

ارزیابی تأثیر استفاده از صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز بر پایداری نوشیدنی حاوی دانه ریحان

اعظم حاج محمدی^۱، میرخلیل پیروزی فرد^{۲*}، محمد شاهدی^۳، محمد علیزاده^۴

۱- دانش آموخته دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

۴- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۱۹)

چکیده

انواع آبیوه‌ها از جمله نوشیدنی‌های پرطرفدار در جهان است ولی از لحاظ میزان محتوای فیبر فقیراند. تولید فرآورده‌های غذایی حاوی فیبرهای مغذی، از لحاظ افزایش خاصیت سلامتی آنها، به دلیل ناپایداری این محصولات و تأثیر نامطلوب بر خواص ظاهری آنها، به صورت چالش باقی مانده است. در این مطالعه پایداری نوشیدنی میوه‌ای حاوی درصدهای مختلف دانه ریحان به عنوان منبع فیبر مغذی مورد بررسی قرار گرفت که جهت پایداری دانه‌های ریحان از دو نوع صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز در غلظت‌های مختلف استفاده شد و تأثیر آنها بر میزان پایداری به وسیله آزمون‌های اندازه‌گیری پتانسیل زتا و درصد ارتفاع دانه‌ها، ارزیابی رفتار رئولوژیک و تغییرات رنگ نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با وجود بالاتر بودن میزان پتانسیل زتای کربوکسی متیل سلولز و شباهت اندیس قوام هر دو هیدروکلوئید، صمغ کتیرا در پایداری و حفظ توزیع دانه‌ها بسیار مؤثرتر بود. با این وجود صمغ کتیرا باعث تیرگی رنگ نوشیدنی شد در حالیکه در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز تغییر رنگی مشاهده نشد.

کلید واژگان: نوشیدنی میوه ای، دانه ریحان، هیدروکلوئید، پتانسیل زتا، رنگ.

۱- مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum L.*) گیاهی از خانواده نعناعیان و بومی مناطق گرمسیری آسیا، آفریقا و آمریکا می‌باشد [۱ و ۲]. برگ‌های این گیاه به عنوان چاشنی و منبع روغن‌های ضروری در مواد غذایی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳]. همچنین دانه‌های این گیاه به مدت طولانی در طب سنتی برای درمان برخی بیماری‌ها و به عنوان منبع فیبر مغذی در نوشیدنی‌ها و دسرهای برخی مناطق آسیا به کار می‌رود. ظاهر دانه‌های ریحان به شکل بیضی و سیاه‌رنگ در اندازه‌های ۱/۸۴۰ میلی‌متر طول، ۱/۳۶۳ میلی‌متر عرض و ۱/۳۷۴ میلی‌متر ضخامت (اندازه‌گیری با میکرومتر) می‌باشد (۴ و ۵). هنگامی که دانه‌های ریحان در آب خیس شوند به سرعت آب جذب کرده و متورم می‌شود که این به دلیل حضور لایه‌ای پلی‌ساکاریدی در قسمت پریکارپ این دانه می‌باشد [۶].

صمغ کتیرا از خشک‌شدن شیره متشرحه از گیاه آسترگالوس بدست می‌آید. این صمغ پلی‌ساکارید آنیونی بوده و از دو قسمت اصلی شامل باسورین و تراگاکانتین تشکیل شده است. باسورین جزء نامحلول در آب صمغ کتیرا بوده که با توجه به وزن مولکولی بالای آن دارای قابلیت تشکیل ژل در محلول این صمغ می‌باشد و تراگاکانتین جزء محلول در آب و یک پلیمر آرایینوگالاکتان پرشاخه است [۷-۱۰]. در مطالعه‌ای که توسط بلاخی و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام گرفت ثابت شد که محلول صمغ کتیرا دارای رفتار ویسکوالاستیک بوده ولی صمغ حاصل از گونه‌های مختلف گیاه آسترگالوس رفتار ویسکوالاستیک متفاوتی داشتند. صمغ کتیرا با توجه به خصوصیات کاربردی و مناسب آن شامل مقاومت بالا در برابر اسید و حرارت، ایجاد محلول ویسکوز در غلظت پائین و سایر موارد، به طور گسترده در صنایع غذایی، داروسازی و در ساخت مواد آرایشی-بهداشتی به عنوان پایدارکننده، امولسیفایر و غلظت‌دهنده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹ و ۱۱].

کربوکسی متیل سلولز یک پلی‌ساکارید آنیونی حاصل از سلولز است که فاکتورهای مختلفی از جمله وزن مولکولی، درجه جایگزینی (DS)، pH و قدرت یونی محیط بر خواص محلول آن مؤثر هستند. در بین فاکتورهای ذکر شده، وزن مولکولی و قدرت یونی محیط به ترتیب مؤثرتر از درجه جایگزینی و pH محیط می‌باشد. استفاده از کربوکسی متیل سلولز نیز به دلیل قیمت پائین، ماندگاری بالا، زیست تخریب‌پذیری و غیرسمی بودن به عنوان یک پایدارکننده بسیار رایج می‌باشد. این صمغ

به راحتی در آب حل شده و یک محلول ویسکوز تولید می‌کند که قدرت پایدارکنندگی آن هم به دلیل افزایش ویسکوزیته محیط و علاوه بر آن افزایش قدر مطلق پتانسیل زتا می‌باشد. بر طبق تحقیقات انجام شده قدرت پایدارکنندگی کربوکسی متیل سلولز با کاهش pH محیط، افزایش فشار هموزنی‌اسیون و قدرت یونی محیط، به علت به هم ریختگی و تجزیه ساختار آن و در نتیجه کاهش ویسکوزیته ایجاد شده، کاهش می‌یابد [۱۲-۱۵].

