

# مقایسه اثر اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی دکستروز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب سیب شفاف طی ۶ ماه نگهداری در دو دمای ۲۵°C و ۴°C

عزیز همایونی راد<sup>۱</sup>، هلاله حجت انصاری<sup>۲\*</sup>، سید رفیع عارف حسینی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۱)

## چکیده

هدف از این مطالعه تولید آب سیب شفاف پری‌بیوتیکی بود که علاوه بر دارا بودن اثرات سلامت بخش برای مصرف کنندگان، بتواند ویژگی‌های کیفی خود را به‌خوبی حفظ کند. در این تحقیق ترکیبات پری‌بیوتیک اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی دکستروز هر کدام در سه مقدار ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ درصد به آب سیب شفاف اضافه شدند و یک نمونه نیز بدون افزودن ماده پری‌بیوتیک به‌عنوان شاهد آماده شد. نمونه‌ها در دو دمای ۴°C و ۲۵°C برای مدت ۶ ماه نگهداری شدند و برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آنها شامل مواد جامد محلول در آب (بریکس)، قند احیاء و قند کل در روز اول تولید و در فواصل زمانی یک‌ماهه به مدت ۶ ماه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزودن ماده پری‌بیوتیک مقدار بریکس، قند احیاء و قند کل افزایش یافت، طوری‌که مقدار بریکس از ۱۴/۱٪ در نمونه شاهد به ۱۷/۶٪ در نمونه‌های دارای ماده پری‌بیوتیک، مقدار قند احیاء از ۹/۴۵ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در نمونه شاهد به رقمی بالای ۱۰ در نمونه‌های دارای ماده پری‌بیوتیک و مقدار قند کل از رقمی نزدیک ۱۲ در نمونه شاهد به رقمی بالای ۱۳ و ۱۴ بسته به نوع ماده مورد استفاده رسید. برای قند احیاء بیشترین مقدار در تیمارهای دارای پلی دکستروز و کمترین در تیمارهای دارای اینولین مشاهده شد و در مورد قند کل اینولین دارای بیشترین مقدار و پلی دکستروز دارای کمترین مقدار بود. در تمام موارد با افزایش درصد ماده پری‌بیوتیک میزان تغییرات نسبت به نمونه شاهد و نمونه‌های دارای مقدار کمتر ماده پری‌بیوتیک افزایش یافت. افزایش دما و زمان ماندگاری موجب افزایش مقدار قند احیاء و کاهش مقدار قند کل شد و تاثیری روی مقدار بریکس نمونه‌ها نداشت. با توجه به موارد فوق معلوم شد که میزان شیرینی نمونه‌های دارای ماده پری‌بیوتیک در نتیجه افزایش مقدار قندها افزایش می‌یابد و در این بین اینولین و فروکتوالیگوساکارید شیرینی بیشتری در محصول ایجاد می‌کنند.

**کلید واژگان:** اینولین، فروکتوالیگوساکارید، پلی دکستروز، آب سیب شفاف

## ۱- مقدمه

امروزه تولید نوشیدنی‌های فراسودمند در جهان مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. در این بین با توجه به ارزش بالای تغذیه‌ای فیبرهای دارای خاصیت پری‌بیوتیکی تحقیقات زیادی در زمینه امکان تولید و تاثیر افزودن این ترکیبات روی فراورده‌های غذایی در حال انجام می‌باشد [۱]. پری‌بیوتیک‌ها الیگوساکارید و پلی‌ساکاریدهای غذایی غیر قابل هضمی هستند که با تحریک رشد یا فعالیت تعداد محدودی از باکتری‌های دستگاه گوارش میزبان (به‌ویژه پروبیوتیک‌ها) به‌صورت کارا و موثر منجر به تقویت سلامتی میزبان می‌شوند [۱] و [۲].

اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز ترکیبات غذایی پری‌بیوتیکی هستند که در گیاهان خوراکی متعددی وجود دارند. آنها پلی و الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم بوده و به‌عنوان فیبر رژیمی طبقه‌بندی شده‌اند. [۳] و [۴]

اینولین پودری سفید، بی بو، قابل حل، با کمی مزه شیرین و بدون هیچ پس طعمی است [۵]. این ماده یک کربوهیدرات غیر قابل هضم و جزء دسته فروکتان‌ها است. معمولاً یک ملکول گلوکز به انتهای زنجیره فروکتوزی آن متصل و تشکیل یک ملکول ساکارز را می‌دهد [۶] و [۷]. درجه پلی‌مریزاسیون اینولین در محدوده بین ۲ تا ۶۰ است. اینولین در طبیعت به‌صورت کربوهیدرات ذخیره‌ای در گیاهان و پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی در برخی میکروارگانیسم‌ها یافت می‌شود [۶]. به دلیل این‌که اینولین به آسانی در آب پخش می‌شود، می‌تواند به‌عنوان منبع فیبر در نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار گیرد [۸]. حساسیت اینولین به pH پایین و حرارت بالا به‌خاطر زنجیره طولانی‌تر آن کمتر از الیگوفروکتوز است. در اینولین با افزایش درصد ماده خشک، هیدرولیز کم و پایداری زیاد می‌شود. اینولین در هنگام هیدرولیز به فروکتوز تجزیه شده و ارزش تغذیه‌ای آن پایین می‌آید [۹].

