# بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی سین بیوتیک غنی شده با عصاره جوانه‌های ارزن، چاودار و یونجه

محسن محمدی[۱]، **لیلا نوری**[۱*]، امیرمحمد مرتضویان[۲]

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دامغان، سمنان، ایران
دانشکده و انستیتوی تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی، تهران، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸**

## چکیده

به دلیل افزایش آگاهی جوامع بشری از اثرات سلامتی‌بخش فراورده‌های سین‌بیوتیک، تولید و مصرف این محصولات روند رو به رشدی داشته است، اما بیشتر محصولات از جمله نوشیدنی‌ها در بازار جهانی پایه لبنی داشته و به تولید و گسترش غذاهای سین‌بیوتیک بر پایه غلات، توجه کمتری شده است. بنابراین، در این پژوهش سعی شده نوشیدنی تخمیری سین‌بیوتیک بر پایه غلات با خواص عملگرا و سلامتی بخش با ویژگی‌های مطلوب برای مصرف‌کننده ارائه گردد. برای تولید این نوشیدنی از عصاره جوانه‌های یونجه، ارزن و چاودار که باکتری‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس کازئی* در آن تلقیح شده و اینولین و الیگوفروکتوز (۰، ۱/۵ و ۳ ٪) به‌عنوان پری‌بیوتیک استفاده شده است. فرمولاسیون‌های تهیه شده در دمای ۱±۴ °C نگهداری شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها (کدورت، رسوب، اتانول و ترکیبات فنلی) در روزهای ۱، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸، ارزیابی شد و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS آنالیز شدند. نتایج نشان دادکه با حضور اینولین، الیگوفروکتوز، درصد پلی‌فنل به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد؛ اما گذشت زمان و فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* سبب افزایش آن شد ($p\leq 0.05$). افزودن اینولین و الیگوفروکتوز، گذشت زمان و همچنین فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *پلانتاروم* باعث افزایش درصد کدورت شد ($p\leq 0.05$). می‌توان گفت با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز، درصد رسوب نوشیدنی‌ها کاهش یافت ($p\leq 0.05$). همچنین، افزایش درصد اینولین و مخصوصا الیگوفروکتوز، گذشت زمان و همچنین فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *پلانتاروم* باعث افزایش درصد اتانول شد ($p\leq 0.05$).

**واژگان کلیدی:** سین‌بیوتیک، لاکتوباسیلوس، جوانه، غلات، اینولین، الیگوفروکتوز.

* Nouri.le.ir@gmail.com

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

## مقدمه

در سال‌های اخیر، آگاهی مصرف‌کنندگان در مورد غذا نشان می‌دهد که نقش اصلی یک رژیم غذایی نه تنها تامین مواد مغذی کافی برای برآوردن نیازهای متابولیک بدن بلکه تعدیل و بهبود عملکردهای مختلف بدن است و در نتیجه گرایش آنها به غذاهای سالم در سراسر جهان رو به افزایش است (۱). تلاش‌های قابل‌توجهی برای تأثیرگذاری بر میکروبیوتای روده از طریق رژیم‌های غذایی انجام شده است، به‌گونه‌ای که سلامت میزبان به‌طور مفیدی تحت تأثیر قرار گیرد. اعتقاد مصرف‌کننده به اینکه برخی غذاها می‌توانند فواید سلامت‌بخشی را از خود نشان دهند، منجر به ابداع واژه غذاهای عملگرا شده است.

گراجک و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غذای عملگرا برخی از سویه‌های باکتریایی و محصولات با منشاء گیاهی و حیوانی را شامل می‌شوند که ترکیبات فعال فیزیولوژیکی مفید برای سلامت انسان دارند و درکاهش خطر بیماری‌های مزمن موثر است (۲).

استفاده از پروبیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها در ترکیبات غذایی یکی از راهکارهای تغییر ترکیب و ساختار میکروبیوتای روده می‌باشد (۳). پروبیوتیک‌ها را می‌توان به‌عنوان فراورده‌ای حاوی میکروارگانیسم‌های زنده و با تعداد کافی تعریف کرد که میکروفلور میزبان را از طریق استقرار یا کلونیزاسیون تغییر می‌دهند و بنابراین اثرات مفیدی بر سلامت میزبان دارند (۴). میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک با تغییر میکروبیوتای روده بر روند فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی میزبان و در نتیجه بر سلامت او تأثیر می‌گذارند (۵). خواص ضد سرطانی و ضد جهش‌زایی، تحریک، تقویت و تنظیم سیستم ایمنی بدن در برابر حساسیت‌ها، استرس و مسمومیت‌ها، کاهش کلسترول خون، خواص ضد عفونت، بهبود ناسازگاری لاکتوز و افزایش ارزش تغذیه‌ای برخی از اثرات مفید و سلامتی‌بخش در محصولات پروبیوتیکی می‌باشد (۶). باکتری‌های اسید لاکتیک به‌طورعمده لاکتوباسیل‌ها و بیفیدوباکتری‌ها به‌عنوان پرمصرف‌ترین سویه‌های پروبیوتیک هستند که می‌توانند در سیستم روده زنده بمانند (۷). پری‌بیوتیک‌ها شامل الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم یا کم هضم در دستگاه گوارش فوقانی انسان می‌باشندکه پس از رسیدن به محیط روده به‌عنوان منبع کربن یا انرژی، به‌طور انتخابی رشد و یا فعالیت پروبیوتیک‌ها را تحریک می‌کنند. در واقع اثرات سلامتی‌بخش پری بیوتیک‌ها، مانند پروبیوتیک‌ها است، به شرطی که بتوانند رشد پروبیوتیک‌ها را در روده بزرگ تشدید کنند (۸).

در میان الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم، اینولین[1] و الیگوفروکتوز[2] پری‌بیوتیک‌های شناخته شده‌ای هستند که اثرات مفید آنها به اثبات رسیده است، به‌طوری‌که به‌صورت گزینشی توسط باکتری‌های مفید روده‌ای از جمله بیفیدوباکتری‌ها و لاکتوباسیلوس‌ها تخمیر شده و سبب تحریک رشد آنها در روده می‌شوند (۹ و ۱۰). فروکتان‌های اینولینی، الیگو یا پلیمری متشکل از واحدهای D-فروکتوز با پیوندهای β (۱⟶۲) می‌باشند که در انتها دارای یک واحد گلوکز با پیوند α(۱⟶۲) هستند. این ترکیبات با توجه به درجه پلیمریزاسیون (DP) به الیگوفروکتوزها (DP<۱۰)، اینولین غنی شده با الیگوفروکتوز (مخلوطی از الیگوفروکتوز و اینولین) و اینولین (۱۰≤DP<۶۵) تقسیم می‌شوند. فروکتان‌های نوع اینولین در برابر هضم مقاوم هستند و به‌عنوان فیبر رژیمی عمل می‌کنند که عادات روده را بهبود می‌بخشد (۹ و ۱۱). اینولین عمدتاً به عنوان جایگزین چربی، شکر و پری‌بیوتیک در فراورده‌های لبنی، گوشتی، غلات و نوشیدنی‌ها استفاده می‌شود (۱۲). افزون بر این کاربرد اینولین، مصرف‌کننده را از ویژگی‌های سلامت بخش آن از جمله، تقویت سیستم ایمنی، کاهش تری‌گلیسیریدها و کلسترول و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، بهبود عملکرد روده و درمان یبوست، افزایش جذب کلسیم، منیزیم و آهن، تقویت رشد میکرارگانیسم‌های مفید روده و غیره بهره‌مند می‌سازد (۱۳, ۱۴). همچنین، بر اساس مطالعات انجام شده به‌کارگیری ترکیبات اینولین در نوشیدنی‌ها، آبمیوه‌ها و شکلات‌ها به همراه شیرین‌کننده‌های کم کالری

[1] inullin

[2] Oligofructose

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

قوی مثل آسپارتام وآسه سولفام سبب پوشانده شدن پس‌مزه نامناسب این شیرین‌کننده‌ها و ایجاد بافت و احساس دهانی شبیه نمونه‌های تولید شده با شکر می‌شود. اولیگوفروکتوز نیز سبب بهبود طعم و آروما، شیرینی و بافت ماده غذایی می‌شود. اولیگوفروکتوز، بسیار انحلال‌پذیرتر و شیرین‌تر از اینولین بومی و با زنجیره بلند است. این ترکیب به دلیل شباهت زیاد ویژگی‌های آن به سایر قندها می‌تواند منجر به بهبود احساس دهانی شود (۱۵, ۱۶). همچنین، اولیگوفروکتوز با تخمیر انتخابی توسط پروبیوتیک‌ها در روده سبب تولید اسیدهای کوتاه زنجیر و در نتیجه کاهش pH روده و کاهش رشد باکتری‌های پاتوژن و افزایش سلامت مصرف‌کننده می‌شود (۱۷). سین‌بیوتیک[1] فراورده غذایی است که به‌طور همزمان هر دو عامل پروبیوتیک و پری‌بیوتیک را دارد. در این محصولات، پری‌بیوتیک موجب افزایش زنده‌مانی و ماندگاری پروبیوتیک‌ها در ماده غذایی شده و در نتیجه هنگام مصرف، این غذاها دارای تعداد میکروارگانیسم زنده بیشتری می‌باشند (۱۸و ۱۹).