در سال‌های اخیر، تلاش‌ها و تحقیقات زیادی در جهت تولید محصولات حاوی فیبرهای غذایی، به دلیل نقش آنها در سلامتی، صورت گرفته است از جمله: مطالعه در رابطه با غنی‌سازی محصولات نانویی [۱۶-۱۹]، فرآورده‌های گوشتی [۲۰-۲۲]، فرآورده های لبنی [۲۳-۲۵] و نوشیدنی‌ها، [۱۹ و ۲۷ و ۲۶]. با این وجود تولید محصولاتی که دارای مقدار بالایی از فیبر می‌باشد به صورت یک چالش باقی مانده به دلیل اینکه چنین محصولاتی با تغییرات نامطلوب در ظاهر همراه بوده و معمولاً ناپایدار هستند [۲۸]. در میان محصولات غذایی، نوشیدنی‌ها جهت غنی‌سازی با فیبرهای مغذی می‌توانند مناسب‌تر باشند به لحاظ اینکه در این محصولات قبل از خورده شدن فیبرها به اندازه کافی هیدراته می‌شوند [۲۹].

با توجه به موارد ذکر شده در بالا، هدف این مطالعه، تولید نوشیدنی میوه‌ای پایدار حاوی دانه ریحان به عنوان منبع فیبر غذایی می‌باشد. جهت پایداری این دانه‌ها در این محصول از صمغ‌های تراگاکانت و کربوکسی متیل سلولز به ترتیب به لحاظ بومی بودن و پائین بودن قیمت استفاده شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مصرفی

دانه‌های ریحان و صمغ کتیرا مورد استفاده در این مطالعه از بازار محلی اصفهان، کربوکسی متیل سلولز (c5678, low viscosity) و پوره انبه (با بریکس: ۱۷) به ترتیب از شرکت سیگما (Sigma-Aldrich, Canada) و فارم فرش (Farm Fresh, US) خریداری شد.

۲-۲- آماده‌سازی مواد

ابتدا دانه‌های ریحان به دقت از وجود زوائد و سنگریزه‌ها پاکسازی شد. سپس طبق روش ارائه شده توسط رضوی و همکاران در سال ۲۰۰۹ و حسینی‌پرور و همکاران در سال

۲-۴- اندازه‌گیری پتانسیل زتا

برای اندازه‌گیری پتانسیل زتا، مقداری از مایع داخل هر بطری توسط سرنگ کشیده و درون کووت یا سل مخصوص دستگاه زتا سایزر (ساخت شرکت مالورن انگلیس، مدل Zen3600) بارگذاری شد.

۲-۵- ارزیابی رفتار رئولوژیک

خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌ها توسط دستگاه رئومتر با قابلیت تنظیم سرعت (ساخت شرکت بروکفیلد آمریکا، مدل LV-DVIII) مجهز به اسپیندل دو جداره (ULA) مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی‌ها در محدوده سرعت ۰٫۱ تا ۰٫۱ (mm/s) در دمای اتاق (حدود ۲۵ °C) صورت گرفت. تنظیمات سرعت به صورتی انجام شد که میزان افزایش آن ۰٫۱ بعد از هر ۱۰ ثانیه توقف و خروجی دو داده در این مدت بود. داده‌های بدست آمده با مدل قانون توان طبق فرمول زیر تطبیق داده شد:

$$\sigma = k\delta^n$$

که σ نشان‌دهنده تنش برشی (پاسکال: Pa)، δ سرعت برشی (s^{-1})، K شاخص قوام ($Pa s^n$) و n شاخص جریان (بدون بعد) می‌باشد (۱۲، ۲۴ و ۳۲). تنش برش و سرعت برش به عنوان تابع سرعت و سایر پارامترها توسط نرم‌افزار کاربردی بروکفیلد (Brookfield Rheocalc 4 DVIII) محاسبه شد.

۲-۶- اندازه‌گیری میزان ته‌نشینی دانه‌ها

برای تعیین میزان پایداری نوشیدنی‌ها، ارتفاع دانه‌ها بر حسب درصد (ارتفاع دانه‌ها تقسیم بر ارتفاع کل نوشیدنی در بطری ضرب در ۱۰۰) در طول زمان نگهداری (۳۲)، بدون هم‌زدن و یک ساعت بعد از هم‌زدن، اندازه‌گیری و محاسبه شد.

۲-۷- ارزیابی رنگ

جهت اندازه‌گیری تغییرات رنگ نمونه‌ها، فاکتورهای L^* ، a^* ، b^* با استفاده از دستگاه هانتربل (Colorflex EZ, USA) مورد بررسی قرار گرفت، که L^* نشان‌دهنده میزان روشنایی (۱۰۰) یا تاریکی (۰)، a^* میزان سبزی (منفی) یا قرمزی (مثبت) و b^* میزان آبی (منفی) یا زردی نمونه می‌باشد [۳۳].

۲۰۱۰ [۵ و ۳۰]، با کمی تغییر، آماده‌سازی شد به این ترتیب که دانه‌ها در آب مقطر به نسبت ۶۵:۱ به مدت ۲۰ دقیقه در درجه حرارت 50 ± 1 °C و pH:۷ خیسانده و مرتب هم‌زده شد. بعد از ۲۰ دقیقه دانه‌ها از آب توسط آبکش جدا شد.

هیدروکلوئیدهای مورد استفاده (صمغ کتیرا و کربوکسی متیل سلولز) به صورت زیر آماده‌سازی شدند:

کربوکسی متیل سلولز به فرم پودر خریداری شد ولی صمغ کتیرا خریداری شده به صورت فلیکها یا نوارهای نازک بود. نوارهای تراگاکانت توسط آسیاب با سرعت بالا پودر و از الک عبور داده شد (مش > ۶۰). سپس به میزان ۵٪ (وزنی/وزنی) از هیدروکلوئیدها با آب مقطر مخلوط و در دمای ۷۰°C به مدت ۲ ساعت به وسیله هیتر همزن‌دار به طور متناوب هم‌زده و محلول یکنواختی بدست آمد (۳۱). پس از آن، محلول‌های بدست آمده به مدت یک شب (حدود ۱۸ ساعت) در دمای 4 ± 1 °C، جهت تکمیل هیدراتاسیون هیدروکلوئیدها، نگهداری شد (۱۲ و ۲۶).

