DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 20, No. 1, Spring

Received: 24.07.2023 Accepted: 04.11.2023 Published: 03.04.2024

Investigating the Possibility of Producing a Functional Kiwi and Apple Beverage Containing Spirulina Platensis and Moringa Oleifera

Mahshad Mohammadi[1], Zahra Beig-Mohammadi[2], Samar Mansouripour[3]

Original Article

Abstract

Background: In recent decades, significant advancements have been made in understanding the role of food in improving health. Therefore, this research aimed to investigate the possibility of producing a useful kiwi and apple drink containing Spirulina platensis and Moringa oleifera.

Methods: Fruit beverages were prepared using a 1:1 ratio of natural apple and kiwi juice, along with 0.1% stevia and 5% inulin. Then, different levels of Spirulina platensis (0%-2%) and Moringa oleifera (0%-2%) powders were added. The treatments were prepared in four groups: T0 (control sample), T1 (containing 2% Moringa oleifera), T2 (containing 2% Spirulina platensis), and T3 (1% Moringa oleifera + 1% Spirulina platensis). The physicochemical properties, antioxidant activity, some nutritional properties including the content of elements and fatty acid profile, and sensory properties of the substances were investigated.

Findings: A significant increase in pH, acidity, ash, brix, and protein was observed in all treatments compared to the control sample ($P < 0.05$). The highest amount of pH, acidity, and protein was reported in T2 ($P < 0.05$) and the highest ash and brix levels were observed in T1 ($P < 0.05$). The analysis of the antioxidant activity of beverages showed a significant increase compared to the control ($P < 0.05$). The T1 treatment exhibited the highest antioxidant activity, while the T0 treatment showed the lowest ($P < 0.05$). The analysis of beverages' elements, including calcium, iron, and potassium content, revealed that the T1 treatment exhibited the highest nutritional value ($P < 0.05$). The analysis of the color characteristics of the beverages showed that the addition of Spirulina platensis led to a decrease in the L*, a*, and b* values of the samples ($P < 0.05$), while Moringa oleifera leaf powder increased the a* and b* values significantly ($P < 0.05$) and had the L* value higher than that of other samples (except the control) ($P < 0.05$). The fatty acid profile indicated the lowest amount of omega-3 in the control group ($P < 0.05$). T1 had the highest amount of omega-6 ($P < 0.05$). Additionally, the highest and lowest amounts of saturated fatty acids were observed in T1 and T2 samples, respectively ($P < 0.05$). The highest and lowest levels of monounsaturated fatty acids (MUFAs) were observed in the T2 and control samples, respectively ($P < 0.05$). The sensory evaluation of the samples showed no significant effect on the color of the beverages ($P > 0.05$). T1 samples had the highest scores for taste, mouthfeel, and overall acceptance (after the control sample) ($P < 0.05$). The maximum consistency score was associated with the T2 sample ($P < 0.05$).

Conclusion: Given the high acceptance score of Moringa oleifera leaf powder in the preparation of functional beverages, it is recommended that this potential be used in various sectors of the food industry within the country.

Keywords: Spirulina platensis; Moringa oleifera; Functional beverages; Sensory properties; Nutritional properties

Citation: Mohammadi M, Beig-Mohammadi Z, Mansouripour S. **Investigating the Possibility of Producing a Functional Kiwi and Apple Beverage Containing Spirulina Platensis and Moringa Oleifera.** J Health Syst Res 2024; 20(1): 96-105.

1- MSc Student, Department of Food Sciences and Technology, School of Pharmacy, Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, School of Pharmacy, Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Corresponding Author: Zahra Beig-Mohammadi; Assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Email: z.beigmohammadi@iau-tnb.ac.ir

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534 Published by Vesnu Publications

بررسی امکان تولید نوشیدنی فراسودمند کیوی و سیب حاوی اسپیرولیناپلاتنسیس و مورینگا اولیفرا

مهشاد محمدی[1]، زهرا بیگ محمدی[2]، ثمر منصوری‌پور[3]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در دهه‌های اخیر تغییرات برجسته‌ای در درک نقش غذا در بهبود سلامتی انجام شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی امکان تولید نوشیدنی فراسودمند کیوی و سیب حاوی اسپیرولیناپلاتنسیس و مورینگا اولیفرا انجام شد.