اغلب مواد غذایی پروبیوتیک در بازار جهانی بر پایه شیر بوده و تلاش‌های اندکی در راستای توسعه و تولید غذاهای پروبیوتیک بر پایه غلات انجام شده است. ارزش تغذیه‌ای بالا و توزیع گسترده غلات، توجه محققان و تولیدکنندگان را به‌استفاده از آنها به‌عنوان مواد پایه برای توسعه مواد غذایی عملگرای تخمیری به خود جلب کرده است (۲۰و ۲۱). علاوه بر این، گزارش شده است که قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها در فراورده‌های بر پایه غلات بیش از فراورده‌های لبنی است. فراورده‌های لبنی به دلیل اسیدیته بالا و pH پایین، محیط مناسبی برای حفظ جمعیت پروبیوتیک‌ها نیستند. از سوی دیگر اسیدی شدن و کاهش نسبی ظرفیت بافری آنها، سبب کاهش توانایی حفاظتی آنها از پروبیوتیک‌ها در برابر اسید معده می‌شود. همچنین به دلیل گرایش افراد جامعه به طعم‌های متفاوت و جدید، افزایش تعداد افراد گیاهخوار ، عدم تحمل لاکتوز و یا داشتن حساسیت نسبت به پروتئین‌های شیر در برخی مصرف‌کنندگان، تقاضا برای محصولات پروبیوتیک غیرلبنی و گیاهی در حال افزایش است (۲۲،۲۱). همچنین، مطالعات نشان داده‌اند فراورده‌های پروبیوتیک بر پایه غلات از خواص حسی مطلوب‌تری برخوردارند و در مقایسه با فراورده‌های لبنی از نظر برخی مواد مغذی نظیر ویتامین‌ها، فیبرهای رژیمی و املاح غنی‌تر هستند (۲۳). علاوه‌بر این غلات به‌سبب داشتن کربوهیدراتهای غیرقابل هضم و فیبرهای محلول در آب همچون بتاگلوکان، آرابینوزایلان، الیگوساکاریدها مثل گالاکتو و فروکتو الیگوساکاریدها و نشاسته‌های مقاوم، در کنار افزایش اثرات سودمند فیزیولوژیکی متعدد می‌توانند سوبسترای مناسبی برای رشد انتخابی میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتری‌های موجود در روده به‌شمار روند (۲۴). دانه کامل غلات منبع غنی از آنتی اکسیدان، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر است که بسیاری از این ترکیبات تحت تاثیر فرآیند جوانه‌زنی قرار می‌گیرند. به‌طورکلی در فرایند جوانه زدن ویتامین‌ها، املاح و پروتئین به مقدار زیادی افزایش می‌یابد، ولی کالری و کربوهیدرات کاهش می‌یابد (۲۵). همچنین، جوانه زدن سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین و کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای مانند تانن، فیتات، پلی‌فنل و فعالیت مهارکنندهٔ آنزیم تریپسین می‌شود (۲۶). بنابراین، جوانه‌ها بستر مناسبی برای رشد پروبیوتیک‌ها می‌باشند و تخمیر سبب بهبود خواص محافظتی، غذایی و سلامت‌بخشی خواهد شد. غلات از جمله ارزن، یونجه و چاودار، سرشار از اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب، مواد معدنی معدنی، ویتامین‌ها، فیبرهای غذایی و پلی فنول‌های مورد نیاز بدن هستند و در کاهش کلسترول و فشار خون، پیشگیری از دیابت، سلامت دستگاه گوارش، پیشگیری از بیماری‌های کلیوی، قلبی-عروقی و سرطان و غیره موثر هستند (۲۷). از سوی دیگر، نوشیدنی‌ها یکی از در دسترس‌ترین مواد غذایی هستند که می‌توانند مواد مغذی مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای آلی و سایر مواد بیولوژیکی فعال را برای بدن فراهم کنند (۲۸). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تولید یک نوشیدنی

[1] synbiotic

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

سین‌بیوتیک جدید مبتنی بر جوانه غلات (ارزن، یونجه و چاودار) تخمیر شده توسط کشت مخلوط *لاکتوباسیلوس کازئی*[1] و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*[2]، با ویژگی‌های کیفی مناسب انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### مواد

سویه‌های باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتو باسیلوس کازئی* با بچ نامبر مشخص از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی و محیط‌های MRS Broth و MRS Agar نیز از ایبرسکو تهیه شد. بذر غلات (یونجه، ارزن و چاودار) از بازار محلی و سایر مواد مورد استفاده در فرمولاسیون و آزمون‌ها (هیدروکسید سدیم، هیپوکلریت سدیم،کربنات سدیم، معرف فولین سیوکالتیو و فنل فتالئین، اتانول، اینولین، اولیگوفروکتوز و ...) از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

### روش‌ها

#### آماده‌سازی کشت پروبیوتیکی

برای تهیه میزان تلقیح باکتریایی از کشت استوک، سویه‌های باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتو باسیلوس کازئی* در محیط‌کشت MRS Broth در دمای ۳۷ °C به مدت ۲۴ h فعال شدند و مجددا کشت دوم از محیط‌کشت MRS Broth بر روی براث دیگر به مدت ۲۴ h و در دمای ۳۷ °C انجام شد. سپس، لوله‌های استریل تهیه شده و به آنها ۵ ml از محیط مایع استریل اضافه شد و از کشت دوم مقادیر مختلفی به داخل کووت منتقل شد. جذب نوری این کشت با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج مخصوص باکتری‌ها و منحنی رشد معادل ۶۱۱ nm خوانده شد. سپس، از این لوله‌های کووت برای شمارش تعداد باکتری ها استفاده شد و در نهایت لوله کووت که دارای نیم مک فارلند، معادل cfu/ml ۱/۳×۱۰^۸ بود، برای تهیه دوز تلقیح انتخاب شد. همچنین، یک قطره از محتوای محیط کشت MRS Broth در سطح محیط جامد MRS Agar برای گرفتن تک کلنی خالص کشت شد (۲۹).

#### آماده‌سازی جوانه غلات

مقدار ۲ kg از بذر هر یک از غلات شامل یونجه، ارزن و چاودار در ۱۰ L از هیپوکلریت سدیم ۷٪ به مدت ۳۰ min خیسانده شد. سپس، بذرها تا رسیدن به pH خنثی با آب مقطر شست‌وشو شدند و در ۱۰ L آب مقطر به مدت ۵ h خیسانده شدند. دانه‌های مرطوب و آبگیری شده داخل ظروف پلاستیکی قرار گرفتند که کف آنها با کاغذ صافی پوشانده شده بود. روی دانه‌هانیز با کاغذ صافی پوشانده شد. دانه‌ها به مدت ۵ روز در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۰ °C و رطوبت نسبی ۹۹ ٪ قرار گرفتند. نمونه‌ها هر ۲۴ h بررسی شدند و در صورت خشک بودن کاغذهای صافی روی نمونه‌ها، مقدار کمی آب بر روی آنها اسپری شد (۳۰).

#### آماده‌سازی نوشیدنی سین‌بیوتیک

ابتدا جوانه‌ها در مرحله نقره‌ای رنگ شدن و قبل از پدیدار شدن رنگ سبز برگ جوانه‌ها، با دستگاه آب میوه‌گیری (نیروی گریز از مرکز) خرد شده، آب جوانه‌ها جداسازی و از صافی عبور داده شد. پس از اختلاط آب جوانه‌ها و پری بیوتیک‌ها (جدول۱)، تیمارها در دمای ۸۰ °C به مدت ۱۰ min پاستوریزه شدند و پس از سرد شدن در ظروف درب دار در محل تاریکی در جای خنک نگهداری شدند (۳۱). در مرحله بعد نیم مک فارلند از باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس کازئی* تحت شرایط استریل مطابق جدول۱ به تیمارهای ۱ تا ۱۲ تلقیح شد. پس از افزودن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک، نوشیدنی‌های تهیه شده در دمای ۳۷ °C (دمای مناسب برای رشد باکتری‌های لاکتیکی) گرمخانه‌گذاری شدند. فرمولاسیون‌های تهیه شده در دمای ۱ ± ۴ °C نگهداری شده و در روزهای ۱، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ نمونه‌برداری شده و ارزیابی شدند.