۲-۳- تهیه نمونه های نوشیدنی

برای تهیه نوشیدنی با پایه آبمیوه، ترکیبات ذکر شده در جدول ۱، مخلوط شده و به وسیله مخلوط‌کن (ساخت شرکت نیکو، مدل ام.جی. ۲۷۶) در دمای اتاق به مدت ۱۵ دقیقه، جهت دستیابی به یک مخلوط یکنواخت، هم‌زده شد. سپس دانه‌های ریجان آماده شده در مرحله قبل به نسبت ۵۰ و ۳۰ و ۱۰ به ۱۰۰ مخلوط نوشیدنی میوه ای تهیه شده (وزنی-وزنی) اضافه و کل مخلوط به مدت ۱ دقیقه در دمای ۸۰ در میکروفر پاستوریزه و به صورت داغ در بطری‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. بطری‌ها به سرعت سرد و به مدت ۶۰ روز در دمای 4 ± 1 °C نگهداری گردید.

Table 1 Composition of the fruit based beverage.

Ingredients	% w/w
Mango puree	30
sugar	8
Water	61.5-62
Hydrocolloids (Tragacanth gum or carboxymethyl cellulose)	0-0.5

همان‌طور که در این نمودار مشخص است، میزان این فاکتور در آب انبه، بدون حضور صمغ‌ها، حدوداً ۱۲- می‌باشد که این مقدار مربوط به ساختار ذرات موجود در آبمیوه است. این ذرات دارای هسته مرکزی حاوی کربوهیدرات‌ها و پروتئین-های با بار مثبت بوده که با لایه‌ای از پکتین با بار منفی احاطه شده‌اند [۳۴].

علاوه بر این، این نمودار مشخص می‌کند که با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها، پتانسیل زتا کاهش می‌یابد که این کاهش به علت خاصیت آنیونیک هر دو هیدروکلوئید بوده که این مشاهده با نتایج حاصل از مطالعات گذشته توسط ویپینگ در سال ۲۰۰۲، جنوز و لوزانو در سال ۲۰۰۱ و آذری کیا و عباسی در سال ۲۰۱۰ مطابقت دارد [۹، ۱۴ و ۳۲]. با این وجود تأثیر کربوکسی متیل سلولز به طور معناداری ($p < 0.0001$) بیشتر از تراگانانته بوده و این موضوع به دلیل تفاوت ساختار این دو می‌باشد. همان‌طور که در قسمت مقدمه ذکر شد، صمغ تراکانته از دو جزء باسورین و تراگانانتین تشکیل شده که جزء تراگانانتین در کاهش میزان پتانسیل زتا مؤثر است و باسورین نقشی در این مورد ندارد [۱۰ و ۳۲]. پس واضح است که در غلظت مساوی، تأثیر تراگانانته بر پتانسیل زتا کمتر از کربوکسی متیل سلولز خواهد بود.

تأثیر برهمکنش بین زمان ماندگاری و نسبت دانه بر میزان پتانسیل زتا، در نمودار ۲ ارائه شده است. این نمودار نشان می‌دهد که در همه نمونه‌های حاوی تراگانانته و کربوکسی متیل سلولز، در روز تولید با افزایش نسبت دانه‌ها، میزان پتانسیل زتا به طور معناداری ($p < 0.0001$) کاهش می‌یابد. این کاهش به علت ترکیبات اسیدی موجود در ساختار لایه هیدروکلوئیدی استخراج شده از دانه در هنگام خیس شدن در آب می‌باشد [۶، ۳۵ و ۳۶]. این اثر در طول مدت نگهداری عکس می‌شود به طوری که با گذشت زمان هرچه نسبت دانه‌ها افزایش می‌یابد، میزان زتا افزایش می‌یابد.

برای این منظور ۵۰ میلی‌لیتر از نمونه حاوی مخلوط نوشیدنی و دانه (نسبت دانه به نوشیدنی همان نسبت ذکر شده در قسمت تهیه نوشیدنی به میزان ۱۰، ۳۰ و ۵۰ به ۱۰۰)، پس از همزدن و پراکنده شدن یکنواخت دانه‌ها، در بشر شیشه‌ای مخصوص ریخته، در دستگاه جاگذاری شده و سه فاکتور ذکر شده خوانده شد.

۲-۸- روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این مطالعه، از روش سطح پاسخ (RSM) برای بررسی تأثیر چهار فاکتور شامل: نوع صمغ (فاکتور کیفی با دو سطح) و سه فاکتور پیوسته شامل: زمان، نسبت دانه و آبمیوه، درصد صمغ استفاده شد. طرح مورد استفاده طرح مرکب مرکزی یا CCD (Central Composite Design) بود. پس از جمع آوری داده‌ها، از آنالیز واریانس و آنالیز رگرسیون استفاده شده و سطح خطای نوع اول (Type I Error) برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- پتانسیل زتا

نمودار ۱ تأثیر غلظت و نوع صمغ‌ها را بر پتانسیل زتا نشان می‌دهد.

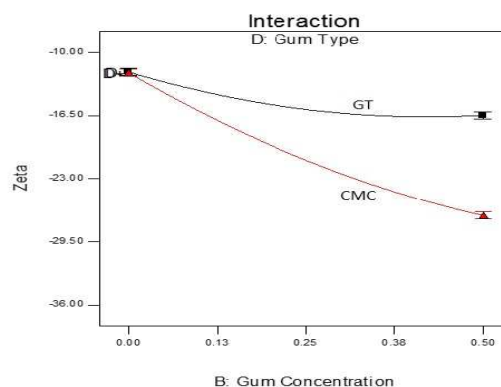


Fig 1 Effect of gum concentration and gum type on zeta potential (Tragacanth gum: GT, Carboxymethyl cellulose: CMC)

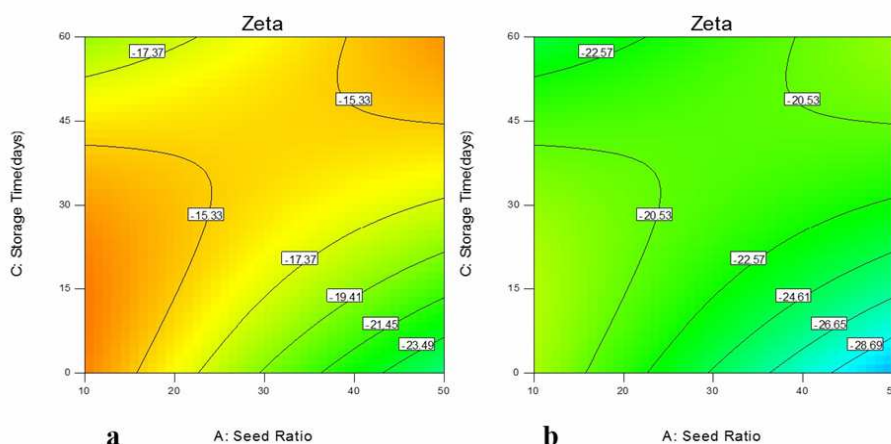


Fig 2 Effect of seed ratio and storage time on zeta potential in samples contained a) GT, b) CMC.