فروکتوالیگوساکارید ترکیبی از الیگوساکاریدهاست که توسط واحدهای فروکتوز با اتصال (۱→۲) بتا به هم متصل شده‌اند. برخی از این ملکول‌ها به یک واحد گلوکز وصل شده‌اند. درجه پلی‌مریزاسیون فروکتوالیگوساکارید عمدتاً در محدوده

بین ۲ و ۹ است. دارای طعم شیرین ملایم و یک جایگزین طبیعی برای شکر است. خیلی محلول‌تر از قند می‌باشد. کریستالیزه نمی‌شود و یک احساس خشک یا شنی در دهان باقی می‌گذارد [۱۰]. فروکتوالیگوساکارید خیلی محلول‌تر از اینولین است [۱۱]. فروکتوالیگوساکارید به‌خاطر دارا بودن زنجیر کوتاه‌تر نسبت به اینولین حساسیتش به pH پایین و حرارت بالا بیشتر از اینولین است. با افزایش درصد ماده خشک هیدرولیز کم و پایداری زیاد می‌شود [۱۰].

پلی‌دکستروز، پلی‌ساکاریدی با وزن ملکولی پایین [۱۲] و به‌طور عمده متشکل از واحدهای د-گلوکز با اتصال ۶→۱ از نوع آلفا است که در برخی از قسمت‌های آن پیوندهایی با سوربیتول و اسید سیتریک وجود دارد [۱۳]. متوسط درجه پلی‌مریزاسیون آن ۱۲ است [۱۲]. این ماده دارای ته مزه شیرین و فاقد هرگونه رنگ و طعم نامطلوب در محصول، افزایش دهنده قوام و ویسکوزیته بدون ایجاد کدورت و مناسب برای نوشیدنی‌های شفاف است. همچنین دارای حلالیت عالی و پایداری در pH و درجات حرارت مختلف است. [۱۴].

فرزان مهر و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادن که مقدار قند احیاء و قند کل در نمونه‌های شکلات شیری دارای اینولین و پلی‌دکستروز در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت [۱۵].

**Renuka** و همکاران در سال ۲۰۰۹، آب‌میوه‌های منتخب (آب آناناس، انبه و پرتقال) را با فروکتوالیگوساکارید به‌عنوان یک پری‌بیوتیک کم کالری، غنی سازی کردند. نتایج نشان دادند ساکارز که معمولاً به‌عنوان شیرین کننده در نوشیدنی‌های آب‌میوه استفاده می‌شود، می‌تواند به‌طور جزئی با فروکتوالیگوساکارید بدون تاثیر مشخص بر کیفیت کلی جایگزین شود. نوشیدنی‌های آب‌میوه برای ارزیابی تغییرات فیزیکیوشیمیایی و حسی طی مدت ۶ ماه انبارمانی در درجه حرارت محیط (۲۵±۲) و درجه حرارت یخچال (۴±۰)

نگهداری شدند. PH مواد جامد کل اسیدیته قابل تیترو و رنگ به‌طور مشخصی طی انبارمانی تغییر نکرد. مقدار مواد جامد کل بعد از ۶ ماه نگهداری در دو دمای (۲۵±۲)°C و ۴°C بسته به نوع آب‌میوه بین ۱۵ تا ۱۶ گزارش شد. این فاکتور طی دوره نگهداری پایدار بود و اختلافی از نظر آماری

هرکدام در نسبت‌های ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ درصد به آنها اضافه شدند. همه نمونه‌های تهیه شده در شیشه‌های ۲۰۰ میلی لیتری پر شدند و در مجموع ۷۰ نمونه همگن و یکنواخت برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها در روز اول تولید و دوره‌های بعدی نگهداری در دو دمای مختلف تهیه شد. نمونه‌ها در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه شدند. برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها شامل مواد جامد محلول در آب، قند احیاء و قند کل در روز اول از هر ۱۰ نمونه شامل نمونه شاهد، آب سیب با ۲/۵٪ اینولین (تیمار ۱)، ۳/۵٪ اینولین (تیمار ۲) و ۴/۵٪ اینولین (تیمار ۳) و آب سیب با ۲/۵٪ فروکتوالیگوساکارید (تیمار ۴)، ۳/۵٪ فروکتوالیگوساکارید (تیمار ۵) و ۴/۵٪ فروکتوالیگوساکارید (تیمار ۶) و ۲/۵٪ پلی‌دکستروز (تیمار ۷)، ۳/۵٪ پلی‌دکستروز (تیمار ۸) و ۴/۵٪ پلی‌دکستروز (تیمار ۹) به‌طور تصادفی انتخاب گردید. سایر نمونه‌ها به دو بخش تقسیم شدند و در دو دمای  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  (دمای یخچال) و  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  (دمای محیط) برای بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نامبرده به مدت ۶ ماه نگهداری شدند.

## ۲-۱- بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری مواد جامد قابل حل در آب (بریکس) به‌وسیله رفاکتومتر انجام شد. برای انجام آن ابتدا به‌وسیله آب مقطر رفاکتومتر کالیبره شد و پس از آن یک قطره از نمونه روی سطح شیشه رفاکتومتر قرار گرفت و با بستن در رفاکتومتر و تنظیم خط وسط، عدد مورد نظر روی صفحه دیجیتال آن خوانده شد. پس از آن سطح شیشه رفاکتومتر کاملاً با آب مقطر تمیز شد و برای قرار دادن نمونه بعدی آماده گردید. برای اندازه‌گیری قندهای احیاء و کل از روش لین - آنیون و طبق روش گفته شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ استفاده شد [۱۹].