[1] *Lacticaseibacillus casei*

[2] *Lactiplantibacillus plantarum*

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

**جدول ۱: فرمولاسیون استفاده شده در هر یک از تیمارها**

| باکتریهای هدف | تیمارها | | جوانه ارزن ٪(v/v) | جوانه چاودار ٪(v/v) | جوانه یونجه ٪(v/v) | اینولین ٪(w/v) | الیگوفروکتوز ٪(w/v) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* | $M_{50}R_{25}A_{25}$-$I_0O_0$ | تیمار۱ | ۵۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۰ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_3O_0$ | تیمار۲ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۳ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_0O_3$ | تیمار۳ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۰ | ۳ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_{1.5}O_{1.5}$ | تیمار۴ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| *لاکتوباسیلوس کازئی* | $M_{50}R_{25}A_{25}$-$I_0O_0$ | تیمار۵ | ۵۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۰ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_3O_0$ | تیمار۶ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۳ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_0O_3$ | تیمار۷ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۰ | ۳ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_{1.5}O_{1.5}$ | تیمار۸ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*+ *لاکتوباسیلوس کازئی* | $M_{50}R_{25}A_{25}$-$I_0O_0$ | تیمار۹ | ۵۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۰ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_3O_0$ | تیمار۱۰ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۳ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_0O_3$ | تیمار۱۱ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۰ | ۳ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_{1.5}O_{1.5}$ | تیمار۱۲ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| عدم تلقیح باکتری | $M_{50}R_{25}A_{25}$-$I_0O_0$ | تیمار۱۳ | ۵۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۰ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_3O_0$ | تیمار۱۴ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۳ | ۰ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_0O_3$ | تیمار۱۵ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۰ | ۳ |
| | $M_{50}R_{23.5}A_{23.5}$-$I_{1.5}O_{1.5}$ | تیمار۱۶ | ۵۰ | ۲۳/۵ | ۲۳/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |

## خواص فیزیکی و شیمیایی

### اندازه‌گیری ترکیبات فنلی

تعیین کمی فنول کل با استفاده از روش طیف سنجی بر اساس واکنش با معرف فولین- سیوکالتیو[1] انجام شد. روش فولین- سیوکالتیو از متداول‌ترین روش‌های اندازه‌گیری ترکیبات فنولی می‌باشد. اساس کار در این روش، احیاء معرف فولین توسط ترکیبات فنولی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۱ nm نشان می‌دهد. در این روش، ۰/۵ ml نمونه نوشیدنی و ۲/۵ ml معرف فولین- سیوکالتیو N ۰/۲ درون لوله آزمایش مخلوط شدند. پس از گذشت ۵ min، ۲ ml محلول g/l ۷۵ کربنات‌سدیم به محتوای لوله آزمایش افزوده شد. سپس میزان جذب رنگ نمونه‌ها پس از ۲ h، توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ nm اندازه‌گیری شد. میزان کل ترکیبات فنولی با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک ($R^2$=۰/۹۹۱۲) به‌دست آمد. برای رسم نمودار اسید گالیک، از غلظت‌های mg/l ۴۰۰، ۳۵۰، ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵ از این ماده استفاده شد و در نهایت نتایج به‌صورت mg اسید گالیک به ازای ۱۰۰ mg نمونه گزارش شد.

کدورت از نظر ویژگی‌های ظاهری و بازار پسندی محصول دارای اهمیت است. کدورت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کدورت‌سنج[2] و محلول‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. برای تهیه نتایج مشخص و قابل تکرار، کدورت‌سنج با استفاده از محلول‌های فرمازین (استانداردهای مرجع) تنظیم و کالیبره شد. سپس نمونه‌ها را کاملا مخلوط کرده و وقتی که حباب‌های هوا از بین رفت، داخل سل کدورت‌سنج ریخته و عدد نمایش داده شده بر روی مانیتور دستگاه که همان میزان کدورت (NTU) است ثبت شد. محدوده قابل قبول بین NTU ۰-۵ می‌باشد (۳۳).

### اندازه‌گیری اتانول

[1] Follin-Ciocalteu

[2] Turbidity Meters

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

برای اندازه‌گیری اتانول، پس از خنثی کردن آزمونه با هیدروکسید سدیم، الکل به روش تقطیر جدا شده و توسط بی‌کرومات پتاسیم در محیط اسید نیتریک به اسید استیک تبدیل (اکسید) می‌گردد، سپس بی‌کرومات اضافه از راه یدومتری اندازه‌گیری می‌شود. برای انجام این آزمون gr ۱۱ نمونه و ml ۶۱ آب مقطر، mg ۱۰- ۲۰ پودر فنل فتالئین به یک بالن تقطیر ml ۲۵۰ منتقل شد و قطره قطره هیدروکسیدسدیم N ۰/۱ تا ایجاد رنگ ثابت قرمز ارغوانی به آن اضافه شد. چند دانه سنگ جوش درون بالن ریخته و روی شوف بالن گذاشته شد، سپس به دستگاه تقطیر وصل شد. در مرحله بعد یک بالن مدرج ml ۲۵۰ انتخاب شد، حجم ml ۱۰۰ روی آن نشانه‌گذاری شد. مقدار ml ۵۰ آب مقطر درون آن ریخته و به دستگاه تقطیر وصل شد. بالن تقطیر حرارت داده شد تا محتویات آن به جوش آید و عمل تقطیر انجام شود. زمانی که محتوای داخل بالن مدرج تا خط نشانه ml ۱۰۰ رسید، تقطیر قطع شد و بالن در آب سرد قرار داده شد تا سریعا به دمای محیط برسد. سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. دو ارلن را انتخاب کرده، در یک ارلن (شاهد) ml ۱۰ آب مقطر و در ارلن دیگر (آزمونه) ml ۱۰ مایع تقطیر شده ریخته شد. سپس به هر دو ارلن، ml ۱۰ محلول نیتروکرومیک اضافه و در آنها بسته و به مدت min ۳۰ در محل تاریک در دمای °C ۱۸-۲۱ نگهداری شدند. پس از آن، ml ۵۰ آب مقطر و سپس ۱ یدور پتاسیم به هر دو ارلن اضافه شد و پس از گذشت min ۱ آنها با تیوسولفات سدیم N ۰/۱ تا تغییر رنگ زرد به آبی زنگاری تیتر شدند (۳۴). با استفاده از رابطه (۱) می‌توان مقدار اتانول را محاسبه کرد.

$$A = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.0015 \times 250 \times 100}{V_0 \times m} \quad (1)$$

در این رابطه $V_1$ و $V_2$ به‌ترتیب حجم مصرفی تیوسولفات سدیم N ۰/۱ برای محلول شاهد و آزمونه (بر حسب ml)، $V_0$ حجم مایع تقطیر شده مورد استفاده در آزمون بر حسب ml، m وزن نمونه مورد آزمون بر حسب gr و A الکل اتیلیک بر حسب gr/100gr می‌باشد.

### اندازه‌گیری رسوب

برای بررسی پایداری نمونه پس از تولید، درصد رسوب محصول تعیین شد. مقدار gr ۳۰ نمونه در لوله آزمایش ریخته شد و در دستگاه سانتریفوژ (ساخت آلمان Sigma) با دور rpm ۳۰۰۰ و مدت زمان min ۵ سانتریفوژ شد. سپس، درصد رسوب از طریق معادله ۲ محاسبه شد.

رابطه ۲

درصد رسوب = (طول رسوب تیمار در لوله / کل طول تیمار در لوله) ×۱۰۰

## نتایج

### ترکیبات فنلی

طبق نتایج جدول ۲، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی دار مشاهده شد ($p\leq 0.05$). با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی درصد پلی فنل به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p\leq 0.05$). همچنین، با گذشت زمان درصد پلی‌فنل در نوشیدنی از لحاظ آماری تغییر معناداری داشت و افزایش پیدا کرد ($p\leq 0.05$).

### کدورت

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p\leq 0.05$). با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی درصد کدورت به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p\leq 0.05$). همچنین، با گذشت زمان درصد کدورت به‌صورت معناداری افزایش یافت ($p\leq 0.05$). پایین‌ترین درصد کدورت مربوط به تیمارهای فاقد باکتری بودند که اختلاف معناداری داشتند و همچنین در طی زمان نگهداری اختلاف آنها معنادار نبود و همچنین بالاترین درصد کدورت در نوشیدنی مربوط به نمونه‌های حاوی اینولین و الیگوفروکتوز که حاوی هر دو باکتری *کازئی* و *پلانتاروم* (تیمار۱۲) بود که در طول زمان نگهداری نیز نسبت به سایر نمونه‌ها با سرعت بالاتری کدورت افزایش می‌یافت.