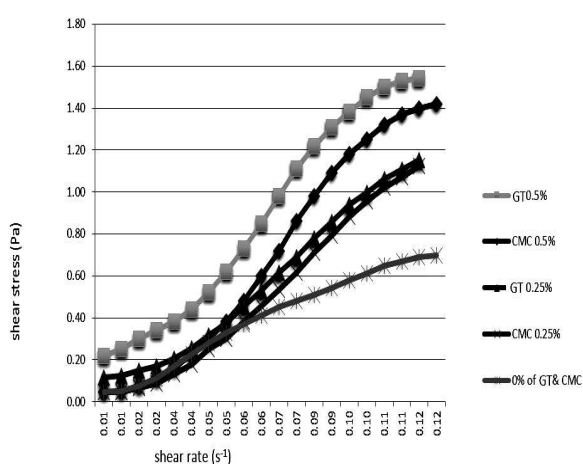


Fig 3 Effect of concentration and type of hydrocolloids on shear stress- shear rate curve.

در جدول ۲ نیز مشخصه‌های مدل قانون توان ذکر شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود اندیس جریان در همه موارد کوچک‌تر از ۱ بوده که رفتار روان شونده با برش هر دو هیدروکلوئید را نشان می‌دهد.

وجود ضریب تبیین بالای ۸۶، به خوبی مناسب بودن انتخاب مدل قانون توان را برای این دو هیدروکلوئید تأیید می‌کند. اندیس قوام نیز با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها افزایش یافته ولی تفاوت معناداری بین این دو هیدروکلوئید وجود نداشته است.

این روند تغییرات زتا ممکن است مربوط به هیرولیز جزئی که در طول مدت نگهداری در آبمیوه اتفاق می‌افتد، باشد. بنابر نتایج تحقیقی که توسط یاماساکی و همکاران در سال ۱۹۶۴ انجام شد (۳۴)، این هیرولیز جزئی باعث تجزیه شدن لایه هیدروکلوئیدی اطراف ذرات آبمیوه شده و مرکز پروتئینی دارای بار مثبت در معرض تماس قرار می‌گیرد و پتانسیل زتا افزایش می‌یابد که بعد از مدتی چنانچه هیدروکلوئیدهای آنیونی جذبی در محیط وجود داشته باشند، جذب این مرکز پروتئینی شده و اثر آن را بر افزایش پتانسیل زتا کاهش می‌دهند. دانه‌های متورم ریحان هم ساختار مشابهی با ذرات آبمیوه دارند (دارای مرکز حاوی پروتئین احاطه شده با هیدروکلوئیدهای آنیونی) که باعث بروز تغییرات مشابهی در میزان پتانسیل زتا می‌شوند و به لحاظ این‌که دانه‌ها در حین اندازه‌گیری پتانسیل زتا از آبمیوه جدا شده و مقداری از هیدروکلوئیدهای موجود در محیط همراه با آن جدا می‌شوند، در این‌جا افزایش میزان پتانسیل زتا مشاهده می‌شود. علاوه بر این، افزایش پتانسیل زتا می‌تواند مربوط به خروج پروتئین‌های با بار مثبت موجود در دانه ریحان در طول زمان هم باشد [۳۰].

۳-۲- خواص رئولوژیکی

نمودار ۳، اثر غلظت و نوع هیدروکلوئیدها را بر منحنی تنش برشی-سرعت برشی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که منحنی‌های بدست آمده غیرخطی و نشان‌دهنده رفتار سودوپلاستیک این هیدروکلوئیدها می‌باشد.

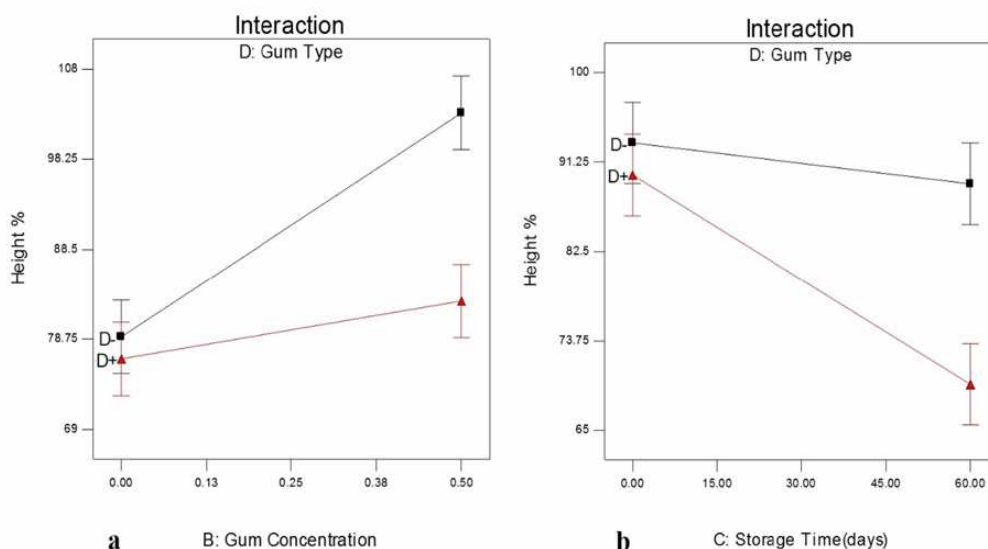
Table 2 Effect of concentration and type of hydrocolloid on Power law model parameters consist: consistency coefficient (k), flow Index (n), model coefficient (R^2).