## ۲-۲- روش آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها:

برای ارزیابی تغییرات کلی مواد جامد قابل حل در آب، قند احیاء و قند کل نتایج به‌دست آمده در مورد هر یک از تیمارها در روزها، دماهای نگهداری، مواد پری‌بیوتیک و مقادیر مختلف

در سطح ۵٪ میان زمان صفر و روز ۱۸۰ از نگهداری در دو دمای محیط و یخچال مشاهده نشد [۲].

Keenan و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند که پوره‌های سیب غنی شده با دو پری‌بیوتیک اینولین و فروکتوالیگوساکارید در مقایسه با نمونه شاهد دارای بریکس بالاتری بودند که نشان دهنده بالا رفتن قند محلول در پوره‌های غنی شده با پری‌بیوتیک‌ها به‌دلیل وجود گلوکز، فروکتوز و ساکارز (اینولین ۱۰٪ و فروکتوالیگوساکارید ۱۴٪) در آنها است. همچنین نشان دادند که مقدار بریکس طی دوران ۳۰ روز نگهداری پایدار بود [۱۶].

آب سیب می‌تواند به لحاظ امکان تولید صنعتی و مقبولیت بالا در بین اقشار مختلف جامعه و نیز حامل مناسب فیبر محلول غذایی با خاصیت پری‌بیوتیکی نظیر اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز برای این تحقیق استفاده شود. در این راستا آگاهی از میزان تغییرات فیزیکوشیمیایی ایجاد شده توسط این مواد در محصول نهایی ضروری به نظر می‌رسد.

## ۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، کنسانتره سیب از شرکت عالی‌فرد (ایران)، اینولین (Fibruline S20) و فروکتوالیگوساکارید (Fibrulose F97) از شرکت Cosucra (بلژیک) و پلی‌دکستروز Ultra™ از شرکت Danisco (دانمارک) خریداری شدند. سپس برای تهیه آب سیب شفاف بر اساس ویژگی‌های آب سیب تعریف شده در استاندارد ملی ایران شماره ۳۶۵ [۱۷]، آبی که تحت فرایند اسمز معکوس قرار گرفته بود به کنسانتره سیب اضافه شد تا بریکس محصول نهایی به ۱۴ برسد و به‌خوبی با هم مخلوط شدند. قسمتی از این مخلوط به‌عنوان شاهد جدا شد و مابقی آن برای تهیه تیمارها به سه قسمت تقسیم شد: هر کدام از این قسمت‌ها نیز به سه قسمت تقسیم شدند و برای موثر واقع شدن ترکیب پری‌بیوتیکی طبق دستورالعمل اداره نظارت بر مواد غذایی [۱۸]، به‌ترتیب اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز

مورد استفاده این مواد با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ۱۳ و یک سری تحلیل واریانس به همراه تست تعقیبی دانکن مورد بررسی قرار گرفت.

