نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۴/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۴

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی و فیزیکی‌شیمیایی فرمولاسیون جدید آب میوه حاصل از ترکیب آلبالو و انگور قرمز غنی شده با فیبر رژیمی اینولین به عنوان محصولی پری‌بیوتیک

مریم خاکباز حشمتی[1*] و حامد خوشقدم[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۲۹

[1] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[2] کارشناس کنترل کیفیت شرکت کشت و صنعت تکدانه، مرند

[*] مسئول مکاتبه: Email: m.khakbazheshmati@tabrizu.ac.ir

چکیده

به‌دلیل خواص تغذیه‌ای مطلوب و نیز ذائقه پسندی آب‌میوه‌های انگور قرمز و آلبالو، همچنین جهت رسیدن به فرمولاسیونی بهینه در راستای تولید آب‌میوه‌ای جدید غنی شده با فیبر رژیمی اینولین، در این پژوهش از ترکیب این دو آب‌میوه و اینولین استفاده گردید. ابتدا ۱۶ نمونه آب‌میوه با مقادیر مختلف کنسانتره انگور قرمز (۱۸۵-۲۰۷ گرم)، آلبالو (۵۵-۳۵ گرم) و اینولین (۱۲-۸ گرم) بر اساس طرح مخلوط تهیه شد. سپس خصوصیات رئولوژیکی (ویسکوزیته ظاهری) و فیزیکوشیمیایی (اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون، کدورت، فرمالین، رنگ و pH) آب‌میوه‌ی ترکیبی انگور قرمز - آلبالو حاوی اینولین بررسی شد. نتایج نشان داد که تغییر متغیرهای آب‌آلبالو، انگور قرمز و اینولین تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس نمونه‌های آب‌میوه‌ی ترکیبی نداشته و بریکس نمونه‌ها در همان میزان مورد نظر (بریکس ۱۶) باقی مانده است، در حالی که با افزایش مقدار آب‌آلبالو، pH نمونه‌ها کاهش و اسیدیته‌ی آنها افزایش یافت. در عین حال با افزایش آب‌انگور قرمز، جذب (رنگ) نمونه‌ها افزایش نشان داده در حالی که با افزایش اینولین، کدورت نمونه‌ها افزایش یافت. از سوی دیگر مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی عدد فرمالین آب‌میوه‌ی ترکیبی در محدوده‌ی استاندارد برآورد شد. بر اساس نتایج بهینه‌سازی، بهترین تیمار جهت رسیدن به بریکس برابر ۱۶، pH، اسیدیته و فرمالین در محدوده‌ی اندازه‌گیری شده، کمینه کدورت و بیشینه‌ی رنگ: فرمولاسیون حاوی ۱۸۵ گرم کنسانتره انگور قرمز، ۵۵ گرم کنسانتره آلبالو و مقدار ۱۰/۳ گرم اینولین می‌باشد. با توجه به مقایسه نتایج فرمولاسیون بهینه با فرمولاسیون کنترل، می‌توان دریافت که با افزودن اینولین به نمونه‌ها، علاوه بر افزایش میزان مطلوبیت فرمولاسیون، بر ارزش تغذیه‌ای آب‌میوه‌ی ترکیبی حاصل نیز افزوده می‌شود که این نشان دهنده‌ی رسیدن به هدف مورد نظر از تولید این آب‌میوه‌ی ترکیبی است.

واژگان کلیدی: آب‌میوه، آلبالو، انگور قرمز، اینولین، رئولوژی، ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل دارا بودن ریز مغذی‌های مهمی نظیر ویتامین‌ها و مواد معدنی، نقش مهمی در متعادل ساختن رژیم غذایی انسان و کاهش ریسک ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت ایفا می‌کنند. با توجه به این که آب میوه‌ی طبیعی یکی از بهترین جایگزین‌ها برای نوشابه‌های گازدار رایج بوده و از نظر بهداشتی و ارزش غذایی نیز بالاتر از نوشابه‌ی گازدار می‌باشد، تقاضا جهت مصرف آب میوه طبیعی افزایش یافته به طوری که به منظور پاسخ به تقاضای مردم، فرآوری میوه‌ها به صورت صنعتی در آمده است (کربونل کاپلا ۲۰۱۷). صنعت آب میوه در هر کشوری از صنایع اساسی آن کشور در زمینه‌ی صنایع غذایی به شمار می‌رود و در کشور ما نیز این مسئله حکم فرماست (مقصودلو و قربانی ۱۳۸۳). آب انگور یکی از محصولات انگور است که منبع مهمی از فیتوکمیکال‌هایی از قبیل آنتوسیانین‌ها می‌باشد. در منابع، آنتوسیانین موجود در آب انگور ویژگی‌های ضد میکروبی (ووآ و همکاران ۲۰۱٤)، اثرات ضد سرطانی و ضد التهابی در شرایط آزمایشگاهی نشان داده است و همچنین قادر به جلوگیری از حوادث سلولی مستعد کننده آترواسکلروز و بیماری عروق کرونر قلب می‌باشد (کاپان اوغلو و همکاران ۲۰۱۳). از سوی دیگر، انگور به خصوص انگور قرمز دارای اثر فوق العاده‌ای در تقویت حافظه بوده و حتی در کنترل بیماری آلزایمر نیز مؤثر گزارش شده است (امامی و همکاران ۱۳۸۹).

آلبالو یکی از میوه‌های مناطق معتدله بوده و منبع بسیار خوبی از آنتی اکسیدان، آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و ملاتونین می‌باشد (زوریک و همکاران ۲۰۱۷). خواص تغذیه‌ای آلبالو برای سلامتی انسان و جلوگیری از بسیاری از بیماری‌ها نظیر دیابت و انواع سرطان‌ها مفید است (گرف و شوستر ۲۰۱٤). اکثر آلبالوی تولیدی کشور فرآوری شده و فقط مقدار کمی از آن به صورت تازه مصرف می‌شود (نجف زاده و همکاران ۱۳۹۳).

فیبرهای رژیمی گروهی از ترکیبات شامل مخلوطی از پلیمر کربوهیدرات‌های گیاهی، الیگوساکاریدها و پلی ساکاریدها نظیر سلولز، همی سلولز، پکتین، صمغ‌ها، نشاسته‌ی مقاوم و اینولین می‌باشند که ممکن است با لیگنین و یا دیگر ترکیبات غیر قندی مرتبط باشند (الوچ و همکاران ۲۰۱۱). فیبرهای رژیمی به دلیل طبیعت فیبرهای محلول و نامحلول خود، طیفی از خواص تکنولوژیکی مانند نگهداری آب، ژله ای شدن و ایجاد ساختار (بافت) را در محصولات ایجاد می‌کنند، از این رو به عنوان جایگزین چربی نیز می‌توانند استفاده شوند (اوشئا و همکاران ۲۰۱۲). دریافت فیبر رژیمی بالا، درمان و توقف بیماری‌های زیادی از جمله سرطان روده، بیماری‌های قلبی و عروقی، معدی–روده ای، دیابت و چاقی را نشان می‌دهد. منبع رایج فیبر برای غذاهای غنی شده غلات بوده در حالی که استفاده از میوه به عنوان منبع فیبر رژیمی نیز، می‌تواند مناسب و کاملاً عملی باشد (کریمی و همکاران ۲۰۱۵).