Concentration & Type of hydrocolloid	$k (Pa s^n)$	N	R^2
0% hydrocolloid	63.740	0.881	90.1
0.25% CMC	98.734	0.853	90.8
0.25% GT	102.113	0.840	90.0
0.5% CMC	134.408	0.830	89.9
0.5% GT	138.122	0.825	86.2

۳-۳- اندازه‌گیری میزان ته‌نشینی دانه‌ها

نمودار ۴، تأثیر غلظت و نوع هیدروکلوئیدها و زمان ماندگاری را بر میزان ته‌نشینی دانه‌ها بدون هم‌زدن نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار مشخص است، با وجودی که درصد ارتفاع دانه‌ها با افزایش غلظت صمغ کتیرا به طور بسیار معناداری ($p < 0.0001$) افزایش یافته ولی این افزایش در حضور حتی درصد بالای کربوکسی متیل سلولز بسیار کم و غیر معنی‌دار بوده است.

این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات بلاغی و همکاران در سال ۲۰۱۰، آرنایتوی و پاولیک در سال ۲۰۱۴، جنوز و لوزاندر در سال ۲۰۰۱، آذری کیا و عباسی در سال ۲۰۱۰ و کشتکاران و همکاران در سال ۲۰۱۳، در رابطه با رفتار رئولوژیک تراگانت و کربوکسی متیل سلولز مطابقت دارد [۷، ۱۲، ۱۴، ۳۲ و ۳۷]. زمان نگهداری و نسبت دانه‌ها اثر قابل توجهی بر رفتار رئولوژیکی و پارامترهای مدل قانون توان نداشت.

**Fig 4** Effect of a) concentration and type of hydrocolloid, b) type of hydrocolloid and storage time, on height percentage of seeds.

ارتفاع دانه‌ها به طور چشمگیر کاهش داشت. در نمودار ۵، اثر غلظت و نوع هیدروکلوئید و زمان ماندگاری را بر میزان ته‌نشینی دانه‌ها یک ساعت پس از هم‌زدن نشان می‌دهد.

با گذشت زمان از روز تولید تا روز ۶۰ نگهداری، درصد ارتفاع دانه‌ها در همه نمونه‌ها کاهش یافت، اما این کاهش در نمونه‌های حاوی صمغ تراگانت ناچیز و غیرمعنی‌دار بود در صورتی که در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز، درصد

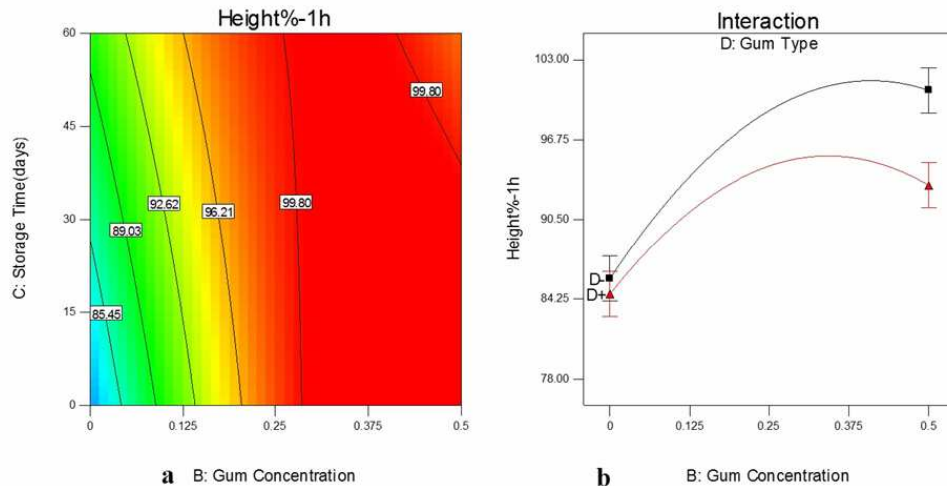


Fig 5 Effect of a) concentration of hydrocolloid and storage time, b) concentration and type of hydrocolloid on height percentage of seeds an hour after the stirring.

توزیع و پایداری دانه‌ها توسط صمغ کتیرا به ساختار و عملکرد اجزاء موجود در این صمغ مربوط می‌شود. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، از بین دو جزء تشکیل دهنده صمغ کتیرا، باسورین به علت داشتن وزن مولکولی بالا دارای قابلیت تشکیل ژل می‌باشد [۸، ۱۰ و ۳۲] و می‌توان گفت علت بهتر بودن پایداری دانه‌ها در نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا به همین خاصیت تشکیل ژل در این نمونه‌ها مربوط می‌باشد.

۳-۴- ارزیابی رنگ

نمودار ۶ تأثیر نسبت دانه، غلظت و نوع هیدروکلوئید را بر فاکتور L^* نشان می‌دهد. این نمودار مشخص می‌کند که میزان نسبت دانه تأثیر قابل توجهی بر این فاکتور داشته و با افزایش نسبت دانه، به طور بسیار معناداری ($p < 0.0001$) کاهش یافته است.

نتایج نمایش داده شده در این نمودار تقریباً مشابه با نتایج قسمت قبل می‌باشد، با این تفاوت که با افزایش غلظت هر دو هیدروکلوئید به طور معنی‌داری ($p < 0.0001$)، در طول زمان، درصد ارتفاع دانه‌ها بیشتر بوده ولی با این حال باز هم تأثیر صمغ کتیرا نسبت به کربوکسی متیل سلولز در حفظ توزیع دانه‌ها و جلوگیری از رسوب آنها بیشتر بوده است.