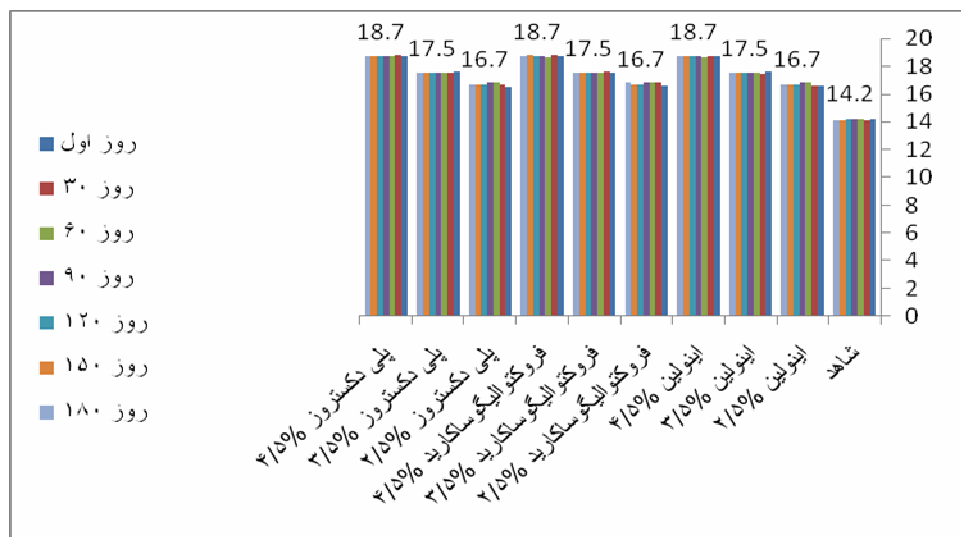
### ۳- نتایج

#### ۳-۱- تغییرات مواد جامد محلول در آب

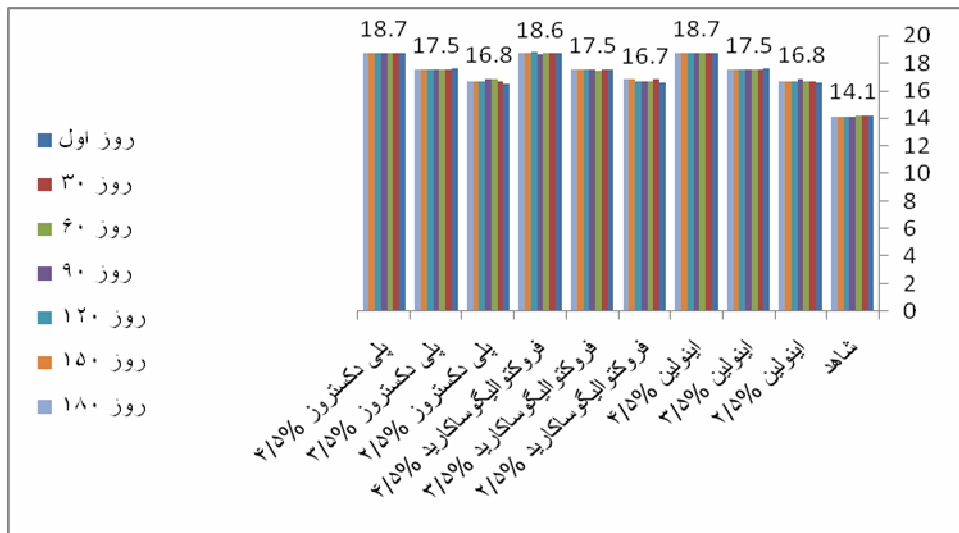
جهت تعیین تغییرات مواد جامد محلول در آب در هر کدام از ۱۰ تیمار مورد اندازه گیری و در دو دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  در بازه های زمانی یک ماهه اندازه گیری انجام شد.

یافته های مربوط به اندازه گیری مواد جامد محلول در آب در نمونه شاهد و نمونه های تیمار شده با اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی دکستروز در روز اول و روزهای ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ نگهداری در دماهای  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  به ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. بر اساس روش آماری تحلیل واریانس به همراه آزمون تعقیبی دانکن، مقدار تغییرات مواد جامد محلول در آب بین تمامی گروه ها در تمام روزها و در هر دو دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  با یکدیگر اختلاف آماری معنی دار ندارند ( $p < 0.05$ ). در تحقیق حاضر مشاهده شد که بعد از افزودن ماده پری بیوتیک و نیز مقدار مورد

استفاده از این مواد، مقدار مواد جامد محلول در آب افزایش یافت. به طوری که با افزودن هریک از مواد پری بیوتیک صرف نظر از مقدار ماده مورد استفاده، دما و زمان نگهداری مقدار مواد جامد محلول در آب از مقدار ۱۴/۱٪ در نمونه شاهد به مقدار ۱۷/۶٪ در نمونه های آب سیب شفاف دارای ماده پری بیوتیک رسید. همچنین با افزایش مقدار ماده پری بیوتیک صرف نظر از نوع ماده مورد استفاده، دما و زمان نگهداری مقدار مواد جامد محلول در آب از ۱۴/۱٪ در نمونه شاهد به ترتیب به ۱۶/۶٪، ۱۷/۵٪ و ۱۸/۷٪ در نمونه های دارای ۲/۵٪، ۳/۵٪ و ۴/۵٪ ماده پری بیوتیک رسید. علت این افزایش ها همان طور که در نتایج دیگر تحقیقات ذکر شد به دلیل افزایش مقدار مواد جامد محلول در آب به دلیل ترکیبات قندی موجود در این پری بیوتیک ها است. همچنین تغییر زمان و دمای نگهداری تاثیر قابل توجهی روی مقدار مواد جامد محلول در آب در سطح معنی داری ۵٪ نداشت به طوری که مقدار مواد جامد محلول در آب در روزها و دماهای مختلف نگهداری صرف نظر از نوع مقدار ماده در حدود ۱۷/۳٪ بود. این یافته ها با نتایج Renuka و همکاران در سال ۲۰۰۹ و Keenan و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطابقت دارد [۲] و [۱۶].



شکل ۱ میزان تغییرات مواد جامد محلول در آب همه نمونه ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای  $4^{\circ}\text{C}$



شکل ۲ میزان تغییرات مواد جامد محلول در آب همه نمونه‌ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۵°C

یکدیگر می‌باشد. همچنین مشاهده شد که با افزایش مقدار هر یک از پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده مقدار قند احیاء به‌طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه شاهد و در مقایسه با نمونه‌های حاوی مقدار کمتر ماده پری‌بیوتیک افزایش یافت. به‌طوری‌که مقدار قند احیاء از ۹/۴۵ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در نمونه شاهد به ترتیب به ۱۰/۰۲، ۱۰/۴۲ و ۱۰/۸۳ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در نمونه‌های دارای ۲/۵٪، ۳/۵٪ و ۴/۵٪ ماده پری‌بیوتیک رسید. این مقدار مستقل از نوع پری‌بیوتیک، دما و زمان نگهداری بود. دلیل احتمالی این افزایش نیز می‌تواند به‌خاطر افزایش میزان قندهای احیاء گلوکز و فروکتوز موجود در ساختار ماده پری-بیوتیک با افزایش مقدار این مواد باشد. این نتایج با یافته‌های فرزنان‌مهر و همکاران در سال ۲۰۰۸ [۱۵] در رابطه با زمان نگهداری، مقدار قند احیاء به‌میزان کمی با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت و مقدار آن از ۹/۸۷ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در روز اول به ۱۰/۷۶ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در روز ۱۸۰ رسید. در رابطه با تغییر دمای نگهداری، مقدار قند احیاء به‌میزان کمی با افزایش دمای نگهداری افزایش یافت و مقدار آن از ۱۰/۲۴ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در دمای ۴°C به ۱۰/۴۹ در دمای ۲۵°C رسید. در هر دو مورد تغییر دما و زمان نگهداری، علت این افزایش احتمالاً به‌دلیل تجزیه جزئی ماده پری‌بیوتیک با افزایش دما و زمان نگهداری و آزاد شدن قندهای احیاء گلوکز و فروکتوز موجود در ساختار این مواد است.

