

تأثیر پکتین در پایداری سازی شربت خاکشیر

شیما ظهوریان پردل^۱، اکرم آریان فر^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
^۲ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

چکیده

خاکشیر با نام علمی (*Descurainia sophia*) گیاهی یکساله یا دوساله از تیره شب‌بویمان است. عمدتاً مصرف شربت خاکشیر در فصل تابستان در کشور ایران رایج است. این نوشیدنی علیرغم دارا بودن ویژگی‌های بسیار مفید و اثرات تغذیه‌ای و غذا-دارویی بالا، اغلب به جهت عدم تولید صنعتی تاکنون چندان مورد توجه صنعت نبوده است و به نظر می‌رسد یکی از مشکلات عمده در این راستا، ناپایداری شربت خاکشیر پس از تولید می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر صمغ پکتین بر پایداری شربت خاکشیر می‌باشد. برای این منظور خصوصیات فیزیکی (پایداری)، رئولوژیکی و حسی نوشیدنی مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های رفتار جریان با مدل رئولوژیکی قانون توان و هرشل بالکلی برازش داده شدند. تمامی نمونه‌های شربت رفتار شبه پلاستیکی داشتند و افزودن صمغ باعث افزایش ضریب قوام شد. نمونه‌های حاوی ۰/۵٪ پکتین کاملاً پایدار بوده و دوفاز نشدند. پارامترهای رنگی با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین امتیاز طعم و پذیرش کلی مربوط به نمونه حاوی ۰/۵٪ پکتین بود.

واژه‌های کلیدی: دانه خاکشیر، پایداری، پکتین، خصوصیات رئولوژیکی

۱- مقدمه

خاکشیر با نام علمی (*Descurainia sophia*) گیاهی یکساله یا دوساله از تیره شب‌بویمان است. خاکشیر در دشت و کوهستان می‌روید و بلندی ساقه آن تا یک متر نیز می‌رسد. پائین گیاه کرک دارست در حالیکه بالای آن بدون کرک می‌باشد. تخم این گیاه که همان خاکشیر است ریز و کمی دراز و معمولاً به دو رنگ وجود دارد یکی از آنها قرمز که دارای طعم کمی تلخ است و دیگری برنگ قرمز تیره می‌باشد. (۱)

گیاه خاکشیر گیاهی است علفی و بوته ای که یک ساله یا دو ساله می‌باشد. ارتفاع آن گاهی به یک متر می‌رسد و اصولاً از قسمت های بالای ساقه منشعب می‌شود. برگ ها دارای بریدگی های زیاد بوده و گاهی نخ مانند شده است. میوه ها به صورت خورجین باریک به طول تا ۵/۳ سانتیمتر به صورت تقریباً عمودی بر روی انتهای ساقه قرار می‌گیرند. گل ها کوچک و به رنگ زرد روشن است. دانه ها بسیار ریز و به رنگ تقریباً نارنجی و یا مایل به قهوه ای و بیضی شکل هستند که در یک ردیف داخل خورجین قرار گرفته اند. دانه های خاکشیر که قسمت مورد استفاده دارویی گیاه می‌باشند را پس از رسیدن کامل میوه و در مرداد و شهریور ماه جمع آوری می‌کنند. گیاه خاکشیر در اکثر نقاط ایران رویش دارد. خاکشیر بومی اروپا و نواحی معتدل و قاره آسیا، از جمله ایران، عراق، پاکستان، افغانستان، چین، هند و شمال آفریقا مانند مصر، مراکش و الجزیره می‌باشد. (۱۰)

مهم ترین ترکیبات دانه خاکشیر شامل گلوکز اینولات ها بوده که شامل آلایل ایزوتیوسیانات، بوتیل ایزوتیوسیانات، سیانو ۳ و ۴- اپی تیو بوتان، ۵- متیل تیوپنتانیریل، ۳- فیل پروپیونیریل، ۴- متیل تیوبوتیل ایزوتیوسیانات و ۲- فیل اتیل ایزوتیوسیانات می‌باشند. ترکیبات دیگر شامل اسیدهای چرب پالمیتیک، لینولنیک، اولئیک و استئاریک می‌باشند. املاح موجود در دانه شامل گوگرد، کلر، فسفر، آهن، پتاسیم، کلسیم، سدیم و منیزیم می‌باشند. دانه همچنین حاوی پروتئین، صمغ، موسیلاژ است. (۱۴)

خاکشیر از قدیم به عنوان اشتها آور، مقوی معده، ضد تب، ملین و در مشکلات سوء هاضمه مورد استفاده بوده است.