روش‌ها: نوشیدنی‌های میوه‌ای با آب طبیعی سیب و کیوی (با نسبت ۱:۱)، استویا (۰/۱ درصد) و اینولین (۵ درصد) تهیه گردید. سپس سطوح مختلف پودر اسپیرولینا پلاتنسیس (صفر تا ۲ درصد) و پودر مورینگا اولیفرا (صفر تا ۲ درصد) به آن اضافه شد و تیمارها در چهار گروه T0 (نمونه شاهد)، T1 (حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا)، T2 (حاوی ۲ درصد پودر اسپیرولینا پلاتنسیس) و T3 (حاوی ۱ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا + ۱ درصد پودر اسپیرولینا پلاتنسیس) آماده گردید. در نهایت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، برخی خصوصیات تغذیه‌ای شامل تعیین محتوای عناصر و پروفایل اسید چرب و خصوصیات حسی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: افزایش معنی‌دار pH، اسیدیته، خاکستر، بریکس و پروتئین در تمامی تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین میزان pH، اسیدیته و پروتئین در تیمار T2 ($P < ۰/۰۵$) و بیشترین خاکستر و بریکس در تیمار T1 مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های نوشیدنی در مقایسه با نمونه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب مربوط به تیمارهای T1 و T0 بود ($P < ۰/۰۵$). بررسی عناصر (کلسیم، آهن و پتاسیم) نوشیدنی‌ها نشان داد که بیشترین ارزش تغذیه‌ای را تیمار T1 داشت ($P < ۰/۰۵$). بررسی خصوصیات رنگی نوشیدنی‌ها حاکی از آن بود که افزودن پودر اسپیرولینا پلاتنتیس سبب کاهش شاخص‌های L*، a* و b* نمونه‌ها شد ($P < ۰/۰۵$)؛ در حالی که پودر مورینگا اولیفرا شاخص‌های a* و b* نمونه‌ها را افزایش داد ($P < ۰/۰۵$) و شاخص L* بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها (به استثناء نمونه شاهد) داشت ($P < ۰/۰۵$). بررسی پروفایل اسید چرب حاکی از وجود کمترین میزان اسید چرب امگا ۳ در نمونه شاهد بود ($P < ۰/۰۵$). نمونه‌های T1 بیشترین میزان امگا ۶ را داشتند ($P < ۰/۰۵$). همچنین، بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع به ترتیب در نمونه‌های T1 و T2 مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵$). بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب تک غیر اشباع (Monounsaturated fatty acids یا MUFA) به ترتیب مربوط به نمونه‌های T2 و شاهد بود ($P < ۰/۰۵$). ارزیابی حسی نمونه‌ها عدم تأثیر معنی‌دار تیمارها بر رنگ نوشیدنی‌ها را نشان داد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین امتیاز طعم و مزه، احساس دهانی و پذیرش کلی (بعد از نمونه شاهد) به نمونه‌های T1 اختصاص داشت ($P < ۰/۰۵$)؛ در حالی که حداکثر امتیاز قوام مربوط به نمونه T2 بود ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به کسب امتیاز پذیرش خوب پودر برگ مورینگا اولیفرا در تهیه نوشیدنی‌های فراسودمند، پیشنهاد می‌شود از این پتانسیل موجود در کشور در جوانب مختلف صنعت غذا استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: اسپیرولینا پلاتنسیس؛ مورینگا اولیفرا؛ نوشیدنی فراسودمند؛ ویژگی‌های حسی؛ ویژگی‌های تغذیه‌ای