پری‌بیوتیک‌ها کربوهیدرات‌های کوتاه زنجیری هستند که توسط آنزیم‌های گوارشی انسان غیر قابل هضم می‌باشند. کربوهیدرات‌های غیر قابل هضم با وجود شرایطی از جمله مقاومت به آنزیم‌ها و اسید معده، قابلیت تخمیر توسط باکتری‌های روده‌ای، توانایی تقویت زیست پذیری و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید، می‌توانند به عنوان پری‌بیوتیک مطرح شوند. پری‌بیوتیک‌ها در انواع سبزیجات و میوه‌ها یافت شده و به عنوان ترکیبات غذایی فراسودمند در نظر گرفته می‌شوند، که در حال حاضر مزیت مهمی برای فناوری می‌باشد (صادق حسن و همکاران ۲۰۱۳). اینولین و فروکتوالیگوساکارید محصولات پایه فروکتوز هستند که به عنوان فروکتان شناخته می‌شوند. اینولین به طور طبیعی در اغلب میوه‌ها و سبزیجات نظیر موز، کنگر و کاسنی یافت می‌شود. اینولین دارای خصوصیات

فیبرهای رژیمی بوده که به دلیل خواص سلامتی بخشی و تکنولوژیکی، علاقه زیادی به مصرف آن وجود دارد. ویژگی اینولین به عنوان یک چربی جایگزین، به توانایی آن در پیوند با مولکول‌های آب و ایجاد یک شبکه‌ی ژل مانند مربوط می‌شود (مهدیان و همکاران ۱۳۹۲).

در رابطه با کاربرد اینولین به عنوان ماده‌ای پری بیوتیک در مواد غذایی مختلف تحقیقاتی نظیر کاربرد اینولین در ماست منجمد (رضایی و همکاران ۱۳۹۲؛ سریسوور و همکاران ۲۰۱۳)، سس مایونز (طلوعی و همکاران ۱۳۹۰)، کیک روغنی (دامن افشان و همکاران ۱۳۹۳)، شکلات تلخ (بیطرف و همکاران ۱۳۹۲) و شکلات شیری (همایونی‌راد و همکاران ۲۰۱۲) صورت گرفته است. در رابطه با کاربرد اینولین در نوشیدنی‌ها نیز، تا کنون مطالعاتی روی آب پرتقال (کراساکوت و واتچاراپوکا ۲۰۱٤)، آب توت فرنگی (کاسانی و همکاران ۲۰۱٦)، شیر (ویلگانس و کاستل ۲۰۰۷؛ مهدیان و همکاران ۱۳۹۲)، کفیر (گلیبوسکی و کوالسکا ۲۰۱۲) انجام گرفته است.

محصولات آب میوه‌ای تغلیظ و فرآوری شده می‌توانند سطوح خیلی پایینی از فیبر داشته باشند که در نتیجه‌ی فرآوری، همین مقدار فیبر نیز از مواد اولیه حذف می‌شود. برخی از فیبرهای رژیمی می‌توانند به عنوان پری‌بیوتیک عمل کرده و باعث تقویت و افزایش زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در مواد غذایی شوند. آب میوه به دلیل داشتن مواد مغذی مفید و یک پروفایل طعمی جذاب برای همه‌ی گروه‌های سنی یک محیط ایده آل برای ترکیبات عملگرای سلامتی بخش می‌باشد (فلاوورا و همکاران ۲۰۰۸)، با توجه به این که افزودن اینولین یا فروکتوالیگو ساکارید به نوشیدنی‌های غیر لبنی، افزایش زیادی در ویسکوزیته‌ی آنها ایجاد نکرده، به علاوه این که اینولین و فروکتوالیگو ساکارید به حرارت و فرآوری نسبتاً مقاوم می‌باشند. دوز قابلیت هضم اینولین و فروکتوالیگو ساکارید در بیشتر مطالعات ۲۰ گرم در روز تعیین شده است (فلاورا و همکاران ۲۰۰۸).

بنابراین آب میوه‌های تولید شده از کنسانتره برای غنی سازی فیبری محصولات ویژه‌ای هستند. از این رو به‌دلیل خواص تغذیه‌ای مطلوب برای بدن انسان و نیز ذائقه پسندی آب میوه‌های انگور قرمز و آلبالو، همچنین جهت رسیدن به فرمولاسیونی بهینه در راستای تولید آب میوه‌ای جدید، در این پژوهش از ترکیب این دو آب میوه استفاده گردید. به‌علاوه در این مطالعه اثر افزودن ماده‌ی پری‌بیوتیک اینولین روی خصوصیات رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی آب میوه‌ی ترکیبی انگور قرمز و آلبالو انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این تحقیق، کنسانتره انگور قرمز با بریکس ٥٦ و کنسانتره آلبالو با بریکس ٦٥ و اینولین از شرکت کشت و صنعت تکدانه (آذربایجان شرقی) تهیه گردید. ترکیب این دو کنسانتره طبق نسبت‌های حاصل از نرم افزار Design Expert در دمای اطاق طوری انجام شد که بریکس نهایی ترکیب دو آب میوه برابر با ١٦ باشد (بنا بر استاندارد ملی شماره ٢٦٨٥- روش‌های آزمون آب میوه‌ها، نکتارها و کنسانتره‌ها). سپس فیبر رژیمی اینولین به عنوان پری بیوتیک مطابق نسبت‌های حاصل از نرم افزار به فرمولاسیون اضافه گردید و بعد از رسیدن به حجم یک لیتر عمل همزنی انجام گرفت. نمونه‌ها جهت آزمایشات فیزیکوشیمیایی و آزمون رئولوژی در دمای ۲۰°C نگهداری شدند.

جدول ۱- متغیرهای فرمولاسیون و مقادیر آنها

متغیر	+۱	۰	-۱
آلبالو (X_1)	٥٥	٤٣/٨٧٥	٣٥
انگور قرمز (X_2)	٢٠٧	١٩٦/١٢٥	١٨٥
اینولین (X_3)	١٢	١٠	٨

جدول ۲- فرمولاسیون‌های حاصل از طرح مخلوط آزمایشات فیزیکی‌شیمیایی

نمونه	آلبالو (گرم) X_1	انگور قرمز (گرم) X_2	اینولین (گرم) X_3
۱	۵۳	۱۸۹	۸
۲	٤٥	۱۹۳	۱۲
۳	۳٥	۲۰۳	۱۲
۴	٤۹	۱۸۹	۱۲
۵	۳٥	۲۰۷	۸
۶	٤٦	۱۹٦	۸
۷	٤۹	۱۹۳	۸
۸	۳۸	۲۰۰	۱۲
۹	۳٥	۲۰۳	۱۲
۱۰	٤۲	۱۹۸	۱۰
۱۱	٤۹	۱۸۹	۱۲
۱۲	٥٥	۱۸٥	۱۰
۱۳	۳۹	۲۰۳	۸
۱۴	٤۲	۱۹۸	۱۰
۱۵	۳٥	۲۰۷	۸
۱۶	٥٥	۱۸٥	۱۰

طرح آزمایش و آنالیز آماری

برای تعیین مقادیر بهینه‌ی اجزاء فرمولاسیون آب میوه‌ی ترکیبی انگور قرمز (X_1) و آلبالو (X_2) حاوی فیبر رژیمی اینولین (X_3)، از روش آزمایشی D- Optimal Mixture design (طرح مخلوط) با استفاده از نرم افزار Design Expert (نسخه ۱۰) استفاده شد (Stat Ease Inc., USA). متغیرهای فرمولاسیون و سطوح آن در جدول ۱ آمده است. با توجه به نبود مرجع مشخصی در این زمینه، محدوده‌ی مقادیر متغیرها بر اساس پیش آزمون‌های انجام شده در کارخانه و انجام آزمون‌های حسی انتخاب شد. در جدول ۲ نیز ۱٦ فرمولاسیون منتخب توسط نرم افزار مشاهده می‌شود، با توجه به این که مجموع مقادیر سه جزء فرمولاسیون برابر با ۲٥۰ گرم در هر فرمول بوده است (متناسب با بسته‌بندی‌های رایج آب میوه تک نفره). از آنجا که اینولین جامد و آب انگور قرمز و آلبالو مایع می‌باشند، جهت یکسان سازی واحدها از تبدیل حجم به وزن با استفاده از فرمول چگالی (چگالی آب انگور قرمز و آلبالو در بریکس ۱٦ برابر است با ۱۰٦٥ کیلوگرم بر متر مکعب) استفاده شد.