تاثیر برخی هیدروکلویدها را بر پایداری فیزیکی، ویژگیهای رئولوژیکی وحسی مخلوط شیر- آب پرتقال را بررسی کردند. دوفاز شدن یکی از مشکلات عمده در مخلوط شیر- آب میوه

های اسیدی است که به دلیل pH پایین و رسوب پروتئین های کازئینی اتفاق می‌افتد. (۱)

در بررسی دیگر پایداری سازی شربت خاکشیر با استفاده از هیدروکلویدهای بومی (۱) صورت گرفته است.

در ارزیابی ویژگی همیاری بین پکتین و کربوکسی متیل سلولز در نوشیدنی شیر - آب تمشک که صورت گرفته است، استفاده از صمغ ها جهت ایجاد پایداری در نوشیدنی شیر - آب تمشک امری ضروری می‌باشد. (۳)

در بررسی دیگری که بر روی خصوصیات کیفی، تغذیه ای و پایداری انباری نوشیدنی عملکردی مخلوط پاپایا و ژل آلوه ورا انجام شده است که سعی شده است خصوصیات نوشیدنی پاپایا را بهبود ببخشند. (۲۳)

در یک پژوهش عوامل موثر در شرایط رئولوژیکی و امولسیون کنندگی صمغ عربی در امولسیونهای نوشیدنی بررسی شد. (۱۴)

پایداری و دینامیک ویژگیهای رئولوژیکی برش و پایداری بدون تجمع ذرات و با تجمع در امولسیونهای ابری نوشیدنی را بررسی کردند. (۱۳)

در پژوهشی دیگر امکان بهبود کیفیت نوشیدنیهای میوه ای با استفاده از هموزنیاسیون و اضافه کردن پکتین صورت گرفته است. (۲۲)

بررسی سنجش پایداری امولسیون ابری نوشیدنی فرموله شده با امولسیفایرهای صمغ عربی و نشاسته اصلاح شده صورت گرفته است. به طور کلی صمغ عربی اصلاح شده در اندازه ی پیشنهادی باعث افزایش پایداری نمونه ها شد و پایداری بهتر و بالاتری نسبت به نشاسته اصلاح شده ایجاد کرد. (۱۷)

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

شکر و خاکشیر از یکی از عطاری های مشهد تهیه شد. پکتین (Merck با درجه متوکسیل بالا) بصورت هیدراته استفاده شد.

۲-۲- روش تولید

در ۲۰۰ میلی لیتر شربت تهیه شده میزان ۱۰۰ میلی لیتر از محلول پکتین هیدراته را با ۶ گرم خاکشیر شسته شده وخیسانده شده مخلوط کرده سپس ۲۰ گرم شکر پس از اضافه کردن اسید بر روی هات پلیت با همزن مغناطیسی با دور بالا در حمام آب قرار

امولسیون استفاده می شود و افزایش آن نشان دهنده افزایش گرانی و جاذبه بین قطرات است.

با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها، ضریب قوام به دلیل افزایش ضریب اتصال آب هیدروکلوئید، افزایش گرانی، کاهش تحریک مولکولی ها، تشکیل فیلم های بین سطحی و احتمالاً به هم پیوستگی نقصانی افزایش پیدا کرد.

دو فاکتور در تعیین خواص پکتینها و مخصوصاً تشکیل ژل بسیار مهم است که شامل طول زنجیر پکتیکی و درجه ی استریفیکاسیون پکتین است. پکتین به علت توانایی زیاد در تشکیل ژل در محیط اسیدی - قندی آن ها به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد. مولکولهای پکتین به صورت مارپیچی بوده و پیوندهای هیدروژنی کم تری از پلیمرهای خطی نظیر سلولز را دارا هستند پکتین با درجه ی متوکسیل بالا رایج ترین صمغ هیدروکلوئید مورد استفاده جهت جلوگیری از جدا شدن آب پنیر در نوشیدنی های شیر اسیدی شده می باشد (۳).

۲-۵- پایداری

برای اندازه گیری میزان جداسازی فازی نوشیدنی و در نتیجه پایداری محصول، مقدار ۲۰ گرم از هر یک از نمونه ها را در لوله های پلاستیکی درب دار مدرج ریخته و در شرایط ثابت و در ۴ درجه سانتی گراد نگهداری می کنیم. میزان دو فاز شدن نمونه ها با جداسازی فاز شفاف بالایی به وسیله پیت پاستور و توزین آن و بیان آن بر اساس درصدی از وزن کل نمونه انجام گرفت. نمونه ها به مدت ۴ هفته در دمای یخچال نگهداری و مورد آزمون قرار گرفتند.