ارجاع: محمدی مهشاد، بیگ محمدی زهرا، منصوری‌پور ثمر. **بررسی امکان تولید نوشیدنی فراسودمند کیوی و سیب حاوی اسپیرولیناپلاتنسیس و مورینگا اولیفرا.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۳؛ ۲۰ (۱): ۱۰۵-۹۶

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۵/۲ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۸/۱۳ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱/۱۵

مقدمه

غذاهای فراسودمند (Functional food) غذاهایی هستند که مزایای ثابت شده‌ای برای حفظ یا ارتقای سلامتی فراتر از تغذیه اولیه دارند و به کاهش خطر بیماری‌ها کمک می‌کنند (۱). نوشیدنی‌های فراسودمند نوشیدنی‌های غیر الکلی حاوی مواد تقویت‌کننده سلامتی مانند مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، فیبرهای غذایی، پروبیوتیک‌ها، میوه‌ها و گیاهان خام اضافه شده، پلی‌فنل‌ها، رنگدانه‌ها و... هستند که تأثیر مثبتی بر یک یا چند عملکرد هدف در بدن می‌گذارند (۲). ریزجلبک‌ها منبع پروتئین‌هایی با ارزش بیولوژیکی بالا می‌باشند که می‌توانند نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد را برآورده کنند. علاوه بر این، وجود اجزای مختلف زیست فعال در ریزجلبک‌ها، اثرات مفیدی برای سلامتی دارند (۳، ۲).

ریزجلبک Arthrospira platensis (معروف به Spirulina) یک

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، واحد علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، واحد علوم پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: زهرا بیگ محمدی؛ استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Email: z.beigmohammadi@iau-tnb.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

ریزجلبک سبز- آبی رشته‌ای، خوراکی، چند سلولی و هم‌زیست است که به گروه سیانوباکتری‌ها تعلق دارد و و به طور گسترده‌ای به عنوان یک غذای فراسودمند ایمن استفاده می‌شود (۴). فواید بالقوه اسپیرولینا برای سلامتی به طور عمده به دلیل ترکیب شیمیایی آن است که شامل پروتئین‌ها (۵۰ تا ۷۰ درصد)، کربوهیدرات‌ها (۳۰ درصد)، اسیدهای آمینه ضروری (لیزین، متیونین و سیستئین)، مواد معدنی (به ویژه آهن)، اسیدهای چرب ضروری [۸ درصد مانند لینولئیک اسید، اولئیک اسید، گاما-لینولنیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید (Eicosapentaenoic acid یا EPA)، اسید استاریدونیک، اسید آراشیدونیک، اسید دوکوزاهگزانوئیک] و ویتامین‌ها (E، D، B، اسید اسکوربیک، به ویژه B12)، فیبر رژیمی، فیتوکمیکال‌ها و رنگدانه فیکوسیانین است (۳). اسیدهای چرب یک چارچوب ساختاری برای سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها و همچنین، بلوک‌های ساختمانی برای چندین ماده فعال زیستی فراهم می‌کنند. مهم‌ترین اعضای این خانواده، اسیدهای چرب امگا ۳ می‌باشد که متابولیسم لیپید را در انسان تنظیم می‌کند، خطر بیماری‌های قلبی- عروقی و اختلالات عصبی از جمله بیماری آلزایمر و پارکینسون و مرتبط با سن را کاهش می‌دهد (۵). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اسیدهای چرب امگا ۳ طیف گسترده‌ای از اثرات ضد التهابی را اعمال می‌کنند که آن‌ها را به عوامل مؤثری در برابر بیماری‌های مرتبط با التهاب تبدیل می‌کند (۶).