هر سه ارزیابی: اندازه‌گیری میزان ته‌نشینی دانه‌ها، پتانسیل زتا و ارزیابی رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها به جهت بررسی میزان پایداری نمونه‌ها در طول زمان انجام گرفت که مشاهده شد با وجود بالاتر بودن میزان قدر مطلق پتانسیل زتا در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز و مشابه بودن اندیس قوام هر دو هیدروکلوئید، ولی درصد ارتفاع دانه‌ها در نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز بیشتر بود. علت این تفاوت در حفظ

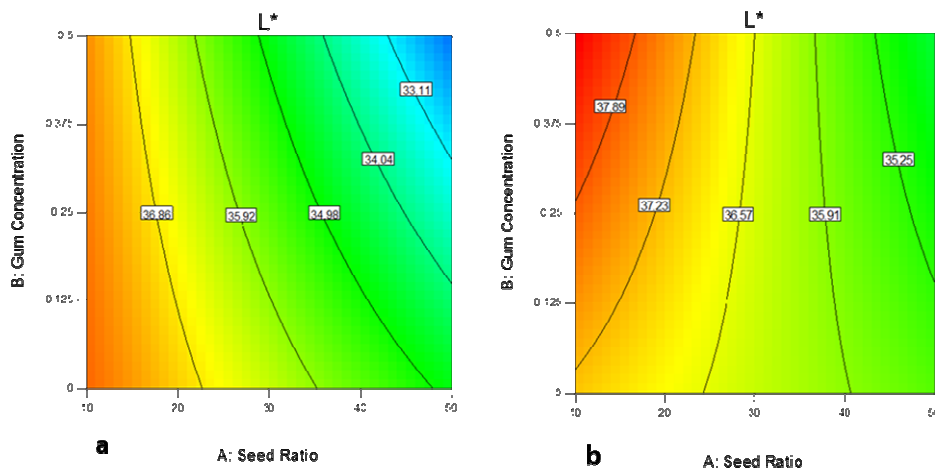


Fig 6 Effect of concentration of hydrocolloid and seed ratio on L^* : a) GT, b) CMC.

در نمودارهای ۷ و ۸ به ترتیب تغییرات دو فاکتور a^* و b^* تحت تاثیر دو عامل نسبت دانه و نوع هیدروکلوئید، نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود نسبت دانه تاثیر قابل توجهی بر این دو فاکتور داشته و به طور معناداری ($p < 0.0001$) باعث کاهش هر دو فاکتور شده است. نوع هیدروکلوئید هم بر این دو فاکتور تا حدودی موثر بوده به طوریکه صمغ کنیرا باعث کاهش میزان هر دو فاکتور شده که با نتایج حاصل از مطالعه کشتکاران و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت دارد [۳۷]. تاثیر سایر عوامل ناچیز و غیر معنی دار مشاهده شد.

همچنین نوع هیدروکلوئید بر این فاکتور مؤثر بوده به طوری که با افزایش غلظت صمغ کنیرا به طور معنی داری ($p < 0.0001$) کاهش یافته ولی افزایش غلظت کربوکسی متیل سلولز بر این فاکتور بی تأثیر بوده است. تاثیر صمغ کنیرا بر کاهش L^* می تواند به دلیل همان قابلیت تشکیل ژل این صمغ و افزایش یافتن اندازه ذرات موجود باشد و علاوه بر این، نتیجه بدست آمده از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات کشتکاران و همکاران در سال ۲۰۱۳ و آرانکیبیا و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مورد اثر استفاده از این دو هیدروکلوئید در نوشیدنی های لبنی میوه ای مطابقت دارد [۳۷ و ۳۸]. زمان نگهداری تأثیری بر این فاکتور نداشت.

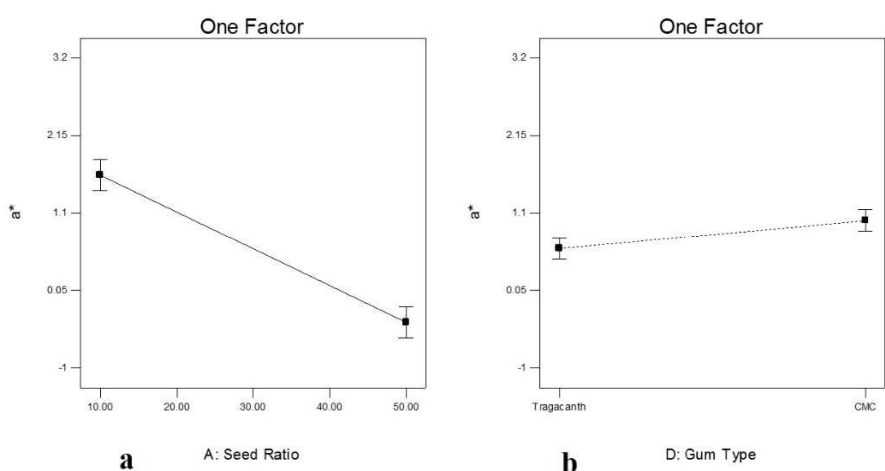


Fig 7 Effect of a) seed ratio and b) type of hydrocolloid, on a^* .

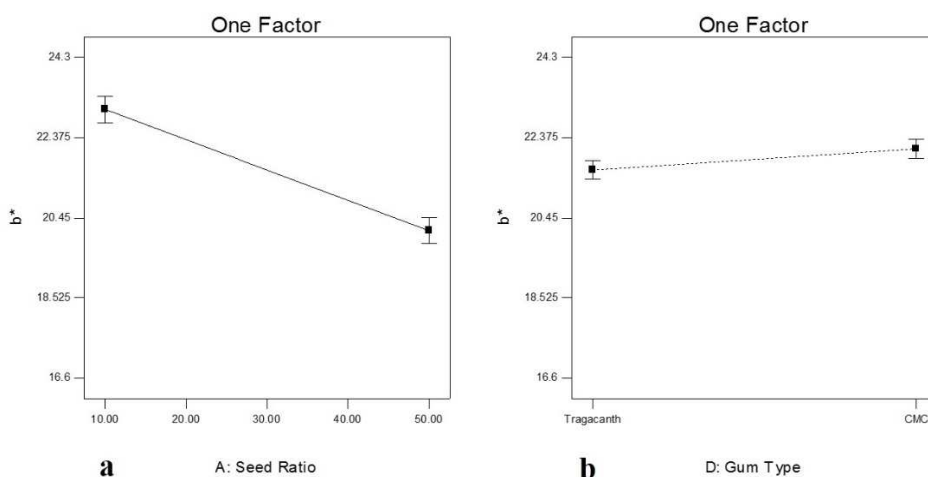


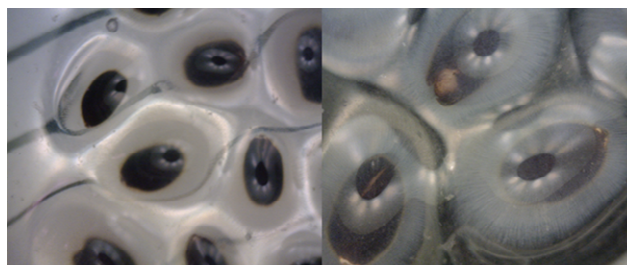
Fig 8 Effect of a) seed ratio and b) type of hydrocolloid, on b^* .