۲-۶- ارزیابی آزمون حسی

برای انجام آزمون حسی شربت خاکشیر، ابتدا ۷ نفر از دانشجویان پژوهشکده صنایع غذایی خراسان رضوی انتخاب شدند. به این ترتیب که دوازده نمونه به همراه آب و یک فرم امتیاز دهی به آنها داده شد. هر داور نمونه را به صورت انفرادی ارزیابی کرد. به این ترتیب ۵ فاکتور شربت خاکشیر شامل رنگ، طعم، بافت، حس دهانی، پذیرش کلی مورد ارزیابی حسی قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های رئولوژیکی (رفتار جریان) شربت خاکشیر

داده تا به دمای ۸۰ درجه سانتیگراد رسیده و در این دما برای ۱ دقیقه پاستوریزه شود. سپس شیشه ها به صورت داغ پر شده و در دمای اتاق نگهداری تا سرد شوند. نمونه ها به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در یخچال نگهداری شدند و در دمای ۴ درجه سانتیگراد آزمایش شدند.

جدول ۱- شماره ی نمونه ها بر اساس غلظت صمغ

شماره نمونه	میزان پکتین %
۱	۰/۵
۲	۰/۳
۳	۰

۲-۳- مدل سازی خواص رئولوژیکی

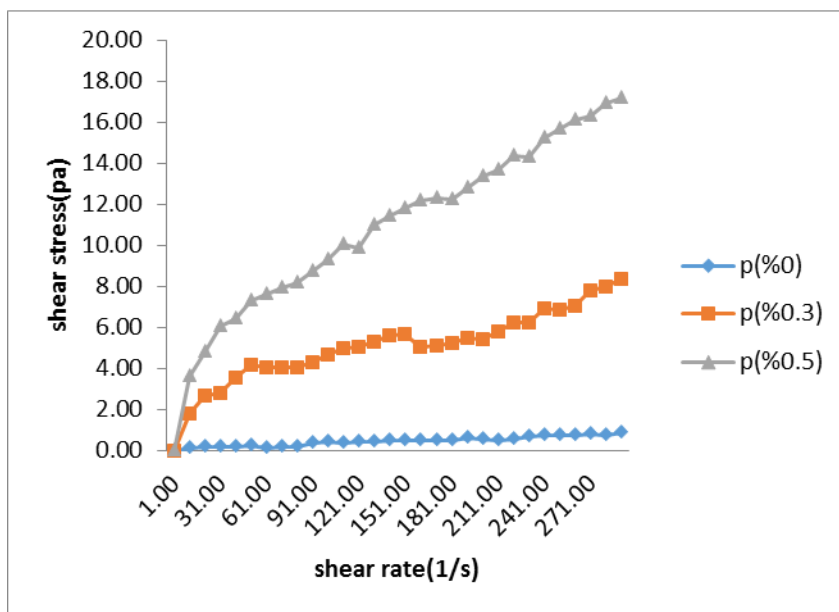
جهت اندازه گیری ویژگی های رئولوژیکی امولسیون های غلیظ از گرانی و سنج چرخشی تک دوک بروکفیلد استفاده گردید. آزمایش ها با استفاده از محفظه سنجش ULAdapter، اسپیندل SC18 و ULTRA DV-III مدل RV، در دمای ۴ درجه سانتیگراد، و سرعت برشی ۱-۲۹۱ S/1، برای محلولهای صمغ و نمونه های امولسیون غلیظ صورت پذیرفت. جهت تعیین مدل مناسب، ضریب تبیین (R2) مدل های مختلف برازش یافته بر داده ها مورد بررسی قرار گرفت. ضریب R2 بین صفر و یک است. هرچه ضریب تبیین بزرگتر باشد، همبستگی بین مقادیر پیش بینی شده توسط مدل و مقادیر عددی حاصل از آزمایش بیشتر است. با این حال چنانچه ضریب تبیین کمتر از ۰/۸۵ باشد، مدل مورد بررسی از قابلیت اطمینان لازم برای توصیف داده های آزمایش برخوردار نخواهد بود. به منظور مدل سازی رفتار جریان نمونه های امولسیون با توجه به ماهیت غیر نیوتنی آنها (کاهش گرانی با افزایش درجه برش) از مدل قانون توان و هر شل - بالکلی استفاده شد.