طی سال‌های گذشته، گیاهان دارویی به عنوان منبع طبیعی ترکیبات فعال بیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گرفتند. یکی از این گیاهان دارویی، مورینگا اولیفرا (Moringa oleifera) است (۷) که غنی‌ترین گیاه روی زمین در نظر گرفته می‌شود. این امر به ترکیبات زیست فعال همچون اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، فیتوسترول‌ها، قندهای طبیعی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آلی موجود در قسمت‌های مختلف گیاه نسبت داده می‌شود (۸). دانه‌های M. Oleifera یک جایگزین امیدوارکننده برای استفاده از مکمل‌های غذایی می‌باشند. استفاده از آرد دانه M. Oleifera به عنوان تقویت‌کننده آرد گندم در تولید نان، بیسکویت و کلوچه (۹) و همچنین، عصاره دانه آن به عنوان عامل غلیظ‌کننده در تولید ماست شیر به منظور بهبود کیفیتی و رئولوژیکی غذا شناخته شده است. چندین مطالعه آزمایشگاهی نیز نشان داده‌اند که دانه M. Oleifera دارای فعالیت‌های ضد التهابی و تعدیل‌کننده ایمنی، پتانسیل ضد میکروبی و ضد سرطانی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۱۰). با توجه به این که آمیوه طبیعی یکی از بهترین جایگزین‌ها برای نوشابه‌های گازدار رایج می‌باشد و از نظر ارزش غذایی بالاتر از نوشابه‌های گازدار است، پژوهش حاضر با هدف غنی‌سازی نوشیدنی کیوی و سیب با پودر اسپیرولینا پلاتنتیس و مورینگا اولیفرا و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خصوصیات تغذیه‌ای و حسی نوشیدنی کیوی و سیب انجام شد.

روش‌ها

تهیه مواد اولیه: پودر اسپیولینا پلاتنتیس از شرکت نورگنبد (ایران)، پودر برگ مورینگا اولیفرا از شرکت سبز رویان (ایران)، اینولین از شرکت پیشگامان شیمی (ایران)، شیرین‌کننده استویوزید از شرکت Tropicana (مالزی) و تمام مواد شیمیایی مود استفاده در این مطالعه از شرکت Merck (آلمان) خریداری گردید.

تهیه نوشیدنی: نوشیدنی میوه‌ای بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۳۷ تهیه شد (۱۱). بدین منظور، ترکیب آب طبیعی سیب و کیوی (با نسبت ۱:۱) با هم ترکیب و ۰/۱ درصد استویا و ۵ درصد اینولین به آن اضافه گردید. جهت غنی‌سازی نوشیدنی، مقادیر مختلف پودر اسپیرولینا پلاتنتیس (صفر تا ۲ درصد) و پودر مورینگا اولیفرا (صفر تا ۲ درصد) مطابق جدول ۱ به آن‌ها افزوده شد. در نهایت، نوشیدنی‌های میوه‌ای درون بطری شیشه‌ای ۲۰۰ میلی‌لیتری پر و درب آن‌ها بسته شد. نوشیدنی‌ها با استفاده از بن‌ماری (Memmert، آلمان) در دمای ۸۰ درجه سلسیوس پاستوریزه و سپس تا دمای ۱۰ درجه سلسیوس خنک و در یخچال تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شد.

جدول ۱. فرمولاسیون تیمارهای تحقیق

تیمار	مورینگا اولیفرا (درصد)	اسپیرولینا پلاتنتیس (درصد)
T0	۰	۰
T1	۲	۰
T2	۰	۲
T3	۱	۱

آزمون‌های نوشیدنی سیب و کیوی

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوشیدنی: pH نمونه‌ها با استفاده از pHمتر (Martini، ایتالیا)، اسیدیته نمونه‌ها بر حسب اسید سیتریک، بریکس نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به وسیله دستگاه رفراکتومتر (Atago Master-M، ژاپن) و خاکستر نوشیدنی‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵ انجام شد (۱۲). رنگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (*TES 135A*، تایوان) و بر اساس فاکتورهای L* (سیاه تا سفید)، a* (قرمز تا سبز) و b* (زرد تا آبی) تعیین گردید (۱۳). ویسکوزیته نمونه‌ها به کمک دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (DV-IPrime، آمریکا) با استفاده از اسپندل ۶۴ در محدوده سرعت چرخشی ۱۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انجام و نتایج بر حسب سانتی پواز بیان شد (۱۴). میزان پروتئین نمونه‌ها نیز با روش Kjeldahl تعیین و محاسبه گردید (۱۵).