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

**جدول ۲: مقایسه میانگین درصد پلی فنل ( µg/ml) در نوشیدنی فراسودمند در طول زمان نگهداری**

| تیمار | روز اول | روز هفتم | روز چهاردهم | روز بیست و یکم | روز بیست و هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۲۰/۱۹±۰/۷۵$^{Cf}$ | ۲۱/۱۲±۱/۱۶$^{Bf}$ | ۲۳/۴۸±۰/۱۴$^{Ad}$ | ۲۳/۳۴±۰/۲۵$^{Ad}$ | ۲۱/۸۶±۱/۷$^{Be}$ |
| تیمار ۲ | ۱۹/۵۱±۰/۴۲$^{Dg}$ | ۲۱/۵۴±۰/۵۷$^{Cf}$ | ۲۳±۰/۵۲$^{Ad}$ | ۲۲/۲۶±۰/۱۲$^{Be}$ | ۲۱±۰/۳۵$^{Ce}$ |
| تیمار ۳ | ۱۹/۹±۰/۵۲$^{Dg}$ | ۲۰/۳۲±۰/۵۷$^{Cg}$ | ۲۲±۰/۵۱$^{Ae}$ | ۲۱/۸۵±۰/۶۱$^{Bf}$ | ۱۹/۵۱±۰/۴۷$^{Dg}$ |
| تیمار ٤ | ۱۹/۸±۰/۸۵$^{Cg}$ | ۲۰/۱۲±۰/۵۹$^{Bg}$ | ۲۲/۹۸±۰/۳۵$^{Ae}$ | ۲۲/۲۶±۰/۶۲$^{Ae}$ | ۲۰/۳۶±۰/۳۶$^{Bf}$ |
| تیمار ٥ | ۲۳/۳۹±۰/۵۹$^{Ec}$ | ۲۵/۷۵±۰/۸$^{Cb}$ | ۲۸/۱±۰/۷$^{Aa}$ | ۲۶/۷۳±۰/۶۷$^{Bb}$ | ۲۴/۲۲±۰/۵$^{Db}$ |
| تیمار ٦ | ۲۰/۵۱±۱/۰۳$^{De}$ | ۲۱/۹۸±۰/۶۲$^{Cf}$ | ۲۳/۱±۰/۱۲$^{Ad}$ | ۲۲/۸۶±۰/۱۲$^{Be}$ | ۲۰/۸۳±۰/۶۲$^{Df}$ |
| تیمار ۷ | ۱۹/۱۸±۰/۸۷$^{Df}$ | ۱۹/۸۹±۰/۲۹$^{Dh}$ | ۲۳/۱±۰/۴۳۵$^{Ad}$ | ۲۱/۳۲±۰/۷۴$^{Bf}$ | ۲۰/۴۸±۰/۲۳$^{Cf}$ |
| تیمار ۸ | ۲۰/۷۱±۰/۶۳$^{Df}$ | ۲۱/۱۲±۰/۵۲$^{Cf}$ | ۲۳/۴۸±۰/۰۰۵$^{Ad}$ | ۲۲/۳۷±۰/۳۷$^{Be}$ | ۲۱/۵۲±۱/۹۲$^{Ce}$ |
| تیمار ۹ | ۲۳±۱/۳۸$^{Ec}$ | ۲۴/۶۵±۰/۱۴$^{Cc}$ | ۲۷/۵±۰/۹$^{Ab}$ | ۲۶/۵۳±۰/۲۱$^{Bb}$ | ۲۴/۲۷±۰/۹$^{Db}$ |
| تیمار ۱۰ | ۲۲/۱±۰/۶۳$^{Cc}$ | ۲۲/۱۲±۱/۰۸$^{Ce}$ | ۲۴/۱۲±۰/۵۰۹$^{Ac}$ | ۲۳/۴۷±۰/۸$^{Bd}$ | ۲۱/۲۶±۰/۶۹$^{De}$ |
| تیمار ۱۱ | ۱۹/۳۲±۱/۱۵$^{Cg}$ | ۲۰/۲۳±۰/۹۱$^{Bg}$ | ۲۳/۶۵±۰/۸۷$^{Ad}$ | ۲۰/۲۲±۰/۷۰$^{Bg}$ | ۱۹/۴۱±۰/۶۲$^{Cg}$ |
| تیمار ۱۲ | ۲۶/۳۲±۰/۰۶$^{Ba}$ | ۲۷/۶۵±۰/۶۶$^{Aa}$ | ۲۷/۶۴±۰/۸۱$^{Ab}$ | ۲۷/۰۵±۰/۲۵$^{Aa}$ | ۲۶/۷±۰/۰۲$^{Ba}$ |
| تیمار ۱۳ | ۲۵/۴±۰/۰۱$^{Ab}$ | ۲۵/۱±۰/۰۸$^{Ab}$ | ۲۴/۷۷±۰/۰۳$^{Bc}$ | ۲۴/۲۴±۰/۰۳$^{Bc}$ | ۲۲/۶۴±۰/۰۳$^{Cc}$ |
| تیمار ١٤ | ۲۳/۱±۰/۰۳$^{Ac}$ | ۲۳/۴۱±۰/۶۲$^{Ad}$ | ۲۳/۷±۰/۱۲$^{Ad}$ | ۲۲/۶۳±۰/۸۴$^{Be}$ | ۲۲/۴۱±۰/۳۷$^{Bc}$ |
| تیمار ۱۵ | ۲۱/۳۴±۰/۰۹$^{Bf}$ | ۲۱/۵۴±۰/۸$^{Bf}$ | ۲۲/۳۲±۰/۷$^{Ae}$ | ۲۱/۴±۰/۳۱$^{Bf}$ | ۲۰/۴۸±۰/۶۳$^{Cf}$ |
| تیمار ١٦ | ۲۲/۳۲±۰/۰۵$^{Bc}$ | ۲۲/۷۶±۰/۰۹$^{Be}$ | ۲۳/۱±۰/۳۵$^{Ad}$ | ۲۲/۶۵±۰/۴۸$^{Be}$ | ۲۱/۶۳±۰/۸۶$^{Be}$ |

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در ستون و ردیف است ($p< 0.05$).

**جدول ۳: مقایسه میانگین کدورت (NTU) در نوشیدنی فراسودمند در طول زمان نگهداری**

| تیمار | روز اول | روز هفتم | روز چهاردهم | روز بیست و یکم | روز بیست و هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۱۴/۳±۰/۰۷$^{Ea}$ | ۱۷/۱۲±۰/۰۰$^{Db}$ | ۲۱/۳±۰/۰۷$^{Cb}$ | ۲۲/۱۲±۰/۰۰$^{Bf}$ | ۲۳/۴۱±۰/۰۰$^{Ai}$ |
| تیمار ۲ | ۱۲/۱±۰/۰۷$^{Ec}$ | ۱۸/۱۸±۰/۰۰$^{Da}$ | ۲۲/۱±۰/۰۷$^{Ca}$ | ۲۷/۱۸±۰/۰۰$^{Bc}$ | ۳۲±۰/۵۷$^{Ac}$ |
| تیمار ۳ | ۱۲/۳۴±۰/۰۷$^{Ec}$ | ۱۵/۱±۰/۵۷$^{Dc}$ | ۱۹/۳۴±۰/۰۷$^{Cc}$ | ۲۳/۱±۰/۵۷$^{Be}$ | ۲۸/۲۱±۰/۵۷$^{Af}$ |
| تیمار ٤ | ۱۲/۲±۰/۰۵$^{Ec}$ | ۱۳/۱±۰/۰۰$^{De}$ | ۱۷/۲±۰/۰۵$^{Ce}$ | ۲۰/۱±۰/۰۰$^{Bg}$ | ۲۳/۶۱±۰/۵۷$^{Ai}$ |
| تیمار ٥ | ۱۲/۸±۰/۰۵$^{Ec}$ | ۱۸/۴±۰/۵۷$^{Da}$ | ۲۲/۸±۰/۰۵$^{Ca}$ | ۲۳/۴±۰/۵۷$^{Be}$ | ۲۴/۶±۰/۰۰$^{Ah}$ |
| تیمار ٦ | ۱۲/۸±۰/۰۵$^{Ec}$ | ۱۸/۵۸±۰/۱۵$^{Da}$ | ۲۲/۸±۰/۰۵$^{Ca}$ | ۲۷/۵۸±۰/۱۵$^{Bc}$ | ۳۱/۶۹±۰/۱۵$^{Ad}$ |
| تیمار ۷ | ۱۲/۱±۰/۰۵$^{Ec}$ | ۱۵/۵۴±۰/۱۵$^{Dc}$ | ۱۹/۱±۰/۰۵$^{Cc}$ | ۲۳/۵۴±۰/۱۵$^{Be}$ | ۲۷/۴۷±۰/۵۷$^{Ag}$ |
| تیمار ۸ | ۱۳/۳۲±۰/۰۵$^{Eb}$ | ۱۴/۳۹±۰/۵۷$^{Dd}$ | ۱۷/۳۲±۰/۰۵$^{Ce}$ | ۱۹/۳۹±۰/۵۷$^{Bh}$ | ۲۴/۳۳±۰/۱۵$^{Ag}$ |
| تیمار ۹ | ۱۲/۶۷±۰/۰۷$^{Ec}$ | ۱۳/۲۸±۰/۵۷$^{De}$ | ۱۷/۶۷±۰/۰۷$^{Ce}$ | ۲۲/۲۸±۰/۵۷$^{Bf}$ | ۲۴/۸۲±۰/۵۷$^{A}$ |
| تیمار ۱۰ | ۱۳/۳۲±۰/۵۰۷$^{Eb}$ | ۱۸/۱±۰/۵۲$^{Da}$ | ۲۲/۳۲±۰/۵۰۷$^{Ca}$ | ۲۹/۱±۰/۵۲$^{Bb}$ | ۳۵/۱۲±۰/۰۰$^{Ab}$ |
| تیمار ۱۱ | ۱۲±۰/۰۷$^{Ec}$ | ۱۵/۵۱±۰/۵۷$^{Dc}$ | ۱۹±۰/۰۷$^{Cc}$ | ۲۶/۵۱±۰/۵۷$^{Bd}$ | ۲۹/۴±۰/۵۷$^{Ae}$ |
| تیمار ۱۲ | ۱۳/۴±۰/۰۰$^{Eb}$ | ۱۸/۵۴±۰/۰۰$^{Da}$ | ۲۲/۴±۰/۰۰$^{Ca}$ | ۳۶/۵۴±۰/۰۰$^{Ba}$ | ۳۸/۱±۰/۰۰$^{Aa}$ |
| تیمار ۱۳ | ۱۳/۷۱±۰/۰۵$^{Db}$ | ۱۳/۲±۰/۵۷$^{De}$ | ۱۷/۷۱±۰/۰۵$^{Ae}$ | ۱۷/۲±۰/۵۷$^{Ai}$ | ۱۷±۰/۱۵$^{Ak}$ |
| تیمار ١٤ | ۱۳/۲۱±۰/۰۵$^{Eb}$ | ۱۸/۷۱±۰/۱۵$^{Da}$ | ۱۸/۲۱±۰/۰۵$^{Bd}$ | ۱۹/۷۱±۰/۱۵$^{Ah}$ | ۱۹/۵۸±۰/۱۵$^{Aj}$ |
| تیمار ۱۵ | ۱۲/۲±۰/۵$^{Ec}$ | ۱۵/۴۳±۰/۱۵$^{Dc}$ | ۱۹/۲±۰/۰۵$^{Ac}$ | ۱۹/۴۳±۰/۱۵$^{Ah}$ | ۱۹/۴±۰/۵۷$^{Aj}$ |
| تیمار ١٦ | ۱۳/۱±۰/۰۰$^{Eb}$ | ۱۸/۳۴±۰/۰۰$^{Da}$ | ۲۲/۱±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۲۲/۳۴±۰/۰۰$^{Af}$ | ۲۲±۰/۵۷$^{Ah}$ |