در این پژوهش میزان اسیدیته، pH و فرمالین نمونه‌های آب میوه با استفاده از روش استاندارد ملی (شماره ۲٦۸٥- روش‌های آزمون آب میوه‌ها، نکتارها و کنسانتره‌ها) و مقدار مواد جامد محلول کل نمونه‌ها (بریکس) با استفاده از روش IFU اندازه گیری شد (IFU ۲۰۰۱؛ کربونل- کاپلا ۲۰۱۷).

اندازه گیری کدورت

برای اندازه گیری کدورت نمونه‌های آب میوه از دستگاه کدورت سنج (Turbidimeter 2100P, Germany) استفاده شده و کدورت نمونه ها بر حسب واحد نفلومتریک (NTU) گزارش شد (کرتی و همکاران ۲۰۱٦).

آزمایشات رئولوژیکی

برای اندازه گیری ویسکوزیته نمونه‌های آب میوه در سرعت برشی‌های متفاوت و نیز نسبت تنش برشی به سرعت برشی نمونه‌ها از دستگاه رئومتر (Rheometer Physica MCR 301 Anton Paar, Austria) در دمای ۲۰°C استفاده شد (تامر و همکاران ۲۰۱٦).

اندازه گیری رنگ

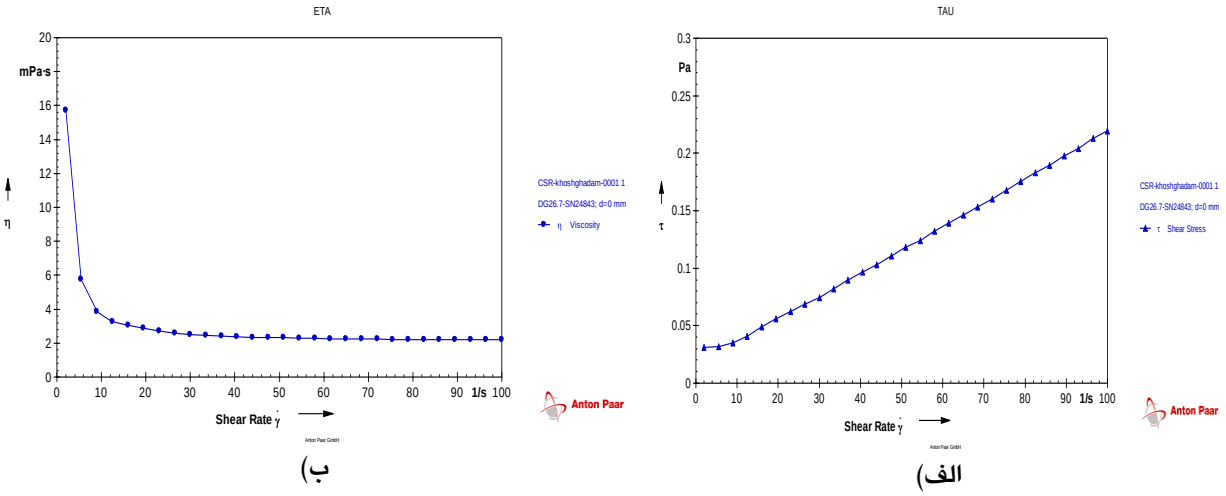
اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های آب میوه قرمز توسط روش اسپکتروفتومتری و تعیین میزان جذب نور نمونه‌ها در طول موج‌های ٥۲۰ و ٤۲۰ نانومتر بر اساس روش شماره ۷۸ IFU انجام شد (آشورست ۲۰۱٦؛ رویدونگ و همکاران ۲۰۱۷).

نسبت رنگ = جذب در ٥۲۰ نانومتر/ جذب در ٤۲۰ نانومتر

نتایج و بحث

ویسکوزیته

شکل ۱ –الف به عنوان مثال تغییرات تنش برشی یکی از نمونه‌های آب میوه‌ی تولید شده را نسبت به تغییرات سرعت برشی نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود، شکل تغییرات به صورت خطی بوده و نمودار از مبدأ مختصات شروع می‌شود، که این نشان دهنده‌ی رفتار سیالات نیوتنی می‌باشد. به این معنی که ادغام دو نوع آب میوه‌ی مورد مطالعه در ترکیب با اینولین، تأثیر چندانی بر کیفیت محصول از دیدگاه رئولوژیکی نگذاشته، با توجه به این که اینولین در بسیاری از مطالعات به عنوان ماده‌ی ایجاد کننده‌ی بافت معرفی شده است (آکین و همکاران ۲۰۰۷؛ جان و همکاران ۲۰۱۳؛ آلنمر و همکاران ۲۰۱۳). البته این ویژگی اینولین در غلظت بالای ۱۵٪ نمایان می‌شود (فیلیپس و ویلیامز ۲۰۰۰). بنابراین از آن جایی که مقدار اینولین مورد استفاده در این مطالعه کمتر از ۱۵٪ است (۳/۲ تا ٤/۸ درصد)، خاصیت ایجاد بافت و تغییر در ویسکوزیته‌ی محصولات تولیدی مشاهده نشد که در مقایسه با غلظت طبیعی آب میوه‌های مورد مطالعه، ویژگی مطلوبی به شمار می‌رود.



الف) ب)

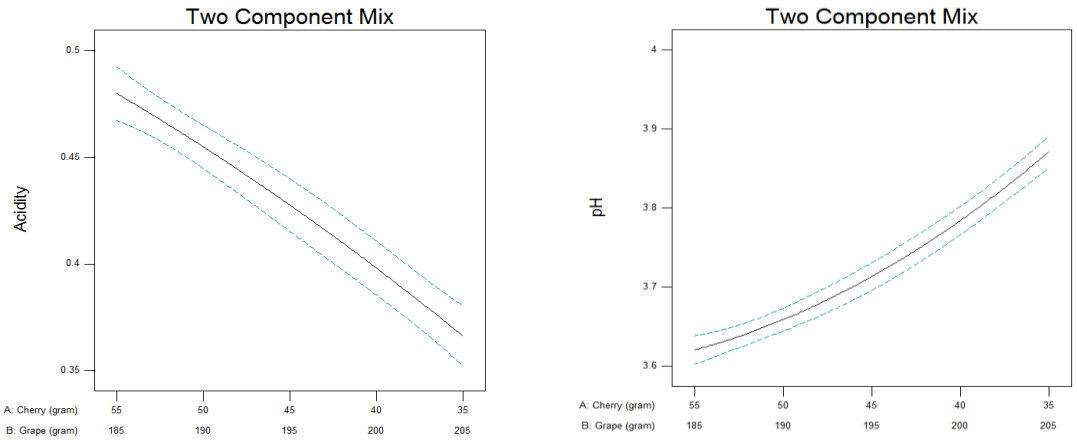
شکل ۱– الف) تغییرات تنش برشی (پاسکال) در مقابل سرعت برشی (بر ثانیه)، ب) تغییرات ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) نسبت به سرعت برشی (بر ثانیه) در نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی

شکل ۱ –ب تغییرات ویسکوزیته‌ی نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی را نسبت به تغییرات سرعت برشی نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، در لحظات اولیه به علت سازگار شدن دستگاه و شرایط محیطی مقادیر ویسکوزیته‌ی نمونه‌ها متغیر است ولی از سرعت برشی ۲۵ (بر ثانیه) به بعد، در کلیه‌ی تیمارها یکنواختی مقادیر ویسکوزیته را می‌بینیم (برای کلیه تیمارها متغیر بین ۱/۵ تا ۲ میلی پاسکال ثانیه) که با تغییر سرعت برش ثابت مانده و تغییری نمی‌کند که این ویژگی نیز در تأیید شکل قبل (شکل ۱– الف) و در تشابه با نتایج سانتوس لیما و همکاران (۲۰۱۵) و کاسکالز و همکاران (۲۰۱۲) از شاخصه‌های سیالات نیوتنی می‌باشد.