اندازه‌گیری خصوصیات تغذیه‌ای نوشیدنی‌های میوه‌ای

اندازه‌گیری محتوی عناصر معدنی: میزان آهن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV\VIS 2100, Jenway، آمریکا) در طول موج ۵۱۰ نانومتر، میزان پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Corning، آمریکا) مطابق رابطه ۱ و میزان کلسیم با استفاده از رابطه ۲ تعیین شد.

$$(a-b) \times \frac{1}{1000} \times \frac{v}{w} \times \frac{100}{D.M}$$ رابطه ۱

در رابطه ۱، a غلظت پتاسیم در نمونه رقیق شده بر حسب میلی‌گرم در لیتر، b غلظت پتاسیم در نمونه شاهد بر حسب میلی‌گرم در لیتر، v حجم نمونه حاصل از عمل هضم شده بر حسب میلی‌لیتر، w وزن نمونه بر حسب گرم، D.M درصد ماده خشک نمونه می‌باشد.

$$4 \times (a-b) \times \frac{t}{D} \times \frac{v}{w} \times \frac{100}{D.M}$$ رابطه ۲

در رابطه ۲، a میزان مصرفی Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) برای نمونه رقیق شده بر حسب میلی‌لیتر،b میزان مصرفی EDTA برای نمونه شاهد بر حسب میلی‌لیتر، t مولاریته EDTA، D میزان نمونه مورد

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

استفاده جهت تیتراسیون بر حسب میلی‌لیتر، v حجم نهایی نمونه هضم شده بر حسب میلی‌لیتر، w وزن نمونه جهت هضم بر حسب گرم، D.M درصد ماده خشک نمونه می‌باشد (۱۳).

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی: اثر آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش Diphenyl-1-picrylhydrazyl-۲،۲ (DPPH) در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و درصد مهارکنندگی با رابطه ۳ محاسبه گردید (۱۴) که A درصد مهارکنندگی، AC جذب شاهد و As جذب نمونه می‌باشد.

$$A\% = \frac{(AC-AS)\times 100}{AC}$$ رابطه ۳

بررسی پروفایل اسید چرب نوشیدنی: اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی فیلیپس مجهز به ستون کاپیلاری از نوع SGE BX70 (60m × 0.32mm ID × 0.25 µm-film thickness) و آشکارساز یونش شعله‌ای (Flame ionization detector یا FID) آنالیز گردید. ستون با دمای اولیه ۱۶۰ درجه سلسیوس و با افزایش دمای ۲۰ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۲۳۰ درجه سلسیوس رسانده شد. در این روش، از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل، گاز هیدروژن به عنوان سوخت و ازت (با خلوص ۹۹/۹ درصد) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده گردید (۱۵).

ارزیابی حسی

خصوصیات حسی نمونه‌ها توسط ۶ نفر ارزیاب حسی زن و ۴ نفر ارزیاب حسی مرد در محدوده سنی ۳۰ تا ۴۰ سال آموزش دیده از نظر رنگ، احساس دهانی، مزه و بو، شیرینی، قوام و پذیرش کلی با مقیاس پنج نقطه‌ای به روش هدونیک ارزیابی شد. در این آزمون، به نمونه خیلی خوب: نمره ۵، خوب: نمره ۴، متوسط: نمره ۳، بد: نمره ۲ و خیلی بد: نمره ۱ تعلق گرفت (۱۶).