**قند کل:** قند کل یا قند بعد از آب‌کافت نشان دهنده مجموع گلوکز و فروکتوز و ساکارز می‌باشد. مشاهده شد که با افزودن

## تغییرات قند احیاء و قند کل

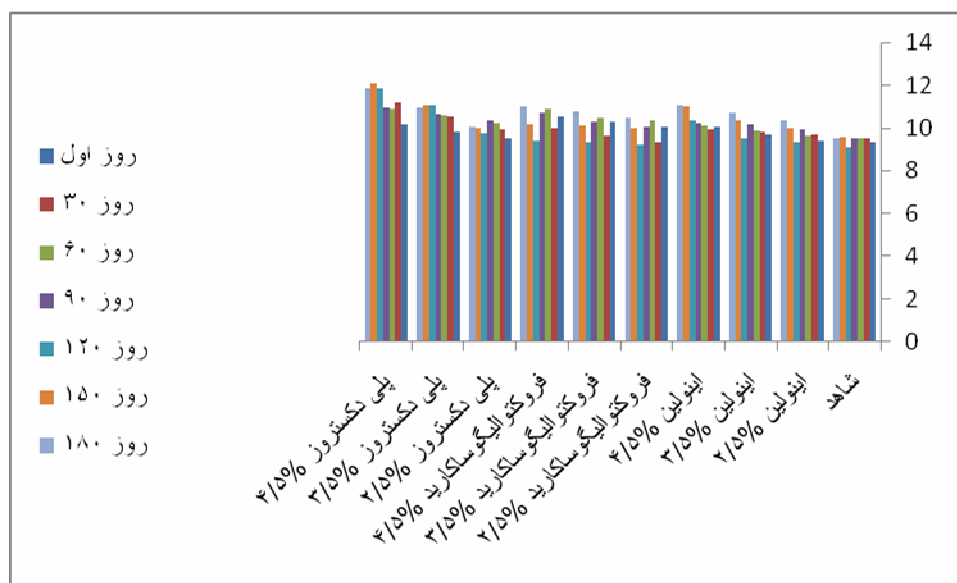
جهت تعیین تغییرات قند احیاء و قند کل در هر کدام از ۱۰ تیمار مورد اندازه‌گیری و در دو دمای ۴°C و ۲۵°C در بازه‌های زمانی یک ماهه، اندازه‌گیری انجام شد.

یافته‌های مربوط به اندازه‌گیری قند احیاء و قند کل در نمونه شاهد و نمونه‌های تیمار شده با اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز در روز اول و روزهای ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ نگهداری در دماهای ۴°C و ۲۵°C به ترتیب در نمودارهای ۳ تا ۶ نشان داده شده است. بر اساس روش آماری تحلیل واریانس به همراه آزمون تعقیبی دانکن، مقدار تغییرات قند احیاء و قند کل بین تمامی گروه‌ها در تمام روزها و در هر دو دمای ۴°C و ۲۵°C با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌دار دارند ( $p < 0/05$ ).

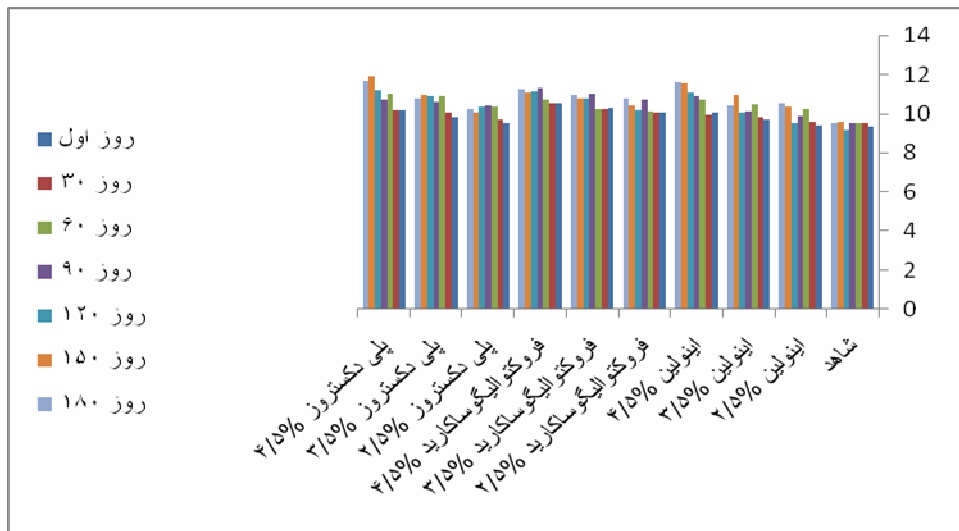
**قند احیاء:** قند احیاء یا قند قبل از آب‌کافت نشان دهنده مجموع گلوکز و فروکتوز می‌باشد. در تحقیق حاضر مشاهده شد که با افزودن هر یک از مواد پری‌بیوتیک صرف‌نظر از مقدار ماده، دما و زمان نگهداری، مقدار قند احیاء در مقایسه با نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) افزایش یافت و مقدار آن از ۹/۴۵ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر به ترتیب به ۱۰/۲۵، ۱۰/۳۹ و ۱۰/۶۴ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر در نمونه‌های دارای مواد پری‌بیوتیک اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز رسید که به‌علت ساختار ملکولی و نوع قند موجود در این مواد می‌باشد. در بین این مواد اینولین دارای کمترین مقدار قند احیاء و پلی‌دکستروز دارای بیشترین مقدار قند احیاء است که علت این امر هم تفاوت ساختاری این سه ماده پری‌بیوتیک با