اسیدیته–pH

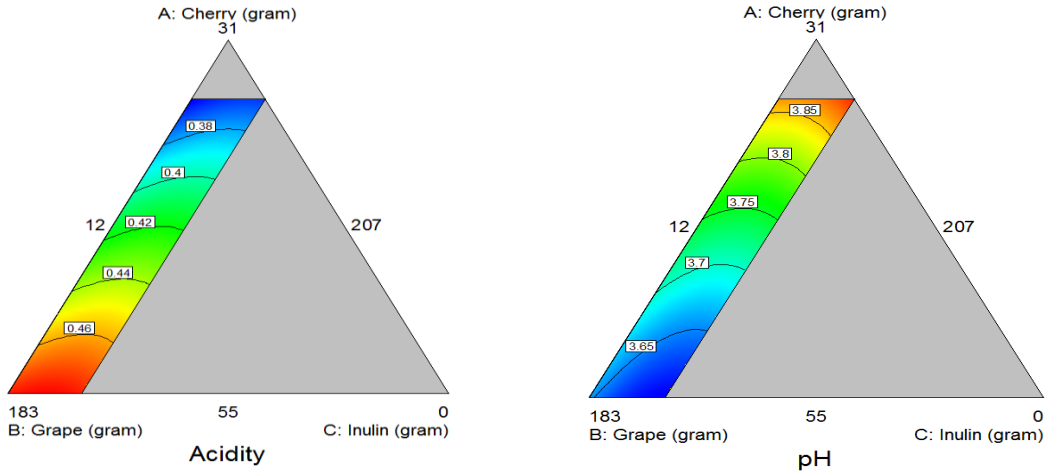
تعیین pH با لگاریتم معکوس غلظت یون هیدروژن توسط دستگاه pH متر انجام شده و اسیدیته‌ی قابل تیتر شامل اسیدیته‌ی کل آب میوه است که بر اساس اسید آلی غالب میوه اندازه گیری می‌گردد (احمدی و همکاران

۱۳۸۷) که اسید آلی غالب آلبالو اسید مالیک (چکچای ساواسدی و همکاران ۲۰۱۶؛ کائو و همکاران ۲۰۱۵) و اسید آلی غالب انگور قرمز، اسید تارتاریک است (سانتوس لیما و همکاران ۲۰۱٤ و ۲۰۱۵). همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود با توجه به معنی‌دار بودن مخلوط خطی، اثر هر سه متغیر به صورت جداگانه و اثر متقابل دو متغیر آب آلبالو و انگور قرمز بر میزان pH نمونه‌های آب میوه ترکیبی معنی‌دار بوده، در حالی که اثر متقابل هر یک از آب میوه‌ها به تنهایی در ترکیب با اینولین معنی‌دار نمی‌باشند.



ب) الف)

شکل ۲- تغییرات الف) pH و ب) اسیدیته حاصل از تغییر دو متغیر آب آلبالو و آب انگور قرمز در فرمولاسیون نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی (میزان اینولین نمونه ها برابر ۱۰ گرم است)



ب) الف)

شکل ۳- نمودار کانتور تغییرات الف) pH و ب) اسیدیته حاصل از تغییر آب آلبالو، آب انگور قرمز و اینولین در فرمولاسیون نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی (A:آلبالو، B: انگور قرمز و C: اینولین)

شکل ۲ (الف و ب) بیانگر رابطه‌ی بین اسیدیته–pH نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی در برابر تغییرات میزان آب آلبالو و انگور فرمولاسیون است، همانطوری که در قسمت "الف" مشاهده می‌شود، با افزایش میزان آب انگور قرمز (از ۱۸۵ به ۲۰۷ گرم) در مقابل کاهش میزان آب آلبالو (از ۵۵ به ۳۵ گرم)، میزان pH آب میوه‌ی

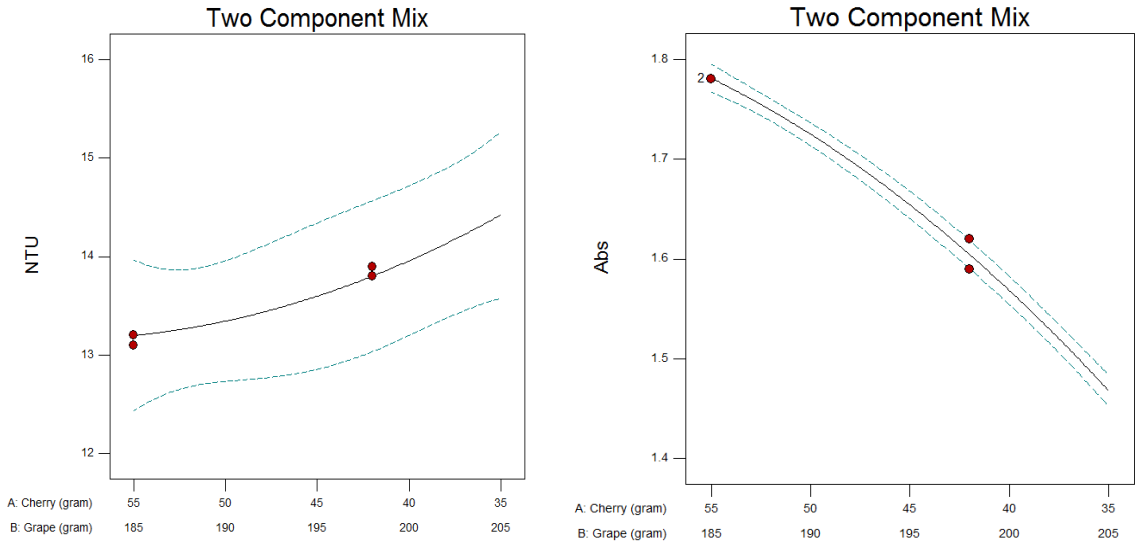
ترکیبی افزایش یافته است (از ۳/٦ تا ۳/۹) که این به دلیل بالاتر بودن میزان pH آب انگور قرمز (۳/۳) نسبت به آب آلبالو (۳/۱) است، با توجه به این که میزان آب انگور قرمز فرمولاسیون نیز نسبت به آب آلبالو بالاتر می‌باشد. در قسمت "ب" نیز در تکمیل مشاهدات قسمت "الف" شاهد کاهش اسیدیته (از ۰/٤۸ به ۰/۳٦ گرم بر کیلوگرم) به علت افزایش آب انگور (دارای اسیدیته ۰/۱۳ گرم بر کیلوگرم) و کاهش آب آلبالو (دارای اسیدیته ۰/۷۵ گرم بر کیلوگرم) هستیم. در همین راستا طی تحقیقی که توسط آنتون و همکاران (۲۰۱۱) در رابطه با تغییرات pH و اسیدیته و میزان قندها در آب گوجه فرنگی صورت گرفت، مشاهده شده که با افزایش pH، میزان اسیدیته‌ی قابل تیتر نمونه‌ها کاهش یافته است. همین نتیجه در مطالعات سایر پژوهشگران بر روی آب میوه‌های آلبالو (چکچای ساواسدی و همکاران ۲۰۱٦؛ کائو و همکاران ۲۰۱۵) و انگور (سانتوس لیما و همکاران ۲۰۱٤ و ۲۰۱۵) نیز مشاهده شد.