دانه های متورم ریحان از یک مرکز سیاه رنگ با هاله ای غیرشفاف تشکیل شده اند که این ساختار می تواند باعث تیرگی و کاهش رنگ نوشیدنی گردد.

علت کاهش فاکتورهای L^* ، a^* ، b^* با افزایش نسبت دانه، به شکل و ساختار ظاهری دانه های متورم ریحان می تواند مربوط باشد. همان طور که در تصویر ۱ مشاهده می شود:

Basilicum). Journal of Food Process Engineering, 33, 51-64.

- [5] Hosseiniparvar, S. H., Matia-Merino, L., Goh, K. K. T., Razavi, S. M. A., & Mortazavi, S. A. (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.
- [6] Azoma, J. & Sakamoto, M. (2003). Cellulosic hydrocolloid system present in seed of plants. Trends in Glycoscience and Glycotechnology, 15, 1-14.
- [7] Balaghi, S., Mohammadifar, M., & Zargaraan, A. (2010). Physicochemical and rheological characterization of Gum Tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Biophysics, 5(1), 59-71.
- [8] Mohammadifar M.A., Musavi S.M., Kiumarsi, A., & Williams, P.A. (2006). Solution properties of Tragacanthin (water-soluble part of Gum Tragacanth exudate from *Astragalus gossypinus*). International Journal of Biological Macromolecules, 38, 31-39.
- [9] Weiping, W. (2000). Tragacanth and Karaya. Handbook of hydrocolloids. Edited by G. O. Phillips, & P. A. Williams. Cambridge, England: CRC Press, 231-246.
- [10] Weiping, W., & Branwell, A. (2000). Tragacanth and Karaya. In G. O. Phillips, & P. A. Williams (Eds.), Handbook of hydrocolloids. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- [11] Anderson, D. M. W., & Bridgeman, M. M. E. (1985). The composition of the proteinaceous polysaccharides exuded by *Astragalus microcephalus*, *A. Gummifer* and *A. Kurdicuse* the sources of Turkish Gum Tragacanth. Phytochemistry, 24(10), 2301-2304.
- [12] Arinaitwe, E. & Pawlik, M. (2014). Dilute solution properties of Carboxymethyl celluloses of various molecular weights and degrees of substitution, Carbohydrate Polymers, 99, 423-431.
- [13] Du, B., Li, J., Zhang, H., Huang, L., Chen, P., & Zhou, J. (2009). Influence of molecular weight and degree of substitution of Carboxymethyl cellulose on the stability of acidified milk drinks. Food Hydrocolloids, 23, 1420-1426.
- [14] Genovese, D.B. & Lozano, J.E. (2001). The effect of hydrocolloids on the stability and



Pic 1 Images obtained of swollen basil seeds by Dino-Lite digital camera model: AM-413TL.

۴- نتیجه گیری

این مطالعه تلاشی در جهت پایدارکردن دانه‌های ریحان به عنوان منبع فیبر مغذی در نوشیدنی میوه‌ای بود که مشخص شد استفاده از صمغ کتیرا در حفظ پایداری و توزیع دانه‌ها در نوشیدنی نسبت به کربوکسی متیل سلولز، به دلیل خاصیت ایجاد ژل آن، بسیار مؤثرتر است. با وجود اینکه هرچه غلظت صمغ افزایش یابد از رسوب دانه‌ها مانع بیشتری شده و میزان پایداری دانه‌ها در نوشیدنی افزایش می‌یابد، با این حال بالا رفتن زیاد غلظت صمغ باعث افت مطلوبیت احساس دهانی نوشیدنی می‌شود، که در مجموع نتایج حاصله از این مطالعه، غلظت ۰٫۲۵٪ صمغ کتیرا مناسب تشخیص داده شد. البته در کنار تأثیر خوب صمغ کتیرا بر حفظ توزیع دانه‌ها در نوشیدنی، باعث تیره‌شدن رنگ نوشیدنی گردید که برای رفع آن می‌توان پیشنهاد افزایش غلظت آبمیوه و یا استفاده از آبمیوه‌های با رنگ تیره‌تر مثل آب انگور، آب آلبالو و ... را ارائه نمود.

۵- منابع

- [1] Simon, J.E., Morales, M.R., Phippen, W.B., Vieira, R.F. & Hao, Z. (1999). Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. Perspectives on New Crops and New Uses. Edited by J. Janick. ASHS Press, Alexandria, 499-505.
- [2] Paton, A., Harley, M.R. & Harley, M.M. (1999). The Genus *Ocimum*. In: Basil. Edited by R. Hiltunen & Y. Holm. The Netherlands: Harwood Academic Publishers, 1-38.
- [3] AMIN, G.H. (2005). Medicinal Plants of Iran. Tehran University Publication, Tehran, Iran (in Persian language), 1st Ed., 106.
- [4] Razavi, S.M.A., Bostan, A., & Rezaie, M. (2010). Image processing and physico-mechanical properties of basil seed (*Ocimum*