۲-۴- ویسکوزیته

ضریب قوام (K)، شاخص رفتار جریان (n) و ضریب تبیین (R2)، امولسیون غلیظ از طریق برازش مدل هرشل بالکلی برای داده های تنش برشی در برابر سرعت برشی در کلیه غلظت ها مورد مطالعه پکتین و ژل الوئه ورا در دمای ۴ درجه در جدول نشان داده شده است. از ضریب قوام (k) جهت ارزیابی گرانی و

های کلوییدی تحت تاثیر نوع و غلظت، در جدول ۲ نشان داده شده است. ضریب تبیین R² در اکثر موارد ۰/۹۸ بوده که نشان دهنده مناسب بودن مدل هرشل بالکلی برای رفتار جریان هیدروکلویید ها می باشد.

ضریب قوام و شاخص رفتار جریان نمونه های شربت خاکشیر حاوی صمغ پکتین از برازش مدل قانون توان و هرشل بالکلی برای داده های تنش برشی در برابر سرعت برش در دمای ۴ درجه سانتیگراد بدست آمد. پارامترهای حاصل از برازش مدل توان و هرشل بالکلی بر داده های تنش برشی - درجه برش در محلول



شکل ۱- تنش برش بر اساس درجه برش (رفتار جریان) نمونه های شربت خاکشیر

جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش مدل هرشل بالکلی و توان

شماره نمونه	مدل هرشل بالکلی			مدل توان		
	τ_0	K	N	R ²	K	N
۱	۱/۷۶	۰/۶۷۵	۰/۵۸	۰/۹۹۵۷۸۱	۱/۲۳	۰/۴۹
۲	-۰/۳۴۰۱۸۵	۰/۷۹۵۲۵۹	۰/۳۹۸۴۹۲	۰/۹۳۰۷۵۹	۰/۶۳۲۰۴۲	۰/۴۳۱۷۷۶
۳	۰/۱۵۶	۰/۱۲۷	۰/۸۰۲	۰/۹۸۲۱۳۶	۰/۰۳۸	۰/۶۲۶

تنش تسلیم: منظور از تنش تسلیم حداقل تنش برشی لازم برای شروع جریان می باشد. با توجه به مدل هرشل - بالکی با افزایش غلظت صمغ میزان تنش تسلیم نیز افزایش یافت. در برخی نمونه ها مشاهده شد که به علت تداخل دانه های خاکشیر با اسپیندل می باشد و برخی نمونه ها رفتار پلاستیک هرشل بالکی داشتند.

۳-۳- ویسکوزیته

با افزایش غلظت صمغ پکتین ضریب قوام افزایش می یابد. بالاترین ضریب قوام مربوط به نمونه هایی است که میزان

۳-۲- شاخص رفتار جریان

شاخص رفتار جریان در کلیه غلظت های مورد مطالعه در دمای ۴ درجه کمتر از یک بود که نشان دهنده ی رفتار غیر نیوتنی آن ها می باشد. با افزایش غلظت پکتین اندیس جریان کاهش پیدا می کند.

با افزایش غلظت صمغ میزان ضریب قوام افزایش می یابد. ضمناً با افزایش سرعت برش نیز گرانیروی در کلیه کاهش نشان داد که مؤید رفتار شبه پلاستیک آنها می باشد. با افزایش درصد صمغ ها رفتار سودوپلاستیک تشدید شده است.

از گذشت دوهفته مقدار ۱۰٪ خاکشیر از سر لوله ته نشین شد، که این مقدار بعد یک ماه ۱۵٪ شد.

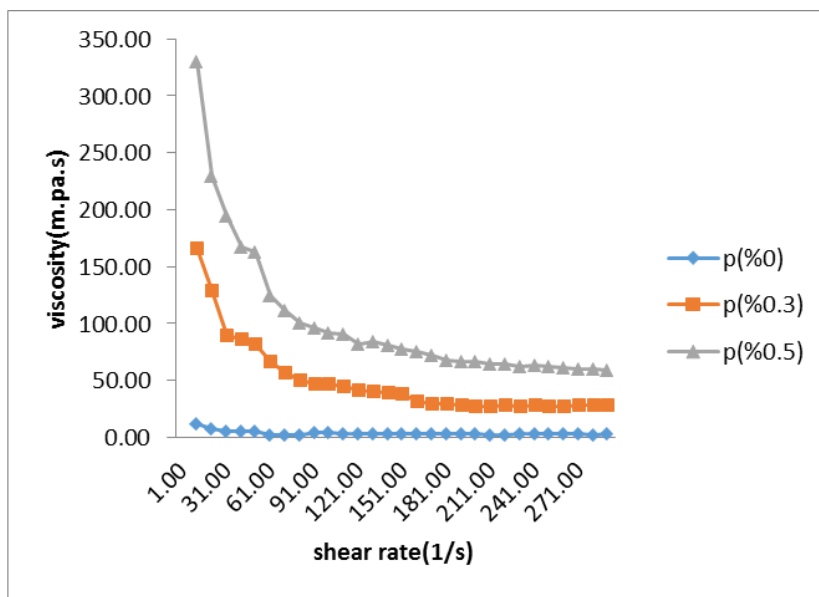
پکتین آن ها ۰٫۵٪ بود و کمترین ضریب قوام به نمونه شاهد تعلق گرفت.