شکل ۳ اثرات همزمان سه متغیر آلبالو، انگور قرمز و اینولین را بر میزان pH (الف) و اسیدیه (ب) نهایی نمونه‌های فرمولاسیون آب میوه‌ی ترکیبی نشان می‌دهد. مطابق این شکل همزمان با افزایش مقدار آب آلبالو (از ۳۵ به ۵۵ گرم) و نیز کاهش میزان آب انگور قرمز (از ۲۰۷ به ۱۸۵ گرم) pH کاهش می‌یابد (از ۳/۸۵ به ۳/٦۵)، در حالی که همزمان با افزایش مقدار آب آلبالو و کاهش مقدار آب انگور قرمز، اسیدیته افزایش می‌یابد (از ۰/۳۸ به ۰/٤٦ گرم بر کیلوگرم) که این مطلب به دلیل بالاتر بودن میزان اسیدیته‌ی آب آلبالو (۰/۷۵ گرم بر کیلوگرم) نسبت به آب انگور قرمز است (۰/۱۳ گرم بر کیلوگرم)؛ با وجود این که میزان آب انگور قرمز فرمولاسیون نسبت به آب آلبالو بیشتر بوده ولی به علت میزان اسیدیته‌ی بالاتر آلبالو نسبت به انگور قرمز (٦ برابر) اسیدیته‌ی فرمولاسیون بیشتر تحت تأثیر آب آلبالو قرار گرفته است. از سوی دیگر مطابق جدول ۳ اثر اینولین بر میزان pH و اسیدیته‌ی محصول تولیدی در ترکیب با آب آلبالو و انگور قرمز معنی‌دار نیست که این می‌تواند به دلیل ماهیت خنثی اینولین باشد. در توافق با نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر، پژوهشگران مشاهده کردند که با افزودن اینولین به محصولات مختلفی مانند پنیر کم چرب UF (میوچینوویک و همکاران ۲۰۱۱)، پنیر تازه با چربی کاهش یافته (ژوان و همکاران ۲۰۱۳)، کفیر (تراتنیک و همکاران ۲۰۰٦؛ ارتکین و گوزل سیدیم ۲۰۱۰؛ گلیبوسکی و کوالسکا ۲۰۱۲)، ماست (گوون و همکاران ۲۰۰۵؛ ویوک و همکاران ۲۰۱۳)، شکلات تلخ کم کالری (بیطرف و همکاران ۱۳۹۲)، سس مایونز کم چرب (طلوعی و همکاران ۱۳۹۰) تغییر معنی‌داری در میزان pH و اسیدیته‌ی محصول ایجاد نمی‌شود.

رنگ- کدورت

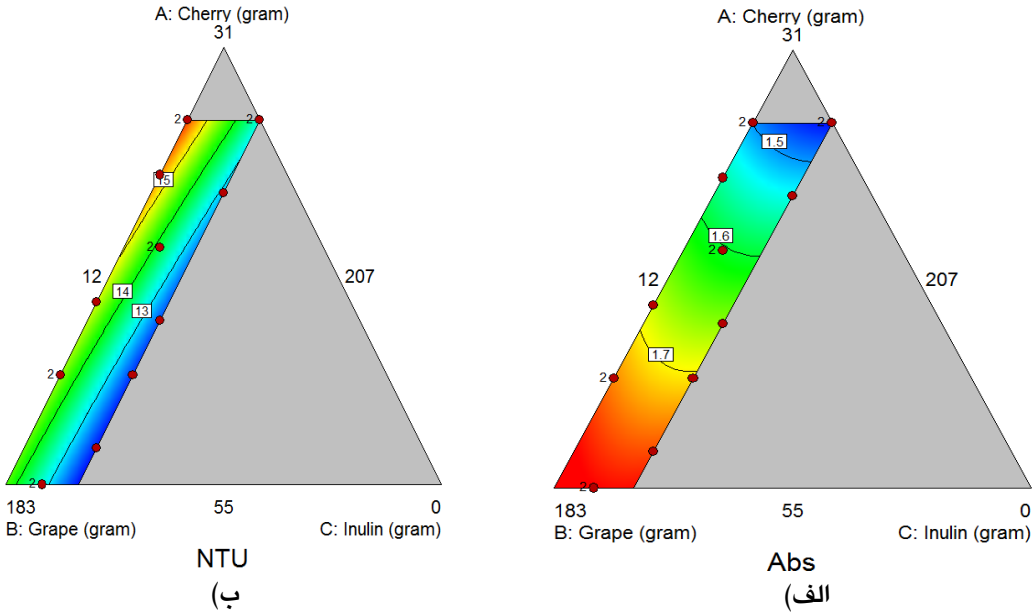
رنگ یکی از مهمترین ویژگی‌های حسی نوشیدنی‌ها بوده و اولین چیزی است که خریدار به آن توجه کرده و می‌تواند بر پذیرش محصول از سوی خریدار تأثیر گذار باشد (کاسانی و همکاران ۲۰۱٦). همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اثر متقابل دو متغیر آب آلبالو و انگور قرمز بر میزان رنگ نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی معنی‌دار بوده ولی اثر هیچ یک از این دو آب میوه در تقابل با اینولین بر روی رنگ نمونه‌ها معنی‌دار نمی‌باشد. در تائید این نتیجه کاسانی و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که افزودن اینولین به آب توت فرنگی تأثیر معنی‌داری بر رنگ نمونه‌های آب میوه نداشته است. در شکل ٤- الف تغییرات رنگ نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی در اثر تغییر میزان آب آلبالو و آب انگور قرمز فرمولاسیون‌ها نشان داده می‌شود. می‌توان مشاهده کرد که در اثر افزایش مقدار آب انگور قرمز فرمولاسیون (از ۱۸۵ به ۲۰۷ گرم) در مقابل کاهش میزان آب آلبالو (از ۵۵ به ۳۵ گرم) میزان جذب نمونه‌های ترکیبی که نشان دهنده‌ی رنگ آنهاست، کاهش یافته است (از ۱/۸ به ۱/٤۵). کاهش نسبت جذب رنگ نمونه‌ها در طول موج‌های ذکر شده می‌تواند به این دلیل باشد که جذب حاصل از رنگ آب انگور قرمز و آب

آلبالو به ترتیب ۱/٦ و ۱/۹۵ بوده و با افزایش میزان آب انگور قرمز فرمولاسیون به دلیل نسبت بالاتر این آب میوه به آب آلبالو، نسبت جذب کاهش یافته و به نسبت جذب آب انگور قرمز خالص (۱/٤٥) نزدیک شده است. در تکمیل این نتایج در شکل ٤- ب در شرایط مشابه، مشاهده می‌شود که میزان کدورت نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی افزایش یافته (از ۱۳ به ۱۵ NTU) که این امر نیز به دلیل بالاتر بودن میزان کدورت آب انگور قرمز خالص (۵ NTU) نسبت به آب آلبالوی خالص (٤ NTU) می‌باشد.



ب) الف)

شکل ۴- تغییرات الف) رنگ و ب) کدورت حاصل از تغییر دو متغیر آب آلبالو و آب انگور قرمز در فرمولاسیون نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی (میزان اینولین نمونه ها برابر ۱۰ گرم)



ب) الف)

شکل ۵- نمودار کانتور تغییرات الف) رنگ و ب) کدورت حاصل از تغییر آب آلبالو، آب انگور قرمز و اینولین در فرمولاسیون نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی (A:آلبالو، B: انگور قرمز و C: اینولین)

شکل ۵- الف اثرات همزمان سه متغیر آلبالو، انگور قرمز و اینولین را بر میزان رنگ نهایی فرمولاسیون‌های آب میوه‌ی ترکیبی نشان می‌دهد. طبق نتایج جدول ۳، اثر متقابل آب انگور قرمز- اینولین و آب آلبالو- اینولین بر میزان رنگ نهایی و کدورت فرمولاسیون‌های آب میوه‌ی ترکیبی معنی‌دار نبوده ولی در هر حال انتظار می‌رود که افزودن اینولین بر میزان جذب (رنگ) و کدورت نمونه‌های آب میوه مؤثر باشد. در تصدیق این مطلب همان طور که در شکل ۵- الف هم قابل مشاهده است همزمان با افزایش مقدار آب آلبالو (از ۳۵ به ۵۵ گرم) و اینولین (از ۸ به ۱۲ گرم) و نیز کاهش میزان آب انگور قرمز فرمولاسیون (از ۲۰۷ به ۱۸۵ گرم)، میزان رنگ آب میوه افزایش می‌یابد (از ۱/۵ به ۱/۷)، در حالی که مطابق شکل ۵- ب همزمان با افزایش مقدار اینولین و کاهش مقدار آب آلبالو کدورت نمونه‌ها افزایش می‌یابد (از ۱۳ به NTU ۱۵). این نتیجه با مشاهدات یوسف و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ثبات آب موز غنی شده توسط اینولین مشابه می‌باشد.