- probiotic bacteria. *Food Microbiology*, 25(1), 13–21.
- [24] Hasheminya, S.M., Ebrahimzadeh-Mousavi, S.A.M., Ehsani, M.R. & Dehghannya, J. (2013). Production of a fiber-enriched pasteurized and non-pasteurized fermented acidified drink using Gellan. *Journal of Food Bioscience*, 3, 29–35.
- [25] Caleja, C., Barros, L., Antonio, A.L., Ciric, A., Barreira, J.C.M., Sokovic, M., Oliveira, M.B.P.P., Santos-Buelga, C. & Ferreira, I.C.F.R. (2015). Development of a functional dairy food: Exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita L.*). *Journal of Functional Foods*, 16, 114–124.
- [26] Paquet, E., Hussain, R., Bazinet, L., Makhlof, J., Lemieux, S. & Turgeon, S.L. (2014). Effect of processing treatments and storage conditions on stability of fruit juice based beverages enriched with dietary fibers alone and in mixture with Xanthan Gum. *LWT - Food Science and Technology*, 55, 131-138.
- [27] Alqahtani, N.K., Ashton, J., Katopo, L., Haque, E., Jones, O.A.H. & Kasapis, S. (2014). Consistency of UHT beverages enriched with insoluble fiber during storage. *Journal of Bioactive Carbohydrates and Dietary Fiber*, 4, 84–92.
- [28] Cui, S. W., & Roberts, K. T. (2009). *Dietary fiber: Fulfilling the promise of added-value formulations*. Edited by S. Kasapis, I. T. Norton, & J. B. Ubbink. *Modern biopolymer science – Bridging the divide between fundamental treatise and industrial application*. San Diego: Elsevier.
- [29] Dikeman, C., & Fahey, G. C. (2006). Viscosity as related to dietary fiber: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 649–663.
- [30] Razavi, S. M. A., Mortazavi, S. A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S. H., Motamedzadegan, A., & Khanipour, E. (2009). Optimization study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum Basilicum L.*). *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1755-1762.
- [31] Liang, C., Hu, X., Ni, Y., Wu, J., Chen, F. & Liao, X. (2006). Effect of hydrocolloids on pulp sediment, white sediment, turbidity and viscosity of reconstituted carrot juice. *Food Hydrocolloids*, 20, 1190–1197.
- [32] Azarikia, F. & Abbasi, S. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian viscosity of cloudy apple juices. *Food hydrocolloids*, 15, 1-7.
- [15] Wu, J., Du, B., Li, J. & Zhang, H. (2014). Influence of homogenization and the degradation of stabilizer on the stability of acidified milk drinks stabilized by Carboxymethyl cellulose. *LWT - Food Science and Technology*, 56, 370-376.
- [16] Hong, Y., Zi-jun, W., Jian, X., Ying-jie, D. & Fang, M. (2012). Development of the dietary fiber functional food and studies on its toxicological and physiologic properties. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 50, 3367–3374.
- [17] Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M. & Molavi, H. (2013). Evaluation effect of enriched with Oat Beta-glucan on the physical properties of sponge cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 9(3), 253-259, (In Persian).
- [18] Hajmohammadi, A., Keramat, J., Hojjatoleslami, M. & Molavi, H. (2014). Evaluation effect of Tragacanth Gum on quality properties of sponge cake. *Journal of Food Science and Technology (Tarbiat Modarres University of Tehran, Iran)*, 11(42), 1-8, (In Persian).
- [19] Pentikäinen, S., Karhunen, L., Flander, L., Katina, K., Meynier, A., Aymard, P., Vinoy, S. & Poutanen, K. (2014). Enrichment of biscuits and juice with oat B-glucan enhances postprandial satiety. *Appetite*, 75, 150–156.
- [20] Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*, 80(2), 410–417.
- [21] Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C. M., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., et al. (2010). Effect of tiger nut fiber on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*, 85(1), 70–76.
- [22] Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Rashedi, H.R. & Rahmatzadeh, B. (2013). Effect of β -glucan and Carboxymethyl cellulose on sensory and physical properties of processed shrimp nuggets. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(3), 65-72, (In Persian).
- [23] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing

- [36] Anjaneyalu, Y.V. & Channe Gowda, D. (1979). Structural studies of an acidic polysaccharide from *Ocimum Basilicum* seeds. *Carbohydrate Research*, 75, 251–256.
- [37] Keshtkaran, M., Mohammadifar, M.A., Asadi, G.H., AziziNejad, R., & Balaghi, S. (2013). Effect of Gum Tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. *Journal of Dairy Science*, 96, 4794–4803.
- [38] Arancibia, C., Costell, E., & Bayarri, B. (2011). Fat replacers in low-fat Carboxymethyl cellulose dairy beverages: Color, rheology, and consumer perception. *Journal of Dairy Science*, 94, 2245–2258.
- yoghurt drink) by Gum Tragacanth. *Journal of Food Hydrocolloids*, 24, 358–363.
- [33] Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santanina Santiago, J., Lemmens, L., Panozzo, A., Grauwet, T., Hendrickx, M. & Loey, A.V. 2015. Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food Chemistry*, 171, 330–340.
- [34] Yamasaki, M., Yasui, T., & Arima, K. (1964). Pecticenzymes in the clarification of apple juice. *Agronomical and Biological Chemistry*, 28, 779-787.
- [35] Anjaneyalu, Y.V. & Tharanathan, R.N. (1972). Polysaccharides from the seed mucilage of *Ocimum Basilicum L.* *Current Science*, 41, 214.

Evaluation effect of Gum Tragacanth and Carboxymethyl cellulose on stability of beverage containing basil seed

Hajmohammadi, A. ¹, Pirouzifard, M. Kh. ^{2*}, Shahedi, M. ³, Alizadeh, M. ⁴

1. Ph.D of Food Science & Technology, Urmia University, Urmia, Iran.

2. Associate Professor of Food Science & Technology, Urmia University, Urmia, Iran.

3. Professor of Food Science & Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

4. Associate Professor of Food Science & Technology, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: 2016/01/23 Accepted: 2016/05/08)

Juices are kinds of popular beverages in world but are poor in term of fiber content. Generation of food products which contains relatively high amount of dietary fiber, due to its healthy properties, remains a challenge because of negative effects of dietary fiber on appearance and stability of these products. In this study, stability of fruit based beverages containing different percent of basil seeds, as a dietary fiber source, was evaluated. Gum Tragacanth (GT) and Carboxymethyl cellulose (CMC) was used for stabilized seeds. Then change in stability of beverages during time was evaluated by measuring of zeta potential, rheological properties, height percent of seeds and color changes. Results showed that GT was more effective than CMC for preventing sedimentation of seeds, although zeta potential of CMC was higher and consistency index of both hydrocolloid was similar. However existence of GT in samples caused to darkening of the color samples but CMC had not effect on color.

Key words: Fruit based beverage, Basil seed, Hydrocolloid, Zeta potential, Color.

* Corresponding Author E-Mail Address: k.pirouzifard@yahoo.com