۳-۴- پایداری

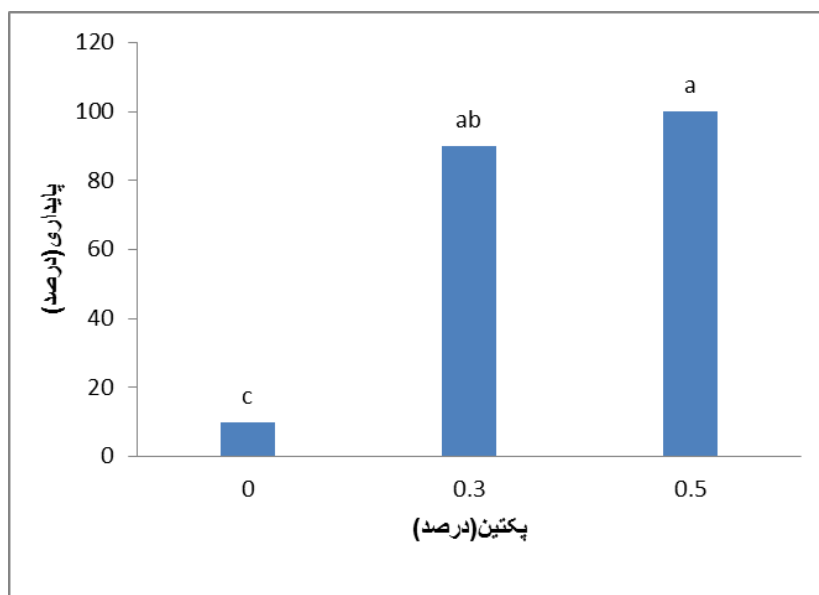
پایداری بیشتر مربوط به صمغ پکتین می باشد. حداقل میزان پکتین برای پایداری طولانی مدت میزان ۰٫۵٪ بود و وقتی در نمونه های شاهد و بدون پکتین که نمونه هایی ناپایدار بودند که افزایش پایداری در اثر افزایش غلظت به دلیل افزایش ویسکوزیته و کاهش اندازه ذرات می باشد. در نمونه های حاوی ۰٫۳٪ پکتین بعد

۳-۵- ارزیابی حسی

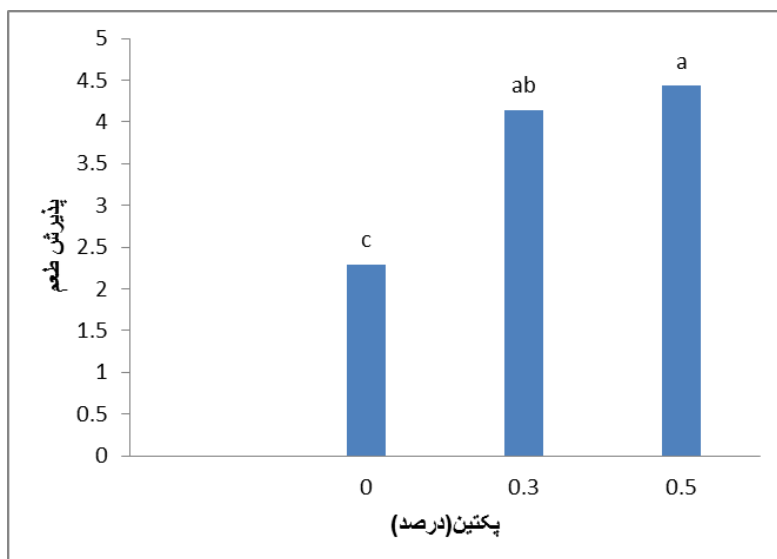
پکتین اثر معنی داری بر روی طعم ندارد (۹) از نظر طعم همانطور که ارزیابان ارزیابی کردند ، نمونه ۲ بالاترین امتیاز را کسب کردند.