پژوهش حاضر بر پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Duncan در سطح ۵ درصد استفاده گردید و داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

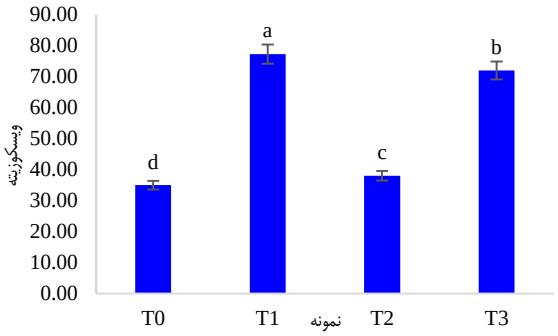
یافته‌ها

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های میوه‌ای: جدول ۲ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های نوشیدنی میوه‌ای فراسودمند با فرمولاسیون مختلف را نشان می‌دهد. اختلاف معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های مختلف مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$).

بیشترین و کمترین میزان pH به ترتیب در نمونه‌های T2 و شاهد گزارش شد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین محتوای خاکستر در نمونه T1 و کمترین آن در نمونه شاهد بود ($P < ۰/۰۵$). کمترین اسیدیته در نمونه شاهد وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). افزودن پودر اسپیرولینا پلاتنتیس و پودر مورینگا اولیفرا به طور معنی‌داری میزان اسیدیته را افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین میزان اسیدیته مربوط به نمونه‌های T2 بود ($P < ۰/۰۵$).

بیشترین و کمترین مقدار بریکس به ترتیب در نمونه‌های T1 و T2 بدون اختلاف معنی‌داری گزارش شد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین محتوای پروتئین در نمونه T2 و کمترین در نمونه شاهد وجود داشت ($P < ۰/۰۵$).

ویسکوزیته نوشیدنی‌های میوه‌ای: تأثیر معنی‌دار تیمار بر ویسکوزیته (سانتی‌پواز) نمونه‌های نوشیدنی میوه‌ای فراسودمند در شکل ۱ نشان داده شده است. مطابق با نتایج، بیشترین و کمترین ویسکوزیته به ترتیب مربوط به نمونه‌های T1 و شاهد بود ($P < ۰/۰۵$).



شکل ۱. میانگین تغییرات ویسکوزیته نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌های میوه‌ای: مطابق با شکل ۲، فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < ۰/۰۵$). بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار T1 و کمترین آن در نمونه شاهد مشاهده گردید ($P < ۰/۰۵$).

شاخص‌های رنگی نوشیدنی‌های میوه‌ای: نتایج شاخص رنگی در نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقادیر شاخص روشنایی (L*) مربوط به نمونه شاهد بود و کمترین میزان روشنایی نمونه‌های T2 مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$).

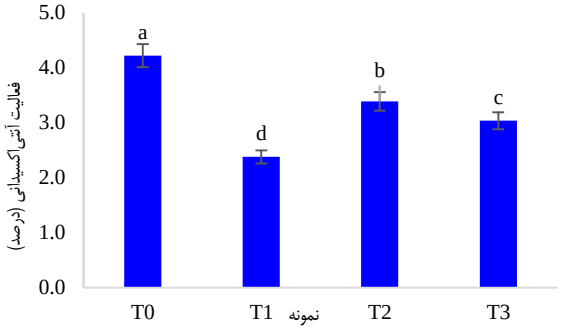
جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

تیمار	پروتیئن (درصد)	بریکس	محتوای خاکستر (درصد)	اسدیته (درصد)	pH
T0	۰/۵٦ ± ۰/۰۱^{d}	۱٤/۱۷ ± ۰/۰٤^{c}	۱/۸۷ ± ۰/۰٥^{d}	۰/۷٦ ± ۰^{d}	۳/۳٥ ± ۰^{d}
T1	۱/۰٤ ± ۰/۰۲^{c}	۱٥/۱۷ ± ۰^{a}	۲/۸٥ ± ۰^{a}	۰/۸۲ ± ۰^{c}	۳/٥۱ ± ۰^{c}
T2	۱/٤۳ ± ۰^{a}	۱٤/۱۷ ± ۰/۰٤^{c}	۲/۷٦ ± ۰/۰۸^{b}	۰/۹٤ ± ۰^{a}	۳/٦۳ ± ۰^{a}
T3	۱/۱۹ ± ۰^{b}	۱٤/٦۳ ± ۰/۰٤^{b}	۱/۹۳ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۸۷ ± ۰^{b}	۳/٥٦ ± ۰^{b}