دارد. در رابطه با زمان نگهداری، مقدار قند کل به میزان کمی با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت و مقدار آن از  $13/91$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در روز اول به  $13/23$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در روز  $120$  رسید و در روز  $150$  و  $180$  نگهداری مقدار افزایش یافت و به ترتیب به  $13/89$  و  $13/78$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در رسید. علت این تغییرات این است که احتمالاً با گذشت زمان نگهداری تا روز  $120$  ساکارز موجود در ساختار مواد پری بیوتیک تجزیه شد و موجب افزایش مقدار قند احیاء و کاهش مقدار قند کل شد، از روز  $150$  به دلیل زیاد شدن مقدار قندهای گلوکز و فروکتوز موجود در محیط و قرار گرفتن سر آلدیدی گلوکز در کنار سرکتوزی فروکتوز میان این دو ماده واکنش صورت گرفته و با تشکیل شدن ساکارز مقدار قند کل مجدداً افزایش یافت و به مقدار آن در روز اول نگهداری نزدیک شد و با افزایش زمان نگهداری در روز  $180$  دوباره مقداری از ساکارز تجزیه شد و مقدار قند کل کمتر از روز  $150$  شد. در رابطه با تغییر دمای نگهداری، مقدار قند کل به میزان کمی با افزایش دمای نگهداری کاهش یافت و مقدار آن از  $13/62$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  به  $13/58$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  رسید. علت این کاهش احتمالاً به دلیل تجزیه جزئی ساکارز موجود در ماده پری بیوتیک با افزایش دمای نگهداری و آزاد شدن قندهای احیاء گلوکز و فروکتوز موجود در ساختار این مواد است.

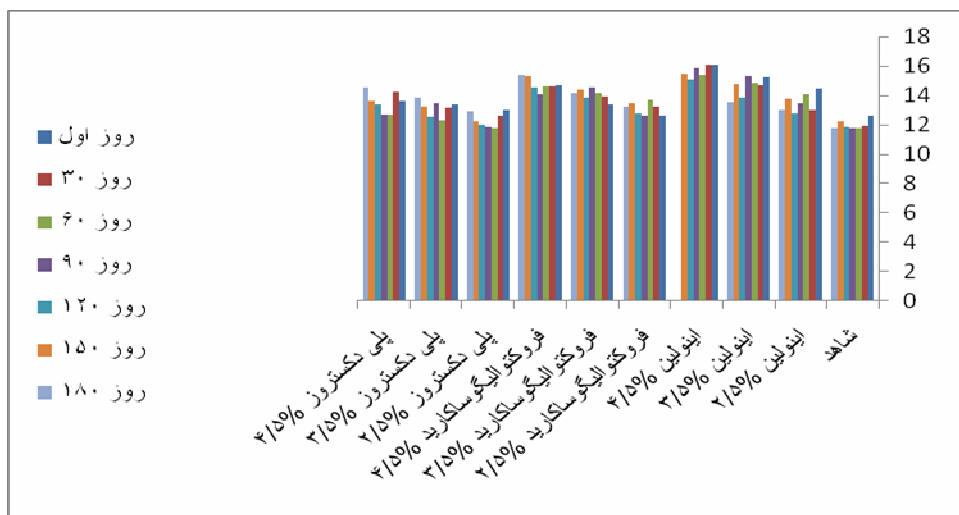
هر یک از مواد پری بیوتیک صرف نظر از مقدار ماده، دما و زمان نگهداری، مقدار قند کل در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی داری ( $P < 0/05$ ) افزایش یافت و مقدار آن از  $11/94$  گرم بر  $100$  میلی لیتر به ترتیب به  $13/87$ ،  $14/45$  و  $13/11$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در نمونه های دارای مواد پری بیوتیک اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی دکستروز رسید که به علت ساختار ملکولی و نوع قند موجود در این مواد می باشد. در بین این مواد اینولین دارای بیشترین مقدار قند کل و پلی دکستروز دارای کمترین مقدار قند کل است که علت این امر هم تفاوت ساختاری این سه ماده پری بیوتیک با یکدیگر و مقدار بیشتر ساکارز موجود در ساختار اینولین در برابر مقدار کمتر گلوکز و فروکتوز آزاد موجود در این ماده می باشد. همچنین مشاهده شد که با افزایش مقدار هر یک از پری بیوتیک های مورد استفاده مقدار قند کل به طور معنی داری در مقایسه با نمونه شاهد و در مقایسه با نمونه های دارای مقدار کمتر ماده پری بیوتیک افزایش یافت. به طوری که مقدار قند کل از  $11/94$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در نمونه شاهد به ترتیب به  $12/94$ ،  $13/88$  و  $14/61$  گرم بر  $100$  میلی لیتر در نمونه های دارای  $2/5\%$ ،  $3/5\%$  و  $4/5\%$  ماده پری بیوتیک رسید. این مقدار مستقل از نوع پری بیوتیک، دما و زمان نگهداری بود. دلیل احتمالی این افزایش نیز می تواند به خاطر افزایش میزان قندهای گلوکز، فروکتوز و ساکارز موجود در ساختار ماده پری بیوتیک با افزایش مقدار این مواد باشد. این نتایج با یافته های فرزانه مهر و همکاران در سال  $2008$  مطابقت