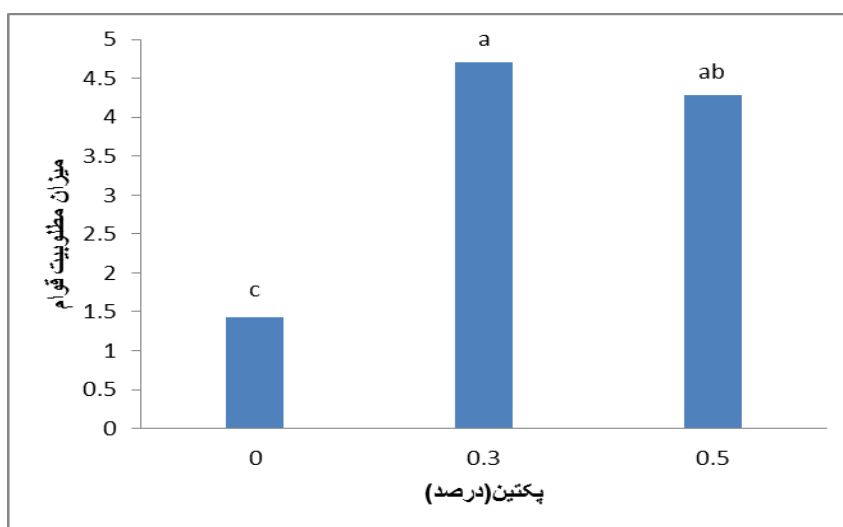
شکل ۲- ویسکوزیته بر اساس درجه برش نمونه های شربت خاکشیر



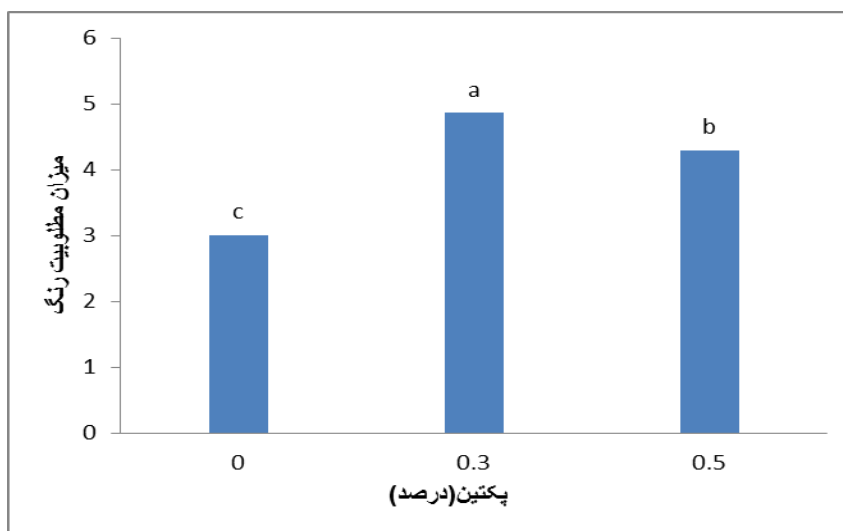
شکل ۳- تأثیر پکتین در پایداری نمونه های شربت خاکشیر



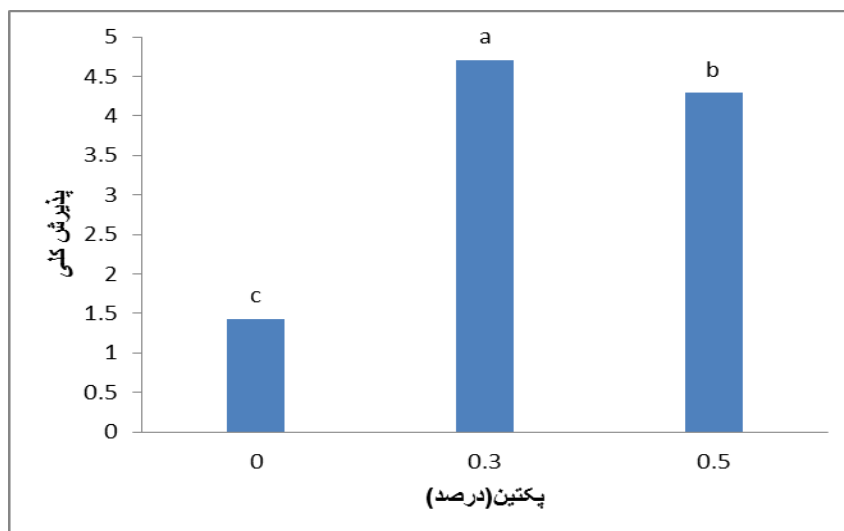
شکل ۴- تاثیر پکتین در طعم نمونه های شربت خاکشیر