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در ستون و ردیف است ($p< 0.05$).

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

## اتانول

طبق جدول ۴، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی دار مشاهده شد ($p\leq 0.05$). با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی درصد اتانول به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p\leq 0.05$). همچنین، با گذشت زمان درصد اتانول به‌صورت معناداری افزایش یافت ($p\leq 0.05$). اما در روز اول تولید درصد اتانول موجود در نوشیدنی‌ها صفر بود و در پایین ترین سطح خود قرار داشت، بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان عنوان کرد که پایین ترین درصد اتانول مربوط به تیمارهای فاقد باکتری بود و بالاترین درصد اتانول در نوشیدنی نمونه های حاوی اینولین و الیگوفروکتوز که حاوی هر دو باکتری *کازئی* و *پلانتاروم* (تیمار ۱۲) بود. به‌طورکلی می‌توان گفت با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز، درصد اتانول در نوشیدنی‌ها تغییر کرده است. مقدار اتانول در تمام نمونه‌های حاوی الیگوفروکتوز در طی نگهداری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq 0.05$).

## رسوب

جدول ۵، نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p\leq 0.05$) و با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی درصد رسوب به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده، به‌طوری‌که در نمونه‌های حاوی اینولین میزان کاهش رسوب بیشتر بوده است ($p\leq 0.05$). همچنین، با گذشت زمان درصد رسوب نمونه‌ها اختلاف معناداری از لحاظ آماری داشتند ($p\leq 0.05$). پایین‌ترین درصد رسوب مربوط به تیمارهای حاوی اینولین بودند که اختلاف معناداری با سایر تیمارها داشتند و همچنین بالاترین درصد رسوب در نوشیدنی مربوط به نمونه‌های فاقد اینولین و الیگوفروکتوز بود.

## بحث

پژوهش‌های توماس و همکارانش (۲۰۱۸) نشان داد که افزودن اینولین به سس گوجه‌فرنگی به‌طور قابل توجهی باعث کاهش محتوای کل فنول، محتوای فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل شده است و افزایش درصد اینولین منجر به کاهش بیشتر محتوای فنلی شده که احتمالاً به دلیل برهمکنش بین اینولین و ترکیبات فنلی می‌باشد (۳۵). در پژوهشی دیگر، محققان اظهار کردند که حضور اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی سین‌بیوتیک بر پایه جوانه ترکیبی چاودار و ماش سبب کاهش قابل‌توجهی در محتوای فنلی شده است که آنها نیز، این امر را به تعامل بین فیبرهای غذایی و ترکیبات فنلی نسبت دادند (۲۹). وونگ و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که محتوای فنول کل آب زغال اخته، انگور و توت فرنگی پس از تخمیر با *سراتیا واکسینی* (*Serratia vaccinii*) افزایش معنی‌داری داشته است (۳۶). زکی‌پور و همکاران در پژوهشی دیگر (۲۰۱۸) نوشیدنی‌های مالت دارای اینولین به‌وسیله سویه‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* تولید کردند. طبق نتایج این مطالعه، مشاهده شد که میزان ترکیبات فنولی با گذشت زمان در تمامی نمونه‌ها به جز نمونه شاهد افزایش یافته است (۳۷). در تمامی این مطالعات افزایش فنول کل طی فرآیند تخمیر و در نتیجه بهبود خاصیت آنتی‌اکسیدانی توسط محققین به اثبات رسیده است و علت آن به هیدرولیز ترکیبات فنولی گلیکوزیل و ایجاد فنول آزاد نسبت داده شده است. باکتری‌های نامبرده توانایی افزایش فنول را در طی فرآیند تخمیر دارند. در نمونه‌های فاقد تلقیح، میزان ترکیبات فنولی در طی زمان تغییر قابل ملاحظه‌ای را از خود نشان نداده است که می‌تواند به دلیل عدم انجام تخمیر در آنها و در نتیجه آن عدم انجام هیدرولیز ترکیبات فنولی باشد.

به‌طورکلی می‌توان گفت درصد کدورت در نوشیدنی‌ها، با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز افزایش می‌یابد، که این موضوع در پژوهش‌های دیگر نیز تایید شده است (۳۹،۴۰،۴۱). در واقع افزودن اینولین باعث افزایش کدورت می‌شود که این افزایش کدورت به دلیل ماهیت ساختاری اینولین می باشد که با جذب آب شبکه سه بعدی و ژل مانندی را ایجاد کرده که میزان شکست نور در آن بیشتر شده، در نتیجه نمونه‌هایی که حاوی درصد بیشتری از این ترکیب هستند میزان کدورت بالاتری دارند.

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

جدول ۴: مقایسه میانگین درصد اتانول در نوشیدنی فراسودمند در طول زمان نگهداری

| تیمار | روز اول | روز هفتم | روز چهاردهم | روز بیست و یکم | روز بیست و هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۰۱±۰/۵۵$^{Dd}$ | ۰/۰۰۲±۰/۰۰۵$^{Bd}$ | ۰/۰۰۲±۰/۰۰$^{Bf}$ | ۰/۰۰۳±۰/۰۰$^{Af}$ |
| تیمار ۲ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۵±۰/۵۵$^{Dc}$ | ۰/۱±۰/۰۰۷$^{Cc}$ | ۰/۳۸±۰/۰۰$^{Bc}$ | ۱±۰/۰۰۷$^{Ad}$ |
| تیمار ۳ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۲۴±۰/۵۳$^{Ea}$ | ۱/۳±۰/۰۰۳$^{Ca}$ | ۱/۷۸±۰/۰۷$^{Ba}$ | ۲/۰۱±۰/۰۰۷$^{Ab}$ |
| تیمار ٤ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۱۲±۰/۰۳۵$^{Db}$ | ۰/۷۶±۰/۰۱$^{Cb}$ | ۱/۱±۰/۰۰$^{Bb}$ | ۱/۶۱±۰/۰۰۷$^{Ac}$ |
| تیمار ٥ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۰۱۲±۰/۰۷۲$^{Ad}$ | ۰/۰۰۲±۰/۰۶۲$^{Ad}$ | ۰/۰۰۳±۰/۰۰۷$^{Ae}$ | ۰/۰۰۴±۰/۰۰$^{A}$ |
| تیمار ٦ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۵۷±۰/۰۰۲$^{Dc}$ | ۰/۱۳±۰/۰۰۸$^{Cc}$ | ۰/۵۸±۰/۰۰۵$^{Bc}$ | ۰/۸۹±۰/۰۰۵$^{Ae}$ |
| تیمار ۷ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۲۵±۰/۰۰۴$^{Da}$ | ۱/۳۲±۰/۰۰$^{Ca}$ | ۱/۶۸±۰/۰۰۷$^{Ba}$ | ۲/۰۳±۰/۰۰۷$^{Ab}$ |
| تیمار ۸ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۱۴±۰/۲۰۲$^{Db}$ | ۰/۷۲±۰/۰۰۱$^{Cb}$ | ۱/۰۴±۰/۰۷$^{Bb}$ | ۱/۶۷±۰/۰۰۵$^{Ac}$ |
| تیمار ۹ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۰۱۲±۰/۰۰$^{Dd}$ | ۰/۰۰۱±۰/۰۰$^{Ce}$ | ۰/۱±۰/۰۰$^{Bd}$ | ۰/۸۵±۰/۰۰$^{Ae}$ |
| تیمار ۱۰ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۰۵۴±۰/۰۸۵$^{D}$ | ۰/۱۲±۰/۰۰۱$^{Cc}$ | ۰/۵۴±۰/۰۰$^{Bc}$ | ۱/۱±۰/۰۰$^{Ad}$ |
| تیمار ۱۱ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۳۲±۰/۷۴$^{Da}$ | ۰/۶۸±۰/۰۰۷$^{Cb}$ | ۱/۰۲±۰/۰۰۷$^{Bb}$ | ۱/۷۷±۰/۰۰۷$^{Ac}$ |
| تیمار ۱۲ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰/۲۹±۰/۴۵$^{Da}$ | ۱/۴۵±۰/۰۰۹$^{Ca}$ | ۱/۸۷±۰/۰۰۵$^{Ba}$ | ۲/۵۶±۰/۵۷$^{Aa}$ |
| تیمار ۱۳ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ae}$ | ۰±۰/۰۰$^{Af}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ |
| تیمار ۱٤ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ae}$ | ۰±۰/۰۰$^{Af}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ |
| تیمار ۱۵ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ae}$ | ۰±۰/۰۰$^{Af}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ |
| تیمار ۱٦ | ۰±۰/۰۰$^{Aa}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ae}$ | ۰±۰/۰۰$^{Af}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ | ۰±۰/۰۰$^{Ag}$ |

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در ستون و ردیف است ($p< 0.05$).