بریکس

جدول ۳ اثرات مستقل (آب آلبالو، آب انگور قرمز و اینولین) و متقابل متغیرهای مورد استفاده در فرمولاسیون‌های آب میوه‌ی ترکیبی را بر میزان بریکس نمونه‌ها نشان می‌دهد. مطابق این جدول هیچکدام از متغیرهای مستقل و اثرات متقابل آنها بر روی بریکس نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی اثر معنی‌داری نداشته‌اند و مدل نیز با وجود عدم برازش غیر معنی‌دار، معنی‌دار نبوده است. این به دلیل نزدیک بودن جواب آزمایشات (سعی بر تنظیم بریکس نمونه‌ها در بریکس ۱۶) و نیز عدم تأثیر اینولین بر بریکس فرمولاسیون‌ها می‌باشد، چرا که اثر اینولین بر روی بریکس نمونه‌ها در بالای غلظت ۱۵٪ نمایان می‌شود (فیلیپس و ویلیامز ۲۰۰۰). بنابراین از آن جایی که مقدار اینولین مورد استفاده در این مطالعه کمتر از ۱۵٪ است (۳/۲ تا ٤/۸ درصد)، افزایش بریکس در نمونه‌های تولیدی مشاهده نشد که برای تولید فرمولاسیون‌های مورد نظر با بریکس ۱٦ مطلوب است.

فرمالین

مطابق استاندارد ملی ایران (شماره ۲٦۸۵)، آزمایش اندازه‌گیری فرمالین برای تعیین مقدار پروتئین آب میوه (اسیدهای آمینه) انجام می‌شود. این آزمون از این جهت دارای اهمیت است که اگر مقدار اسیدهای آمینه در آب میوه بالا باشد، با قند میوه ترکیب شده و وارد واکنش مایلارد می‌شوند، در نتیجه رنگ آب میوه تیره خواهد شود. البته از آنجایی که مقدار فرمالین مجاز از نظر سازمان جهانی بهداشت (WHO) برای آب میوه‌جاتی مثل انگور و آلبالو تا ۲۲/٤ میلی‌گرم/کیلوگرم بوده و مقادیر فرمالین اندازه‌گیری شده‌ی آب میوه‌ی ترکیبی ما ۱۳میلی‌گرم/کیلوگرم است و اینولین نیز یک نوع کربوهیدرات می‌باشد، لذا در نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی مشکل بالا بودن مقدار فرمالین مشاهده نشد. در جدول ۳ نیز مشاهده می‌شود که هیچکدام از متغیرهای مستقل (آب آلبالو، آب انگور قرمز و اینولین) و اثرات متقابل آنها بر روی میزان فرمالین نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی اثر معنی‌داری نداشته‌اند و مدل نیز با وجود عدم برازش غیر معنی‌دار، معنی‌دار نبوده است.

فرمولاسیون بهینه

جهت به دست آوردن فرمولاسیون بهینه‌ی آب میوه‌ی ترکیبی با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت و طرح مخلوط، مقادیر هر سه متغیر (کنسانتره‌ی آلبالو، انگور قرمز و اینولین) در محدوده‌ی مقادیر مورد استفاده در پژوهش انتخاب شد، در حالی که پاسخ بریکس مساوی با ۱٦، پاسخ‌های فرمالین، pH و اسیدیته در محدوده‌ی مقادیر به دست آمده مطابق با استاندارد ملی ایران، مقدار جذب (رنگ) نمونه‌ها به صورت بیشینه و کدورت به صورت کمینه در نظر گرفته شد. جدول ۵ فرمولاسیون منتخب توسط نرم افزار را نشان می‌دهد که دارای میزان مطلوبیت ۰/۸۵ است. با توجه به نتایج

فرمولاسیون بهینه می‌توان دریافت که با افزودن اینولین به نمونه‌ها، علاوه بر افزایش میزان مطلوبیت فرمولاسیون، به دلیل پری بیوتیک بودن این ترکیب بر ارزش تغذیه‌ای آب میوه‌ی ترکیبی حاصل نیز افزوده می‌شود (کاسانی و همکاران ۲۰۱۶) که این نشان دهنده‌ی رسیدن به هدف مورد نظر از تولید آب میوه‌ی ترکیبی است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر متغیرهای فرمولاسیون بر ویژگی های آب میوه ترکیبی

منبع	pH	اسیدیته	رنگ	کدورت	فرمالین	بریکس
مدل	۰/۱۵***	۰/۰۲۷***	۰/۲***	۲۱/۷۰***	۰/۲۱ ns	۰/۰۱٤ ns
مخلوط خطی	۰/۱٤***	۰/۰۲۷***	۰/۲***	۲۱/۵۳***	۰/۰۹۹ ns	٤/۹٦٦×۱۰$^{-۳}$ ns
AB (آلبالو-انگور)	۲/۵۹۷×۱۰$^{-۳}$**	۵/۲۲۷×۱۰$^{-۵}$ ns	۲/۱٦۹×۱۰$^{-۳}$***	۰/۱۱ ns	۰/۰۳٦ ns	۳/٤۷۷×۱۰$^{-۳}$ ns
AC (آلبالو-اینولین)	۱/۵۷۵×۱۰$^{-٤}$ ns	۳/۷۵۹×۱۰$^{-۵}$ ns	۱/۹۵۳×۱۰$^{-٤}$ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۱۹ ns	۵/۰۹۰×۱۰$^{-٤}$ ns
BC (انگور-اینولین)	۲/۹۵۰×۱۰$^{-٤}$ ns	۲/۷٤۰×۱۰$^{-۵}$ ns	۲/۰۱۲×۱۰$^{-٤}$ ns	٤/۹۸۸×۱۰$^{-۳}$ ns	۰/۰۲۷ ns	۱/۰۸۱×۱۰$^{-۳}$ ns
ABC (آلبالو-انگور- اینولین)	۱/۸۷٤×۱۰$^{-٤}$ ns	۹/٤۲۹×۱۰$^{-۵}$ ns	۱/۱٤۹×۱۰$^{-٤}$ ns	٦/۸۹٤×۱۰$^{-۳}$ ns	۰/۰۱۳ ns	۲/۰۲۳×۱۰$^{-۳}$ ns
خطای باقی مانده	۱/٤۸۹×۱۰$^{-۳}$	۷/۳۵۳×۱۰$^{-٤}$	۹/۱۸۰×۱۰$^{-٤}$	۱/٤۷	۰/۱۹	۰/۰۱۱
عدم برازش مدل	۱/۱۸۹×۱۰$^{-۳}$ ns	۷/۳۵۳×۱۰$^{-٤}$ ns	۳/۱۸۰×۱۰$^{-٤}$ ns	۰/٦٤ ns	۰/۱۳ ns	۵/۷۱۵×۱۰$^{-۳}$ ns
خطای خالص	۳/۰۰۰×۱۰$^{-٤}$	۰/۰۰۰	٦/۰۰۰×۱۰$^{-٤}$	۰/۸۳	۰/۰٦	۵/۰۰۰×۱۰$^{-۳}$
خطای مجموع	۰/۱۵	۰/۰۲۸	۰/۲	۲۳/۱۸	۰/٤	۰/۰۲٤
ضریب همبستگی	۰/۹۸۹۹	۰/۹۷۳۷	۰/۹۹۵۵	۰/۹۳٦٤	۰/۵۳٦٤	۰/۵٦۰٤