شکل ۵- تاثیر پکتین در قوام نمونه های شربت خاکشیر



شکل ۶- تاثیر پکتین در میزان مطلوبیت رنگ نمونه های شربت خاکشیر



شکل ۷- تاثیر پکتین و آلوه ورا در پذیرش کلی نمونه های شربت خاکشیر

مشاهده شد. کمترین امتیاز رنگ و ظاهر به نمونه های ناپایدار تعلق گرفت که بعلت جدا شدن و ته نشینی دانه های خاکشیر بود. از این رو این سامانه با میزان ۰/۵٪ پکتین به عنوان محصولی نو و قابل قبول توسط بسیاری از مصرف کنندگان ارزیابی شد و با توجه به مطالب گفته شده، اگرچه تاکنون شربت خاکشیر به عنوان یک نوع نوشیدنی سنتی با اثرات دارویی و تغذیه ای مطلوب مورد توجه بوده و طرز تهیه و مصرف آن کاملاً در مقیاس سنتی و خانگی باقی مانده است، ولی به نظر می رسد که با توجه به یافته های بررسی حاضر، ضمن ارزیابی تأثیر عوامل ذکر شده در پایدارسازی، امکان تولید چنین فرآورده سنتی در بعد صنعتی نیز نکته ای در خور تامل است و به این ترتیب می توان نوعی شربت سنتی را به صنعت غذا برای بررسی امکان تولید آن در مقیاس وسیع معرفی کرد البته لازم به ذکر است که این پژوهش فقط نخستین گام در این زمینه بوده و برای تولید صنعتی حتماً نیاز به بررسی های بیشتر از منظرهای مختلف می باشد.

۵- منابع

۱. عباسی، س، بهبهانی، م.س، ۱۳۹۱، پایدارسازی شربت خاکشیر با استفاده از هیدروکلوئید های بومی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۳۸-۳۱.

قوام و ویسکوزیته ارتباط مستقیم با میزان غلظت صمغ داشت و کمترین قوام مربوط به نمونه شاهد (نمونه ی شماره ۳) بود. صمغ پکتین هیچ تأثیر منفی ای روی رنگ نمونه ها نداشت و حتی از نظر ارزیابان ظاهر شربت و رنگ نمونه های پایدار شده مطلوبیت بیشتری داشتند.

از نظر پذیرش کلی کمترین امتیازها به شاهد و نمونه ی شماره ۳ اختصاص داشت.

در نهایت میتوان نتیجه گرفت که از نظر اکثر ویژگی های حسی نمونه های حاوی پکتین ۰/۵٪ امتیازات خوبی کسب کردند و می توانند به عنوان نمونه های خوب معرفی گردند.

نتایج آزمون چشایی نیز نشان داد میانگین امتیازات سامانه های پایدار شده توسط بخش های مختلف صمغ های فارسی و کتیرا تفاوت چندانی با نمونه ی شاهد شربت خاکشیر بدون صمغ نداشت، حتی در بعضی موارد مصرف کنندگان آن ها را مطلوب تر ارزیابی کردند. (۱)

نمونه ها به دلیل عمل پاستوریزاسیون و hot filling بعد دو هفته نگهداری بدون باز شدن درب دوباره مورد ارزیابی قرار گرفتند نتایج تغییری نکرده بود.

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده نمونه های شربت خاکشیر پایدار شده جزء سیالات غیر نیوتنی سودوپلاستیک طبقه بندی میشوند. با در میزان کم پکتین با وجود افزایش پایداری دوفاز شدن

11- MirHeydar H. Herbal Sciences, Volume 2, Office of Islamic Culture Publication Press; 1994; p. 535 [in Persian].

12- Andrew P Breksa III, Marlene B Hidalgo and Rosalind Y Wong. 2008. Stability of limonin glucoside in beverage matrices. Journal of the Science of Food and Agriculture J Sci Food Agric 88:2194–2200 (2008)

13- Taherian. A. R. & Patrick Fustier & Michel Britten & Hosahalli S. Ramaswamy. Rheology and Stability of Beverage Emulsions in the Presence and Absence of Weighting Agents: A Review. Food Biophysics (2008) 3:279–286

14- R.A. Buffoa, G.A. Reinecciusa, G.W. Oehler. Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsions. Food Hydrocolloids 15 (2001) 53±66

15- YoungSun Kong, Alex Nikolov, and Darsh Wasan. 2006. Ring Formation and Emulsion Texture and Stability in a Food-Beverage System Journal of Dispersion Science and Technology, 27:579–585.