جدول ۵: مقایسه میانگین درصد رسوب در نوشیدنی فراسودمند در طول زمان نگهداری

| تیمار | روز اول | روز هفتم | روز چهاردهم | روز بیست و یکم | روز بیست و هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| تیمار ۱ | ۱۳/۳۲±۰/۶۶ $^{aE}$ | ۱۶/۶۵±۰/۶۶ $^{aD}$ | ۱۸/۰۸±۰/۶۷ $^{bC}$ | ۱۹/۱۲±۰/۴۴ $^{bB}$ | ۲۰/۹۹±۰/۶۱ $^{aA}$ |
| تیمار ۲ | ۴/۵۱±۰/۴۲ $^{dE}$ | ۷/۵۴±۰/۵۷ $^{deD}$ | ۹/۱۵±۰/۱۳ $^{fC}$ | ۹/۳۲±۰/۵۷ $^{eB}$ | ۹/۴۲±۰/۲۰۴ $^{eA}$ |
| تیمار ۳ | ۹/۹±۰/۵۲ $^{dE}$ | ۱۲/۳۲±۰/۵۷ $^{efD}$ | ۱۴/۲۲±۰/۲۲ $^{cC}$ | ۱۵/۳±۰/۵۴ $^{cB}$ | ۱۷/۲±۰/۴۳ $^{bA}$ |
| تیمار ٤ | ۷/۸±۰/۸۵ $^{dE}$ | ۱۰/۱۲±۰/۵۹ $^{eD}$ | ۱۲/۵۸±۰/۴۵ $^{eC}$ | ۱۳/۲۱±۰/۷۴ $^{dB}$ | ۱۴/۲±۰/۶۷ $^{cA}$ |
| تیمار ٥ | ۱۳/۳۹±۰/۵۹ $^{bE}$ | ۱۶/۷۵±۰/۸ $^{aD}$ | ۱۸/۸۸±۰/۶۳ $^{bC}$ | ۱۹/۲۲±۰/۴۶ $^{bB}$ | ۲۱/۳±۰/۱ $^{aA}$ |
| تیمار ٦ | ۴/۵۱±۱/۰۳ $^{cdE}$ | ۷/۹۸±۰/۶۲ $^{deD}$ | ۹/۵۸±۰/۱۳۷ $^{fC}$ | ۹/۷۷±۰/۲۶ $^{eB}$ | ۹/۸۱±۰/۲۷ $^{eA}$ |
| تیمار ۷ | ۹/۱۸±۰/۸۷ $^{dE}$ | ۱۲/۸۹±۰/۲۹ $^{efD}$ | ۱۴/۰۵±۰/۴۹ $^{cC}$ | ۱۴/۳۲±۰/۴ $^{defB}$ | ۱۴/۴۴±۰/۱۴ $^{cA}$ |
| تیمار ۸ | ۱۳±۱/۳۸ $^{bE}$ | ۱۶/۶۵±۰/۱۴ $^{bcD}$ | ۱۸/۴۴±۰/۱۱ $^{bC}$ | ۱۹/۳۴±۰/۰۵ $^{aB}$ | ۱۹/۹۳±۰/۶۵ $^{eA}$ |
| تیمار ۹ | ۷/۷۱±۰/۶۳ $^{cdE}$ | ۱۲/۱۲±۰/۵۲ $^{cdD}$ | ۱۶/۰۵±۰/۲۴ $^{eC}$ | ۲۰/۶۱±۰/۹۱ $^{cdB}$ | ۲۳/۵±۰/۳۵ $^{edA}$ |
| تیمار ۱۰ | ۵/۱±۰/۶۳ $^{bcE}$ | ۸/۱۲±۱/۰۸ $^{cdD}$ | ۱۰/۱۵±۰/۵۱ $^{fC}$ | ۱۰/۹۴±۰/۲۹ $^{eB}$ | ۱۴/۲۹±۰/۰۹۷ $^{cA}$ |
| تیمار ۱۱ | ۹/۳۲±۱/۱۵ $^{dE}$ | ۱۲/۲۳±۰/۹۱ $^{efD}$ | ۱۴/۲۷±۰/۲۷ $^{cC}$ | ۱۴/۹۱±۰/۳۱ $^{cB}$ | ۱۵/۲±۰/۲۲ $^{cA}$ |
| تیمار ۱۲ | ۷/۱۹±۰/۷۵ $^{cdE}$ | ۱۰/۱۲±۱/۱۶ $^{deD}$ | ۱۲/۵۳±۰/۳۳ $^{eC}$ | ۱۴/۳±۰/۲۷ $^{cB}$ | ۱۵/۴۵±۰/۷۷ $^{aA}$ |
| تیمار ۱۳ | ۱۶/۴±۱/۲۱ $^{aE}$ | ۱۹/۱±۰/۹۸ $^{aD}$ | ۲۱/۰۸±۰/۰۹۷ $^{aC}$ | ۲۱/۵۴±۰/۰۹۷ $^{aB}$ | ۲۱/۷۳±۰/۵۶ $^{eA}$ |
| تیمار ۱٤ | ۵/۳۲±۰/۸۵ $^{bcD}$ | ۸/۷۶±۰/۵۹ $^{cdC}$ | ۹/۸۸±۰/۶۳ $^{fB}$ | ۱۰±۰/۴۶ $^{eB}$ | ۱۴/۹۹±۰/۱ $^{cA}$ |
| تیمار ۱۵ | ۹/۳۴±۰/۵۹ $^{cE}$ | ۱۲/۵۴±۰/۸ $^{deD}$ | ۱۴/۵۸±۰/۱۳۷ $^{cC}$ | ۱۵±۰/۲۶ $^{cB}$ | ۱۵/۷۱±۰/۲۷ $^{dA}$ |
| تیمار ۱٦ | ۷/۱±۱/۰۳ $^{bD}$ | ۱۰/۴۱±۰/۶۲ $^{cC}$ | ۱۲/۰۵±۰/۴۹ $^{eB}$ | ۱۲/۳±۰/۴ $^{dB}$ | ۱۲/۴۴±۰/۱۴ $^{fA}$ |

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند. حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در ستون و ردیف است ($p< 0.05$).

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

لک زاده و همکاران (۲۰۱۹) در غنی سازی آب انار با اینولین استخراج شده از سیب زمینی ترشی با هدف تولید آبمیوه پری بیوتیک با ماندگاری بالا، خاکباز حشمتی و خوشقدم (۲۰۱۷) در تولید آبمیوه حاصل از ترکیب آلبالو و انگور قرمز غنی شده با فیبر رژیمی اینولین به‌عنوان محصولی پری‌بیوتیک و اسمعیلی و همکاران(۲۰۱۶) در نوشیدنی مالت نشان دادند که افزایش اینولین به دلیل کاهش پراکنش نور سبب افزایش کدورت می‌شود (۴۰-۳۸). علاوه‌بر این نتایج نشان داد که با گذشت زمان در نمونه‌های حاوی پروبیوتیک کدورت نیز افزایش یافت. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *پلانتاروم* سبب افزایش معنی‌دار کدورت در این نوشیدنی شده است (۴۰) که نتایج به‌دست آمده مشابه نتایج شیخ قاسمی و همکاران (۲۰۱۴) می‌باشدکه با گذشت زمان با فعالیت *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* طی دوره نگهداری میزان کدورت آب سیب افزایش یافته است (۴۱). دلیری و همکاران (۲۰۲۰) نیز در تولیدآبمیوه پروبیوتیک بر پایه مخلوط آلبالو،کرنبری و سیب با استفاده از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *لاکتوباسیلوس کازئی* افزایش کدورت را گزارش کردند (۴۲). پیرمحمدی و همکاران (۲۰۱۶) امکان تولید آبمیوه سیب و موز سین بیوتیک را پس از ۲۸ روز نگهداری بررسی کردند. نتایج آنها نیز نشان داد باگذشت زمان در اثر فعالیت باکتری‌ها از میزان شفافیت نوشیدنی کاسته و بر شدت رنگ و کدورت آن افزوده شده است و دلیل این تغییرات را فعالیت باکتری ها، مصرف فیبر و در نتیجه تولید مواد اضافی در زمان‌های ابتدایی توسط باکتری‌ها می‌دانند (۴۳). پریرا و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای با عنوان تولید نوشیدنی پروبیوتیک بر پایه آب سیب گزارش کردند که روشنی آب سیب تخمیری در طول نگهداری در دمای ۴ °C به دلیل افزایش فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* کاهش و کدورت آب سیب پروبیوتیک افزایش یافته است (۴۴). نتایج همه این پژوهش‌ها نشان می‌دهند که فعالیت و متابولیت‌های حاصل از باکتری های پروبیوتیک باعث افزایش کدورت نوشیدنی پروبیوتیک می‌شود.