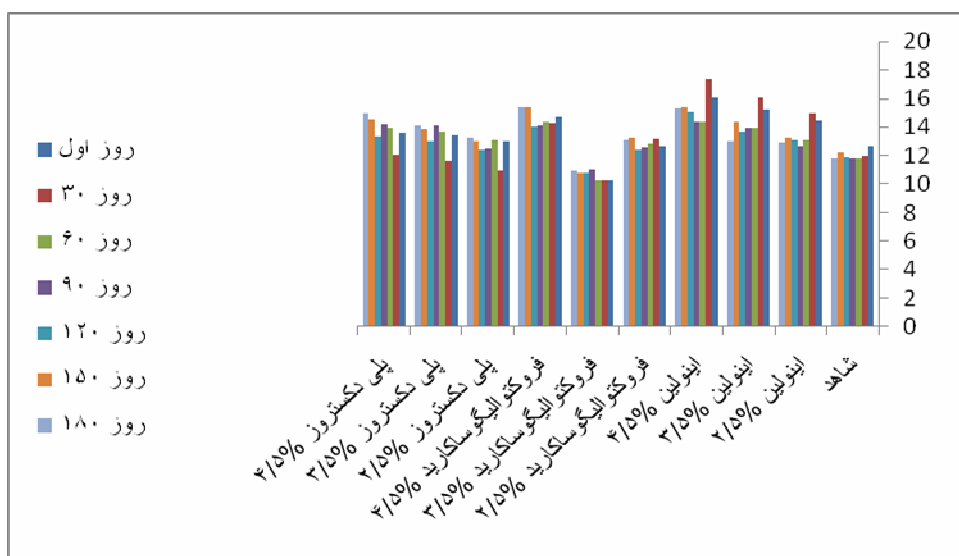
شکل ۳ میزان تغییرات قند احیاء همه نمونه ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای  $4^{\circ}\text{C}$



شکل ۴ میزان تغییرات قند احیاء همه نمونه‌ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۵°C



شکل ۵ میزان تغییرات قند کل همه نمونه‌ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۵°C



شکل ۶ میزان تغییرات قند کل همه نمونه‌ها طی ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۵°C

- development, marketing and consumer acceptance: A review. *Appetites* 1, 456-467.
- [2] Renuka, B., Kuulkarni, S. G., Vijayanand, P., Prapulla, S. G. 2009. Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. *Learning With Technologies-Food Science and Technology* 42, 1031-1033.
- [3] Gibson, G., Probert, H., Loo, J., Rastall, R., Roberfroid, M. 2004. Dietary modulation of the human colonic micro biota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews* 17, 259-275.
- [4] Roberfroid, M., Slavin, J. 2000. Nondigestible oligosaccharides. *Clinical Reviews in Food Science and Nutrition* 40, 461-480.
- [5] Niness, K. R. 1999. Inulin and oligofructose: What are they?. *Journal of Nutrition* 129, 14025-14065.
- [6] Causey, J. L. Feirtag, J. M. Gallaher, D. D., Tunland, B. C., Slavin, J.L. 2000. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemia men. *Nutrition Research* 20, 191-201.
- [7] Roberfroid, M. B. 2005. Introducing inulin- type fructans. *British Journal of Nutrition* 93 (1), 13-25.
- [8] Dahl, W. J., Whiting, S. J., Issac, T. M., Weeks, S. J., Arnold, C. J. 2005. Effects of thickened beverages fortified with inulin on beverage acceptance, gastrointestinal function, and bone resorption in institutionalized adults. *Nutrition* 21, 308-311.
- [9] Villegas, B., Costell, E. 2007. Flow behavior of inulin milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *Int. Dairy J* 17, 776-781.
- [10] Frank, A. 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* 87 (2), S287-291.
- [11] Morris, C., Morris, G. A. 2012. The effect of inulin and fructooligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. *Food Chemistry* 133, 237-248.
- [12] Oliveira, R. P. S., Florence, A. C. R., Silva, R. C., Perego, P., Converti, A., Gioielli, L., Oliveira, M. N. 2009. Effects of different prebiotics on the fermentation kinetics, probiotic survival and fatty acids