16- Ali R. Taherian, Patrick Fustier, and Hosahalli S. Ramaswamy. 2008. STEADY AND DYNAMIC SHEAR RHEOLOGICAL PROPERTIES, AND STABILITY OF NON-FLOCCULATED AND FLOCCULATED BEVERAGE CLOUD EMULSIONS. International Journal of Food Properties, 11: 24–43

17- S.J. Reiner, G.A. Reineccius, and T.L. Peppard. A Comparison of the Stability of Beverage Cloud Emulsions Formulated with Different Gum Acacia- and Starch-Based Emulsifiers. Journal of Food Science Vol. 75, Nr. 5, 2010

18- K.D.P.P. Gunathilake, H.P. Vasantha Rupasinghe, Nancy L. Pitt. 2013. Formulation and characterization of a bioactive-enriched fruit beverage designed for cardio-protection Food Research International 52 (2013) 535–541.

19- Frank Will*, Manuela Roth, Melanie Olk, Michael Ludwig, Helmut Dietrich. 2008. Processing and analytical characterization of pulp-enriched cloudy apple juices LWT - Food Science and Technology 41 (2008) 2057e206.

20- R. L. Bhardwaj . S. Mukherjee. 2011. Effects of fruit juice blending ratios on kinnow juice preservation at ambient storage condition. African Journal of Food Science Vol. 5(5), pp. 281 – 286

21- Dr Ali Nasirpour- Food Hydrocolloids. 1391 Food formulation course, PhD Course,

22- S. Neidhart, M. Reiter, M. Mensah-Wilson, G. Stemmer, C. Braig, S. Sevinç, R. Carl. International Symposium Sustaining Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia- Challenges for the 21st Century .January 8-11, 2002 at Chiang Mai, Thailand

۲. بهشتی، پ، صفاپور، س، جعفری، س، م، استخراج صمغ انگوم و بررسی رفتار رئولوژیکی آن در امولسیون د-لیمونین در مقایسه با صمغ عربی. ۱۳۹۱. باشگاه پژوهشگران جوان، پارس آباد مغان.

۳. عابدی و لـوکلابی، س ف، محمدی ثانی، ع، گاراژیان، ح، عطای صالحی، ا، ۱۳۹۰، ارزیابی ویژگی همیاری بین پکتین و کربوکسی متیل سلولز در نوشیدنی شیر - آب تمشک، مجله ی علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی / سال سوم / شماره ی اول

۴. محمدی، س، عباسی، س، حمیدی، ز، ۱۳۸۹، تأثیر برخی هیدروکلوئیدها بر پایداری فیزیکی، ویژگی های رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر- آب پرتقال، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال پنجم، شماره ۴،

۵. زرگران، ع، محمدی فر، ما، بلاغی، س، ۱۳۸۷، مقایسه برخی ترکیبات شیمیایی و ویژگی های رئولوژیک صمغ کتیرای ایرانی تراویده A. floccosus و A. rahensis از دو گونه گون، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال سوم، شماره ۴، صفحات ۹-۱۷

۶. رحیمی، س، عباسی، س، ۱۳۹۳، تعیین برخی ویژگی یهای فیزیکوشیمیایی و ژلشوندگی صمغ فارسی، فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، سال اول، شماره ۴.

۷. صالحی، م، ح، خواص دارویی خاکشیر، ۱۳۹۰، نشریه ی دنیای تغذیه، شماره ۹۹.

۸. نیک نیا، س، رضوی، س، م، ع، کوچکی، آ. ۱۳۸۸. کاربرد هیدروکلوئیدهای بومی بعنوان پایدارکننده در فرمولاسیون سس مایونز و بررسی خصوصیات فیزیکی، حسی و رئولوژیکی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۹. رزمخواه شریانی، س. رضوی س. م. ع.، مظاهری تهرانی، م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه های مرو. و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.

10- AbdulAziz, NAJ. 2011. Phytochemical and biological studie of Sisymbriumirio L. growing in Saudi Arabia. J Saudi Chem Soc 2011; 4:26–31.

23- Pushkala Ramachandran and Srividya Nagarajan.2014. Quality Characteristics, Nutraceutical Profile and Storage Stability of Aloe Gel-Papaya Functional Beverage Blend Food Science, Technology and Nutrition Division, Department of Home Science, Sri Sathya Sai Institute of Higher Learning, Anantapur, Andhra Pradesh 515001, India