*** معنی‌دار $p < 0.001$، ** معنی‌دار $p < 0.01$ ، * معنی‌دار $p < 0.05$ ، ns غیر معنی‌دار، (A: آب آلبالو، B: آب انگور قرمز و C: اینولین)

جدول ۴- معادله نهایی نحوه تغییرات ویژگی‌های کیفی نمونه‌های آب میوه ترکیبی برحسب متغیرهای فرمولاسیون (کد شده به صورت U_Pseudo)

pH	$Y_{PH}= 3.94X_1+3.66X_2+4.67X_3 -0.19X_{12}$
اسیدیته	$Y_{Acidity}= 0.33X_1+0.48X_2+0.076X_3$
رنگ	$Y_{Color}= 1.41X_1+1.80X_2+2.74X_3 -0.17X_{12}$
کدورت	$Y_{Turbidity}= 16.23X_1+14.34X_2+6.55X_3$

X_1، X_2 و X_3 به ترتیب نشان دهنده‌ی متغیرهای آلبالو، انگور و اینولین در فرمولاسیون آب میوه‌ی ترکیبی است.

تنها متغیرهایی که از نظر آماری معنی‌دار بوده‌اند، در معادلات آورده شده است.

جدول ۵- فرمولاسیون‌بهینه‌ی آب میوه‌ی ترکیبی

فرمولاسیون	متغیرها		
	آلبالو (گرم)	انگور قرمز (گرم)	اینولین (گرم)
۱	۵۵	۱۸۵	۱۰/۳

نتیجه گیری کلی

ترکیب دو کنسانتره‌ی آلبالو، انگور قرمز و اینولین جهت تولید آب میوه‌ای حاوی فیبر رژیمی انجام شد. هدف از کار رسیدن به فرمولاسیونی جدید و بهینه جهت تولید آب میوه‌ای با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مطلوب بدون افزودن اسید سیتریک و شکر و در عین حال غنی شده با فیبر رژیمی اینولین بود. نتایج نشان می‌دهند که تغییر متغیرهای آب آلبالو، انگور قرمز و اینولین تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس نمونه‌های آب میوه‌ی ترکیبی نداشته و بریکس نمونه‌ها در همان میزان مورد نظر (بریکس ۱٦) باقی مانده است، در حالی که با افزایش مقدار آب آلبالو، pH نمونه‌ها کاهش و اسیدیته‌ی آنها افزایش یافت. در عین حال با افزایش مقدار آب انگور قرمز، مقدار جذب (رنگ) نمونه‌ها افزایش یافت در حالی که با افزایش مقدار اینولین، مقدار کدورت نمونه‌ها افزایش نشان داد. مقادیر اندازه‌گیری شده عدد فرمالین آب میوه‌ی ترکیبی تولیدی در محدوده‌ی استاندارد

برآورد شد. بر اساس نتایج بهینه سازی، بهترین تیمار جهت رسیدن به بریکس برابر ۱۶، pH، اسیدیته و فرمالین نمونه‌ها در محدوده‌ی اندازه‌گیری شده، کمینه کدورت و بیشینه‌ی رنگ، فرمولاسیون حاوی ۱۸۵ گرم کنسانتره انگور قرمز، ۵۵ گرم کنسانتره آلبالو و مقدار ۱۰/۳ گرم اینولین می‌باشد. با توجه به نتایج فرمولاسیون بهینه می‌توان دریافت که با افزودن اینولین به نمونه‌ها، علاوه بر افزایش میزان مطلوبیت فرمولاسیون، بر ارزش تغذیه‌ای آب میوه‌ی ترکیبی حاصل نیز افزوده می‌شود که این نشان دهنده‌ی رسیدن به هدف مورد نظر از تولید آب میوه‌ی ترکیبی است.

منابع مورد استفاده

احمدی م، داوری نژاد غ، عزیزی م، صداقت ن، تهرانی فر ع، ۱۳۸۷، تأثیر بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته بر خصوصیات کیفی و افزایش عمر انباری دو رقم آلبالو، مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲، ۲، ۱۶۶-۱۵۵.

استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، ۱۳۶۵، روش‌های آزمون آب میوه‌ها، نکتارها و کنسانتره‌ها.

امامی م، حسینی ع، سعیدی ع، گل بیدی د، رئیسی پ، علایی ح، ۱۳۸۹، اثرآب انگور قرمز بر یادگیری و حافظه احترازی غیرفعال در موش‌های صحرایی نر، مجله دانشکده پزشکی اصفهان، ۲۸، ۱۰۴، ۱-۷.

بیطرف ش، عباسی س، حمیدی ز، ۱۳۹۲، تولید شکلات تلخ کم کالری پری‌بیوتیک با استفاده از اینولین، پلی دکستروز و مالتودکسترین، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۸، ۱، ۴۹-۶۲.

پروانه و، ۱۳۸۹، کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

دامن افشان پ، صالحی فر م، غیاثی طرزی ب، باخدا ح، ۱۳۹۳، بررسی تأثیر اینولین بر خصوصیات کیفی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۶، ۱۲، ۴۱-۴۸.

رضایی ر، خمیری م، اعلمی م، کاشانی نژاد م، ۱۳۹۲، بررسی اثر اینولین بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، حسی و زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در ماست منجمد، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۱، ۱۰، ۸۱-۹۰.

طلوعی ا، مرتضوی س، اعلمی م، صادقی ماهونک ع، ۱۳۹۰، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین و پکتین، مجلّه‌ی علمی پژوهشی علوم و فنّاوری غذایی، ۳، ۱، ۳۶-۴۲.

مقصودلو ی، قربانی م، ۱۳۸۳، ترجمه فرآوری میوه، آرثی د، آشورست پ ر، انتشارات دانشگاه کشاورزی گرگان.

مهدیان ا، کاراژیان ر، صبری س، ۱۳۹۲، بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی کم چرب، مجلّه ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی، ۵، ۴، ۴۳-۵۱.

نجف زاده ر، ارزانی ک، بوذری ن، ۱۳۹۳، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کیفی میوه برخی ژنوتیپ‌های برتر آلبالو، مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۳۰-۱، ۳، ۶۲۳-۶۵۰.

نیکخواه ا، خیامی م، حیدری ر، ۱۳۹۱، بررسی اثر برخی عوامل شیمیایی بر پایداری آنتوسیانین های استخراج شده از میوه شاه توت، مجله زیست شناسی ایران، ۱، ۳۲-۴۳.

Akin MB, Akin MS and Kirmaci Z, 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry, 104: 93-99.

Alnemr TM, El-Razek AMA, Hasan HMA and Massoud MI, 2013. Improving of Karish cheese by using enhanced technological texturizing inulin. Alexandria. Journal of Agricultural Research, 58: 173–181.

Anthon G, Lestrange M and Barrett D, 2011. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. Journal Science Food Agriculture 91(7): 1175-81.

Ashurst PR, 2016. Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices, 3rd Edition, Wiley-Blackwell.

Cao J, Jiang Q, Lin J, Li X, Sun Ch and Chen K, 2015. Physicochemical characterisation of four cherry species (Prunus spp.) grown in China. Food Chemistry 173: 855–863.

Capanoglu E, de Vos RC, Hall RD, Boyacioglu D and Beekwilder J, 2013. Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. Food Chemistry 139: 521–526.

Carbonell-Capella J.M, Buniowska M, Cortes C, Zulueta A, Frigola A and Esteve MJ, 2017. Influence of pulsed electric field processing on the quality of fruit juice beverages sweetened with *Stevia rebaudiana*. Food and bioproducts processing 101: 214–222.

