ترکیب و مخلوط هر یک از قوام‌دهنده‌ها بر ماست میوه‌ای قالبی اثر هم‌افزایی ندارند و هر یک از قوام دهنده‌ها بر حسب نوع و ساختار ترکیبی متفاوت با سازوکارهای متفاوتی روی محصول نهایی تأثیر می‌گذارند.

## مراجع


Afonso, I. M. and Joao, M. M. 1999. Rheological monitoring of structure evolution and development in stirred yoghurt. J. Food Eng. 42, 183–190.

Akhtar, M., Murray, B.S. and Dickinson, E. 2006. Perception of creaminess of model oil-in-water dairy emulsions: Influence of the shear-thinning nature of a viscosity-controlling hydrocolloid. Food Hydrocolloids. 20, 839–847.

Anon. 2003. Microbial Properties of Yoghurt. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI. No. 2406. (in Farsi)

Barrantes, E., Tamine, A., Davies, G. and Barclay, M. 1994. Production of low-calorie yogurt using skim milk powder and fat-substitutes, 2. Compositional Quality. Milchwissenschaft. 49(5): 135–139.

Canganella, F., Ovidi, M., Paganini, S., Vettraino, A. M., Bevilacqua, L. and Trovatelli, L. D. 2008. Survival of undesirable microorganisms in fruit yoghurts during storage at different temperatures. Food Microbiol. 15, 71–77.

Chandan, R. C. 2006. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Blackwell Pub. Ltd.

Decourcelle, N., Lubbers, S., Vallet, N., Rondeau, P. and Guichard, E. 2004. Effect of thickeners and sweeteners on the release of blended aroma compounds in fat-free stirred yoghurt during shear conditions. Int. Dairy J. 14, 783–789.

Do Espírito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M. N. 2012. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. LWT - Food Sci. Technol. 47, 393-399.

Everett, D. W. and McLeod, R. E. 2005. Interactions of polysaccharide stabilizers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. Int. Dairy J. 15, 1175–1183.

Fiszman, S. M., Luch, M. A. and Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. Int. Dairy J. 9, 895–901.

Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L. and Delahunty, C. M. 2007. Mouth feel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids. Int. Dairy J. 17, 308–315.

Kumar, P. and Mishra, H. N. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. Food Chem. 87, 501–507.

Lucey, J. A. 2002. Formation and physical properties of milk protein gels. J. Dairy Sci. 85(2): 281–294.

Malone, M. E., Appelqvist, A. M. and Norton, I. T. 2003. Oral behavaiour of hydrocolloids and emulsions. Part 2. Taste and Aroma Release. Food Hydrocolloids. 17, 775–784.

Mataragas, M., Dimitriou, V., Skandamis, P. N. and Drosinos, E. H. 2011. Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. Food Microbiol. 28, 611-616.

Nongonierma, B., Cayot, P., Springett, M., Le Quere, J., Cachon, R. and Voilley, A. 2007. Transfers of small analytes in a multiphasic stirred fruit yoghurt model. Food Hydrocolloids. 21, 287–296.

Penney, V., Henderson, G., Blum, C. and Johnson-Green, P. 2010. The potential of phytopreservatives and nisin to control microbial spoilage of minimally processed fruit yogurts. Innov. Food Sci. & Emerg. Technol. 5, 369–375.

Pereira, R., Matia-Merino, L., Jones, V. and Singh, H. 2006. Influence of fat on the perceived texture of set acid milk gels: A Sensory Perspective. Food Hydrocolloids. 20, 305–313.

Ramaswamy, H. S. and Basak, S. 1992. Pectin and raspberry concentrate effects on the rheology of stirred commercial yogurt. J. Food Sci. 57(2): 357–360.

Sanchez-Segarra, P. J., Garcoa-Martinez, M. M., Gordillo-Otero, J., Doaz-Valverde, A., Amaro-Lopez, M. A. and Moreno-Rojas, R. 2000. Influence of the addition of fruit on the mineral content of yoghurts: nutritional assessment. Food Chem. 70, 85–89.

Shaker, R. R., Jumah, R. Y. and Abu Jdayil, B. 2000. Rheological properties of plain yoghurt during coagulation process: Impact of fat content and preheat treatment of milk. J. Food Eng. 44, 175–180.

Syrbe, A., Bauer, W. J. and Klostermeyer, H. 1998. Polymer science concepts in dairy system-An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. Dairy J. 8, 179–193.

Unal, B., Metin, S. and Isikli, N. D. 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. Int. Dairy J. 13, 909–916.

*Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.16/No.1/2015/P:65-78*

# Effect of Thickening Agents on Physicochemical, Sensory and Microbial Properties of Set Fruit Yoghurt

**A. Zamani, H. Almasi* and B. Ghanbarzadeh**

* Corresponding author: M. Sc. Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, P. O. Box: 165, Urmia, Iran. Email: h.almasi@urmia.ac.ir
Received: 8 February 2014, Accepted: 10 January 2015

Fruit yoghurt is frequently made with fermented milk products; however, the use of fruit and its products may cause changes in the viscoelastic properties, syneresis and sensory properties of fruit yoghurt. One approach to improve these properties in fruit yoghurt is the use of thickening agents. This study investigated the effect of carboxymethyl cellulose and guar thickening agents on the properties of set fruit yogurt. Syneresis decreased and water holding capacity increased as carboxymethyl cellulose and guar increased up to 0.2% and 0.06%, respectively. The type and content of hydrocolloids at all concentrations had no significant effect ($P< 0.05$) on mold and yeast growth. Increasing the concentration of these two thickening agents up to critical levels produced no negative effects on sensorial properties such as color, coarseness, cohesiveness and adhesiveness. Different mechanisms effected the formation of yogurt structure. No synergistic effect was observed on improvement of the gelled structure and physicochemical properties of the yoghurt.

**Keywords**: Hydrocolloids, Microbial Properties, Sensory Properties, Set Fruit Yoghurt, Syneresis