## ۴- نتیجه گیری

به طور کلی پری بیوتیک ها از مواد قندی تشکیل شده اند. بنابراین مشخص است که افزایش ماده پری بیوتیک و نیز افزایش مقدار مورد استفاده از این مواد تاثیر قابل توجهی ( $p < 0.05$ ) روی میزان مواد جامد محلول در آب، مقدار قند احیاء و قند کل نمونه ها داشته باشد و موجب افزایش این فاکتورها نسبت به آب سیب شفاف بدون ماده پری بیوتیک - شود. همچنین از آنجایی که مقدار مواد جامد محلول در آب می تواند متشکل از مواد قندی و غیر قندی باشد، همان طور که مشاهده شد مقدار آن بیشتر از مقدار قند احیاء و قند کل شد. با توجه به این که از تفاضل مقدار قند کل از قند احیاء مقدار ساکارز به دست می آید و از آنجایی که مقدار ساکارز معیاری برای سنجش شیرینی نمونه ها است، مشخص شد که میزان شیرینی نمونه های آب سیب شفاف با افزودن ماده پری بیوتیک و مقدار این مواد افزایش یافت. ساختار ملکولی پلی دکستروز متشکل از واحدهای گلوکز است، در حالی که در فروکتوالیگوساکارید و اینولین واحدهای فروکتوز نیز وجود دارد، در نتیجه نمونه های دارای اینولین و فروکتوالیگوساکارید دارای شیرینی بیشتر از نمونه شاهد و نمونه های دارای پلی - دکستروز دارای شیرینی کمتری از نمونه شاهد شدند. همچنین میزان پایداری نمونه ها در نتیجه تجزیه کمتر مواد قندی تشکیل دهنده در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و ماه های اول نگهداری بیشتر است و در نمونه های آب سیب شفاف میزان پایداری بیشتر از نمونه های آب سیب شفاف دارای ماده پری بیوتیک است.

## ۵- سپاسگزاری

از استاد محترم دانشگاه علوم پزشکی تبریز جناب آقای دکتر محمد اصغری جعفرآبادی، از دانشکده تغذیه و معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی تبریز به خاطر حمایت مالی این تحقیق، همچنین از شرکت عالی فرد (سن ایچ) که در انجام این تحقیق حمایت و مساعدت داشته اند، تشکر و قدردانی می گردد.

## ۶- منابع

- [1] Siro, I., Kopolna, E., Kopolna, B., Lugasi, A. 2008. Functional food. Product



- [16] Keenan, F., Brunton, N., Butler, F., Wouters, R., Gormley, R. 2011. Evaluation of thermal and high hydrostatic pressure processed apple purees enriched with prebiotic inclusions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12, 261-268.
- [17] National standard. 1389. No. 365, revised fourth. ICS-Code: 67.060, 67.160. 20.
1. [18] Instructions to evaluate the functional food. Ministry of Health and Medical Education. 1389. PEI/Cr V/0045. 8.
- [19] National standard. 1386. No. 2685, revised first.
- profiles in non fat symbiotic fermented milk. *International Journal of Food Microbiology* 128 (3), 467\_472.
- [13] Codex alimentarius. 2009. Fourth edition. 297.
- [14] Craig, S. A. S., Holden, J. F., Troup, J. P., Auerbach, M. H., and Frier, H. I. 1998. Polydextrose as soluble fiber: physiological and analytical aspects. *Cereal Foods World* 43, 370.
- [15] Fezzan mehr, H., abbasi, S., sahari, M.A. 2008. Evaluation Effect of Sugar Replacements on Some Physicochemical, Rheological and Organoleptic Properties of Milk Chocolate. *Journal of Food Science and Technology* 3 (3), 65-82.

## Comparison of the effect of inulin, fructooligosaccharide and polydextrose on physicochemical characteristics of clear apple juice during six month storage at 4°C and 25°C

Homayouni Rad, A. <sup>1</sup>, Hojat Ansari, H. <sup>2\*</sup>, Aref Hosseini, S. R. <sup>3</sup>

1. Associate Professor, Dept. Of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Science, Tabriz University of Medical Science
2. M.Sc. Student of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Science, Tabriz University of Medical Science
3. Associate Professor, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Science, Tabriz University of Medical Science

(Received: 93/2/24 Accepted: 93/10/21)

Aim of this study was to produce prebiotic clear apple juice that in addition to having healthy effects for consumers could keep its quality properties. In this investigation Inulin, fructooligosaccharide and polydextrose, were added to clear apple juice as prebiotic components in three dosages: 1.5, 2.5 and 3.5 percent and one sample was prepared as a blank without adding any prebiotic. All samples were held in 4°C and 25°C for 6 month and some of their physicochemical characteristics including soluble solids (Brix), reduced sugar and total sugar were measured in the first day of production and at intervals of one month for the whole 6 months. The results showed that with adding prebiotic the amount of Brix, reduced sugar and total sugar was increased. For Brix it became of 14.1% in control sample to 17.6% in samples that contain prebiotic, reduced sugar was 9.45 g/100 ml in blank and after adding prebiotic it became up to 10, total sugar was near 12 in blank and after adding prebiotic it became 13 and 14 up to kind of prebiotic. The most amounts for reduced sugar was in samples containing poly dextrose and the least amount was in samples containing inulin. For total sugar the most amounts was in samples containing inulin and the least amount was in samples containing polydextrose. Increasing in dosage of prebiotic increases the variation amount in comparison to blank sample and samples contain less prebiotic. With increasing of the temperature and time of storage the rate of reduced sugar changing increased and total sugar changing decreased for each sample in comparison to the control sample and it doesn't any effect on Brix. Samples with prebiotic were sweeter than blank in result of their sugar content and inulin and fructooligosaccharide create sweetener product.

**Keyword:**Inulin, Fructooligosaccharide, Poly dextrose, Clear apple juice

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: [hansari@sunich.Org.com](mailto:hansari@sunich.Org.com)