باکتری‌های پروبیوتیک با مصرف قندها، اتانول و اسید تولید می‌نمایند به‌همین دلیل هرچه درصد الیگوفروکتوز در محصولات بالاتر برود میزان تولید اتانول نیز افزایش می‌یابد. در یک پژوهش مشابه، محققین با استفاده از لاکتوباسیلوس‌ها، یک فراورده پروبیوتیک بر پایه غلات را تولید نموده و بیان داشتند که همزمان با رشد این میکروارگانیسم‌ها، اتانول نیز تولید شده و میزان تولید آن متناسب با سرعت رشد است، به‌طوری‌که هر چه سرعت رشد میکروارگانیسم‌ها بیشتر باشد میزان تولید اتانول نیز بیشتر خواهد بود (۴۵).

در پژوهش حاضر با وجود کاهش رسوب در نمونه‌های حاوی اینولین، هیچ یک از آنها بدون رسوب نبودند که این موضوع با نتایج محققین دیگر مطابقت داشت (۴۷،۴۶). تیموری و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که اینولین به‌عنوان یک ترکیب ویسکوزکننده می‌تواند از دو فازشدن نوشیدنی پروتئینه مخلوط آب‌آلبالو و شیر جلوگیری کند (۴۶). در پژوهشی دیگر نیز مشاهده شد که اینولین، رسوب نمونه‌های نوشیدنی فراسودمند هلو را به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌دهد. با این‌حال، هیچ‌یک از فرمولاسیون‌های مورد بررسی فاقد رسوب نبودند. همچنین مشاهده شد که در غلظت‌های بالای پروتئین آب پنیر، تاثیر کاهنده اینولین بر رسوب کمرنگ‌تر شد (۴۷). پاستوریزاسیون حرارتی نوشیدنی‌های پروتئینه می‌تواند منجر به ایجاد رسوب شود (۴۸). جوانه‌ها حاوی پروتئین و دارای ساختار کروی هستندکه در حالت عادی تمایلی به واکنش با یکدیگر ندارند. فرآیند حرارتی، سبب دناتوراسیون پروتئین‌های جوانه می‌شود و در نتیجه، گروه‌های عاملی پروتئین‌ها از جمله گروه‌های سولفیدریل، که قبلا درون ساختار پروتئین قرار داشتند در سطح قرار گرفته و با برقراری پیوندهای دی سولفیدی با گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌های مجاور، در تشکیل تجمعات پروتئینی شرکت می‌کنند (۴۹). در حضور گروه‌های فعال، فرآیند آگرگاسیون همچنان ادامه پیدا می‌کند تا جایی که توده‌های سنگینی تشکیل می‌شوند که توان مقابله با گرانش را ندارند و ته‌نشین می‌شوند (۵۰).

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

بر این اساس، غلظت پروتئین موجود در جوانه‌ها مهمترین عامل موثر در سرعت تشکیل توده‌های پروتئینی و رسوب آنها می‌باشد. بدیهی است با افزایش پروتئین‌های دناتوره شده، احتمال تماس آنها با یکدیگر و به دنبال آن، تشکیل تجمعات پروتئینی بیشتر و یا بزرگتر، افزایش می‌یابد. برای کاهش رسوب در نوشیدنی‌های پروتئینه راهکارهای مختلفی از جمله استفاده از ترکیبات ویسکوزکننده وجود دارد (۴۸ و۵۰). اینولین به دلیل خاصیت قوام‌دهندگی و ویسکوزکنندگی، از پتانسیل بالایی برای پایداری نوشیدنی‌های پروتئینه برخوردار می‌باشد (۱۲) و می‌تواند با افزایش ویسکوزیته، امکان بهم پیوستن پروتئین‌های دناتوره شده به یکدیگر و تشکیل توده‌های پروتئینی که عامل اصلی ایجاد کدورت و رسوب در این فراورده‌ها می‌باشند را کاهش دهد (۵۱).

## نتیجه‌گیری

اخیراً پری‌بیوتیک‌ها بیشتر از پروبیوتیک‌ها مورد توجه دانشمندان و محققان قرار گرفته‌اند. زیرا پژوهش‌ها نشان داده است که هر فردی بر اساس منطقه زیستی خود، دارای پری‌بیوتیک خاص خود است و می‌توان به جای تغییر گونه‌های پروبیوتیکی موجود در بدن او (با مصرف محصولات حاوی گونه‌های جدید)، پروبیوتیک‌های خاص دستگاه گوارش او را توسط پری‌بیوتیک‌ها توسعه داد. مصرف فراورده‌های سین‌بیوتیک نسبت به فراورده‌های پروبیوتیک یا پری‌بیوتیک اثرات سلامتی‌بخش بیشتری بر میزبان دارند، زیرا حضور پری‌بیوتیک‌ها بقای پروبیوتیک‌ها را در مدت نگهداری فراورده و نیز عبور آن را از دستگاه گوارش بهبود می‌بخشند.

در مطالعه حاضر نوشیدنی سین‌بیوتیک بر پایه جوانه های ارزن، یونجه و چاودار تهیه شد و بررسی شد. در این نوشیدنی اثرات مفید پروبیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، خواص پری‌بیوتیکی اینولین و الیگوفروکتوز و نیز فواید تغذیه‌ای جوانه غلات مذکور در کنار هم گردآوری شدند تا محصولی فراسودمند و سلامتی بخش تولید شود.

نتایج نشان داد که درصد پلی‌فنل با حضور اینولین، الیگوفروکتوز، به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد، اما گذشت زمان و فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* سبب افزایش این درصد شد. افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی، گذشت زمان و همچنین فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *پلانتاروم*، باعث افزایش درصد کدورت شده و می‌توان گفت با افزودن اینولین و الیگوفروکتوز در نوشیدنی‌ها، درصد رسوب نوشیدنی‌ها کاهش یافته است. همچنین، افزایش درصد اینولین و مخصوصا الیگوفروکتوز، گذشت زمان و همچنین فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و *پلانتاروم* باعث افزایش درصد اتانول می‌شود.

## منابع


1. Hollingsworth P. Mainstreaming healthy foods. Food Technology. 1997;51(3):55-58.
2. Grajek W, Olejnik A, Sip A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. Acta biochimica Polonica. 2005;52(3):665-71.
3. Mingfei Yao XJ JD, McClements, Xiao H, Li L. Progress in microencapsulation of probiotics: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020;19(2):857 - 74.
4. Schrezenmeir J, de Vrese M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. The American journal of clinical nutrition. 2001;73(2):361-4.
5. Erickson KL, Hubbard NE. Probiotic immunomodulation in health and disease. The Journal of nutrition. 2000;130(2S Suppl):403-409.
6. Mortazavian AM. Probiotics And Probiotic Food Product. (Translation) . Eta PublisherTehranIran 65-78.
7. Holzapfel WH, Schillinger U. Introduction to pre- and probiotics. Food Research International. 2002;35(2):109-16.
8. Cummings JH, Macfarlane GT, Englyst HN. Prebiotic digestion and fermentation. Am J Clin Nutr. 2001;73(2 Suppl):415s-20s.
9. Roberfroid MB. Introducing inulin-type fructans. *British journal of nutrition*. 2005;93(S1):S13-S25.
10. Gibson GR. Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. The Journal of nutrition. 1999;129(7 Suppl):1438s-41s.
11. Roberfroid MB. Inulin-type fructans: functional food ingredients. The Journal of nutrition. 2007;137(11 Suppl):2493s-502s.
12. Wouters R. Inulin. Food stabilisers, thickeners and gelling agents. 180-97 p.