Cascales IR, Garcia JMR, Roca JML and Plaza EG, 2012. The effect of a commercial pectinolytic enzyme on grape skin cell wall degradation and colour evolution during the maceration process. Food Chemistry 130: 626–631.

Cassani L, Tomadoni B, Viacava G, Ponce A and Moreira MR, 2016. Enhancing quality attributes of fiber-enriched strawberry juice by application of vanillin or geraniol. LWT - Food Science and Technology 72: 90-98.

Cerreti M, Liburdi K, Benucci I and Esti M, 2016. The effect of pectinase and protease treatment on turbidity and on haze active molecules in pomegranate juice. LWT - Food Science and Technology 73: 326-333.

Chockchaisawasdee S, Golding JB, Vuong QV, Papoutsis K and Stathopoulos CE, 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. Trends in Food Science & Technology 55: 72–83.

Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C and Hamadi A, 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications. Food Chemistry 124: 411-421.

Ertekin B and Guzel-Seydim ZB, 2010. Effect of fat replacers on kefir quality. Journal of the Science of Food and Agriculture 90: 543–548.

Flavera C, Prado A, Jose L, Parada A, Ashok Pandey B and Carlos R, 2008. Trends in non-dairy probiotic beverages. Food Research International 41: 111–123.

Glibowski P and Kowalska A, 2012. Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin. Journal of Food Engineering 111: 299–304.

Grafe ch and Schuster m, 2014. Physicochemical characterization of fruit quality traits in a German sour cherry collection. Scientia Horticulturae 180: 24-31.

Guven M, Yasar K, Karaca OB and Hayaloglu AA, 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type lowfat yogurt manufacture. International Journal of Dairy Technology 58: 180–184.

Homayouni Rad A, Delshadian Z, Arefhosseini S, Alipour B and Asghari Jafarabadi M, 2012. Effect of inulin and stevia on some Physical properties of chocolate milk. Health Promot Perspect 1: 42-47.

IFU, 2001. International Federation of Fruit Juice Producers Methods of Analysis. Loose Leaf-Collection, Swiss Fruit Association, Zug, Switzerland.

Juan B, Zamora A, Quintana F, Guamis B and Trujillo AJ, 2013. Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. International Journal of Dairy Technology 66: 1–6.

Karimi R, Azizi M, Ghasemlouc M and Vaziri M, 2015. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer. Carbohydrate Polymers 119: 85–100.

Krasaekoopt W and Watcharapoka S, 2014. Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. LWT: Food Science and Technology 57: 761-766.

Mioˇcinovi´c J, Puda P, Radulovi´c Z, Pavlovi´c V, Miloradovi´c Z, Radovanovi´c M and Paunović D, 2011. Development of low fat UF cheese technology. Mljekarstvo 61: 33–44.

O'Shea NK, Arendt E and Gallagher E, 2012. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. Innovative Food Science and Emerging Technologies 16: 1–10.

Phillips GO and Williams PA, 2000. Introduction to food hydrocolloids. In Phillips GO & Williams PA (Eds.), Handbook of Hydrocolloids 1–22.

Roidoung S, Dolan KD and Siddiq M, 2017. Estimation of kinetic parameters of anthocyanins and color degradation in vitamin C fortified cranberry juice during storage. Food Research International 94: 29-35.

Sadeq Hasan Al-Sherajia S, Ismaila A, Yazid Manap M, Mustafa SH, Mohd Yusofa R and Abdulrahman Hassana F, 2013. Prebiotics as functional foods: A Review. Journal of Functional Foods 5 (4): 1542–1553.

Santos Lima M, Souza Veras Silani I, Isabela Maia Toaldo IM, Luiz Claudio Corrêa LC, Aline Camarão Telles Biasoto AC, Giuliano Elias Pereira GE, Bordignon-Luiz MT and Ninow JL, 2014. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. Food Chemistry 161: 94–103.

Santos Lima M, Souza Veras Silani I, Isabela Maia Toaldo IM, Luiz Claudio Corrêa LC, Aline Camarão Telles Biasoto AC, Giuliano Elias Pereira GE, Bordignon-Luiz MT and Ninow JL, 2015. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. Food Chemistry 188: 384–392.

Srisuvor N, Chinprahast N, Prakitchaiwattana C and Subhimaris S, 2013. Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. Food Science and Technology 51: 30-36.

Tamer EMA, Jaeger H, Youssef Kh, Knorr D, El-Samahy S, Kroh LW and Rohn S, 2016. Technological characteristics and selected bioactive compounds of Opuntia dillenii cactus fruit juice following the impact of pulsed electric field pre-treatment. Food Chemistry 210: 249-261.

Tratnik L, Bozanic R, Herceg Z, Drglic I, 2006. The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. International Journal of Dairy Technology 59: 40–46.

Villegas B and Costell E, 2007. Flow behavior of inulin–milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. International Dairy Journal 17: 776–781.

Vivek KB, Reddy KK, Reddy PVM, Kumar MS & Narsaiah K, 2013. Effect of co-encapsulation of probiotics with prebiotics and their survivability in Dahi during storage. International Journal of Agriculture and Food Science Technology 4(1): 67-75.

Wua Y, Yun Wanga Y, Wenli Zhang W, Han J, Yan Liu Y, Hua Y and Ni L, 2014. Extraction and preliminary purification of anthocyanins from grape juice in aqueous two-phase system. Separation and Purification Technology 124: 170–178.

Yousaf MS, Yusof S, Abdul Manap M and Abd-Aziz S, 2010. Storage Stability of Clarified Banana Juice Fortified with Inulin and Oligofructose. Journal of Food Processing and Preservation 34: 599–610.

Zoric Z, Pelaic Z, Pedisic S, Garofulic IE, Kovacevic DB and Dragovice-Uzelac V, 2017. Effect of storage conditions on phenolic content and antioxidant capacity of spray dried sour cherry powder. LWT - Food Science and Technology 79: 251-259.

The investigation of rheological and physicochemical characteristics of new formulation of juice produced by combination of sour cherry and red grape, fortified with inulin dietary fibre as a prebiotic product

M Khakbaz Heshmati [1*] and H Khoshgadam [2]

Received: May 9, 2017 Accepted: August 20, 2017
[1]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Quality control expert in Takdaneh Agri & Ind. Co. Marand, Iran
[*]Corresponding Author: Email: m.khakbazheshmati@tabrizu.ac.ir

Abstract
Because of desirable nutritional value and good taste of red grape and sour cherry juices, as well as achieving optimum formulation for the production of a new prebiotic fruit juice, in this research the combination of red grape and sour cherry juices with inulin was used. At first, 16 formulation of juices using different ranges of red grape concentrate (185-207g), sour cherry concentrate (35-55g) and inulin (8-12g) were chosen by mixture design. The rheological (apparent viscosity) and physicochemical properties (titratable acidity and pH, turbidity, formalin index, absorption color) has been examined. Based on the results, changing in red grape, sour cherry and inulin of formulations doesn't have any significant effect on sample brix (brix equal to 16). While with increasing the sour cherry content of formulation, the pH of samples was decreased and the acidity increased. Therefore increasing in red grape concentrate leads to increase of color absorbance while with inulin increasing, the turbidity of samples was increased too. The formalin number of samples was measured in standard range. On the basis of optimization results, the best formulation to achieve sample brix equal to 16, in range pH, acidity and formalin, maximum color absorption in addition to minimum turbidity was: 185 g red grape concentrate, 55 g sour cherry concentrate and 10.3 g of inulin. With regard to comparision of optimized sample resultswith control sample , it has been found that the juice formulation can be optimized by adding inulin to the samples, while the nutritional value and desirability of samples would be increased, which indicates the intended purpose of producing this juice.

Keywords: Inulin, Juice, Physicochemical characteristics, Red grape, Rheology, Sour cherry