[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

13. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. Carbohydrate polymers. 2016;147:444-54.
14. Niness KR. Inulin and oligofructose: what are they? The Journal of nutrition. 1999;129(7 Suppl):1402s-6s.
15. Apolinário AC, de Lima Damasceno BP, de Macêdo Beltrão NE, Pessoa A, Converti A, da Silva JA. Inulin-type fructans: a review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. Carbohydrate polymers. 2014;101:368-78.
16. Aliasgharzadeh A, Khalili M, Mirtaheri E, Pourghassem Gargari B, Tavakoli F, Abbasalizad Farhangi M, et al. A Combination of Prebiotic Inulin and Oligofructose Improve Some of Cardiovascular Disease Risk Factors in Women with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Clinical Trial. Advanced pharmaceutical bulletin. 2015;5(4):507-14.
17. Najafi V gdm, Ahmadzadeh Ghavidel R. Microbial production methods of fructooligosaccharide. The 3rd National Conference on Agriculture and Food Sciences. 2012.
18. Patel PJ, Singh SK, Panaich S, Cardozo L. The aging gut and the role of prebiotics, probiotics, and synbiotics: A review. Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics. 2014;5(1):3-6.
19. Homayouni Rad A, Delshadian Z, Arefhosseini SR, Alipour B, Asghari Jafarabadi M. Effect of inulin and stevia on some physical properties of chocolate milk. Health promotion perspectives. 2012;2(1):42-7.
20. Angelov A, Gotcheva V, Kuncheva R, Hristozova T. Development of a new oat-based probiotic drink. International Journal of Food Microbiology. 2006;112(1):75-80.
21. Izadi Kondazi A, Zarringhalami S, Ganjloo A. Production of rice based functional fermented beverage contain honey natural sweetener. JFST. 2017;62(14):201-14.
22. Prado FC, Parada JL, Pandey A, Soccol CR. Trends in non-dairy probiotic beverages. Food Research International. 2008;41(2):111-23.
23. Caplice E, Fitzgerald GF. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. International Journal of Food Microbiology. 1999;50(1):131-49.
24. Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella SS, Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. Int J Food Microbiol. 2002;79(1-2):131-41.
25. el-Adawy TA. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (Cicer arietinum L.) undergoing different cooking methods and germination. Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands). 2002;57(1):83-97.
26. Mbithi-Mwikya S, Camp J, Yiru Y, Huyghebaert A. Nutrient and Antinutrient Changes in Finger Millet (Eleusine coracan) During Sprouting. LWT - Food Science and Technology. 2000;33:9-14.
27. Hübner F, Arendt EK. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review. Critical reviews in food science and nutrition. 2013;53(8):853-61.
28. Mohammadi R, Mortazavian AM. Review Article: Technological Aspects of Prebiotics in Probiotic Fermented Milks. Food Reviews International. 2011;27(2):192-212.
29. Shamsaie P, Hoseini, E, Asadi, Gh, Sharifan, A. Optimizing the formulation of a beneficial symbiotic drink based on the combined sprout of rye and mung bean. Iranian Journal of Food Science and Technology. 2022;127(19):31-45.
30. Fernandez-Orozco R, Piskula MK, Zielinski H, Kozlowska H, Frias J, Vidal-Valverde C. Germination as a process to improve the antioxidant capacity of Lupinus angustifolius L. var. Zapaton. European Food Research and Technology. 2006;223(4):495-502.
31. Freire AL, Ramos CL, da Costa Souza PN, Cardoso MG, Schwan RF. Nondairy beverage produced by controlled fermentation with potential probiotic starter cultures of lactic acid bacteria and yeast. Int J Food Microbiol. 2017;248:39-46.
32. Solgajová M, Ivanišová E, Nôžková J, Frančáková H, Tóth Ž, Dráb Š. Antioxidant activity and polyphenol content of malt beverages enriched with bee pollen. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2014;3:281-4.
33. Zamordi S KAA, Azizi A. The effect of clarifying substances on the quality of grape juice. Journal of Agricultural Engineering Research. 2002;3(12):65-77.
34. Iran IoSaIRo. National standard of Iran No.2685, 1st. Fruit juices – Test methods. revision. 2007.
35. Tomas M, Beekwilder J, Hall RD, Diez Simon C, Sagdic O, Capanoglu E. Effect of dietary fiber (inulin) addition on phenolics and in vitro bioaccessibility of tomato sauce. Food Research International. 2018;106:129-35.
36. Vuong T, Martin L, Matar C. Antioxidant activity of fermented berry juices and their effects on nitric oxide and tumor necrosis factor –α production in macrophages 264.7 Gamma NO (–) CELL LINE. Journal of Food Biochemistry. 2006;30:249-68.
37. Zakipour Rhomabadi N, Sohrabvandi S, Nasiraie LR. Production of Synbiotic Malt Beverage Using Inulin and Different Probiotic Strains of Lactobacillus Bacteria. Iranian J Nutr Sci Food Technol. 2018;13(3):39-46.
38. Lakzadeh L, Sabzevari A , Amouheidari M. Fortification of pomegranate juice with inulin extracted from Jerusalem artichoke for high shelf life prebiotic juice production. JFST. 2019;84(15):51-9.
39. Khakbaz Heshmati M, Khoshgadam H. The investigation of rheological and physicochemical

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

characteristics of new formulation of juice produced by combination of sour cherry and red grape, fortified with inulin dietary fibre as a prebiotic product. Journal Food Research. 2017;27(4):121-34.
40. Esmaeili S, Vaez E, Yassini A, Mortazavian AM, Sohrabvandi S, Ferdosi R, Khosravi-Darani K. The Effect of Inulin on the Qualitative Characteristics of Malt Beverage during Storage at Different Temperatures. Iranian J Nutr Sci Food Technol. 2016;11(1):113-20.
41. Sheikh Ghasemi Sh, Zomorodi Sh. The Effect of Microencapsulation on Survival of lactobacillus acidophilus and on the Quality Characteristics of Apple Juice During Storage at Ambient Temperature. Journal of food technology and nutrition. 2014;11(3):81-90.
42. Daliri Sh. KB, Pourahmad R. Investigation of the Possibility of Probiotic Juice Production Based on Mixture of Sour Cherry, Cranberry and Apple by Lactobacillus acidofilus and Lactobacillus casei. Journal of food technology and nutrition. 1399;17(67):53-66.
43. Pirmohammadi R, Ashrafi Yurqanlu R, Hosseini M Y and Kake Mohammadi M. Investigating the possibility of producing synbiotic apple banana juice. The third international science and engineering conference 2016.
44. Pereira ALF, Maciel TC, Rodrigues S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with Lactobacillus casei. Food Research International. 2011;44(5):1276-83.
45. Abdolmaleki F, Mazaheri Assadi M, Jahadi M. production of fermented beverage based on whey with Types of kefir microorganisms and checkchemical and organolepticcharacters. Iranian J Nutr Sci Food Technol. 2010;4(4):21-32.
46. Teimouri Sh, Abbasi S, Scanlon MG. Stabilisation mechanism of various inulins and hydrocolloids: Milk–sour cherry juice mixture. Dairy Technology. 2018;71(1):208-15.
47. Afshani E, Beigmohammadi Z, Mirmajidi Hashtjin A. Optimization of Functional Peach Beverage Formulation and Study of Its Physicochemical and Sensorial Properties. Journal of food science and technology (Iran). 2019;16(91):129-44.
48. Kariluoto S, Edelmann M, Nyström L, Sontag-Strohm T, Salovaara H, Kivelä R, et al. In situ enrichment of folate by microorganisms in beta-glucan rich oat and barley matrices. Int J Food Microbiol. 2014;176:38-48.
49. Katina K, Heinio RL, Autio K, Poutanen K. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. LWT - Food Science and Technology. 2006;39(10):1189-202.
50. Koffi E, Shewfelt R, Wicker L. Storage stability and sensory analysis of UHT-processed whey-banana beverage. Journal of Food Quality. 2005;28:386-401.
51. Goudarzi M, Madadlou A, Mousavi M, Emam-Djomeh Z. Formulation of apple juice beverages containing whey protein isolate or whey protein hydrolysate based on sensory and physicochemical analysis. International Journal of Dairy Technology. 2014;68.

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]

# Investigating the physicochemical characteristics of synbiotic beverage enriched with extracts of millet, rye and alfalfa sprouts

Mohsen Mohammadi[1], **Leila Nouri**[1*], Amir M. Mortazavian[2]

[1]Food Science and Technology Department, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Semnan, Iran
[2]Faculty and Institute of Nutrition and Food Industry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

Due to the increasing awareness of human societies about the health-enhancing effects of synbiotic products, the production and consumption of these products has been growing. However, the majority of products, including beverages, in the global market are dairy-based, and less attention has been paid to the production and expansion of grain-based synbiotic foods. As a result, an attempt has been made in this study to present a synbiotic fermented beverage based on grains with practical and health-giving properties as well as consumer-friendly characteristics. To produce this beverage, alfalfa, millet, and rye sprout extracts were inoculated with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus casei* bacteria, and inulin and oligofructose (0, 1.5, and 3%) were used as prebiotics. The prepared formulations were stored at 4±1°C and on days 1, 7, 14, 21 and 28, their physicochemical properties (turbidity, sediment, etanol and phenolic compounds) were evaluated and the data were analyzed with SPSS software. The results show that the percentage of polyphenol decreased significantly with the presence of inulin, oligofructose, *Lactobacillus casei*, and *Lactobacillus plantarum*, but increased with storage time and the activity of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* ($p\geq0.05$). The addition of inulin and oligofructose in the drink, the passage of time, as well as the activity of *Lactobacillus casei* and *Plantarum* increased the percentage of turbidity ($p\geq0.05$). It can be said that with the addition of inulin and oligofructose in beverages, the sedimentation percentage of beverages decreased ($p\geq0.05$). Also, increasing the percentage of inulin and, in particular, oligofructose, storage time, as well as the activity of *Lactobacillus casei* and *plantarum* increase the percentage of ethanol ($p\geq0.05$).

**Keywords**: Synbiotic, lactobacillus, sprout, grain, inulin, oligofructose.

* Nouri.le.ir@gmail.com

[ Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-11-08 ]