*تفاوت در حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]



شکل ۲. میانگین تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

در بررسی شاخص قرمزی (a*) نمونه‌ها نیز مشخص شد که بیشترین مقدار a* مربوط به نمونه T1 و کمترین مقدار مربوط به نمونه T2 بود ($P < ۰/۰۵$). بیشترین و کمترین مقدار b* نیز به ترتیب در نمونه‌های T1 و T2 گزارش گردید ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۳. میانگین تغییرات رنگی نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

تیمار	b*	a*	L*
T0	۲۰/۲۰ ± ۰/۵۵^{b}	۶/۰۰ ± ۰/۰۸^{b}	۶۹/۶۰ ± ۰/۴۸^{a}
T1	۲۳/۹۰ ± ۰/۰۱^{a}	۷/۰۰ ± ۰/۱۳^{a}	۲۹/۹۰ ± ۰/۴۰^{b}
T2	۰/۴۰ ± ۰/۳۱^{c}	−۱/۳۰ ± ۰/۰۹^{d}	۹/۶۰ ± ۰/۱۱^{d}
T3	۷/۰۰ ± ۰/۲۵^{d}	۲/۳۰ ± ۰/۴۳^{c}	۱۲/۳۰ ± ۰/۳۸^{c}

*تفاوت در حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).
داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

تعیین میزان محتوای کلسیم، آهن و پتاسیم نوشیدنی‌های میوه‌ای: محتوای کلسیم، آهن و پتاسیم نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند در جدول ۴ ارایه شده است. بیشترین محتوای پتاسیم در نمونه T1 و به دنبال آن در T3 مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). همچنین، بیشترین محتوای آهن و کلسیم در نمونه T1 بود ($P < ۰/۰۵$). کمترین محتوای آهن در نمونه شاهد و کمترین محتوای کلسیم در نمونه‌های شاهد و T2 گزارش گردید.

جدول ۴. میانگین خواص تغذیه‌ای نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

تیمار	کلسیم (میلی‌گرم در گرم)	آهن (میلی‌گرم در گرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در گرم)
T0	۰/۱۷ ± ۰^{c}	۴/۰۱ ± ۰/۰۲^{d}	۵/۲۰ ± ۰/۱۱^{d}
T1	۰/۴۳ ± ۰^{a}	۴/۱۷ ± ۰^{a}	۹/۰۰ ± ۰/۲۳^{a}
T2	۰/۲۳ ± ۰^{c}	۴/۰۴ ± ۰/۰۱^{c}	۸/۱۰ ± ۰/۱۴^{c}
T3	۰/۳۵ ± ۰^{b}	۴//۱۰ ± ۰/۰۱^{b}	۸/۶۰ ± ۰/۲۹^{b}

*تفاوت در حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).
داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

پروفایل اسیدهای چرب نوشیدنی‌های میوه‌ای: نوع و مقدار اسید چرب در نوشیدنی‌های میوه‌ای در جدول ۵ نشان داده شده است. بیشترین مقادیر اسیدهای چرب اشباع (Saturated fatty acid یا SFA) در نمونه‌های T2، T3 و شاهد شناسایی شد. کمترین میزان اسیدهای چرب را نیز نمونه‌های T2 داشتند ($P < ۰/۰۵$).

بیشترین MUFA در نمونه T2 مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). نمونه‌های T1 و شاهد کمترین مقدار MUFA را به خود اختصاص دادند ($P < ۰/۰۵$).

مطابق با جدول ۵، تفاوت بین اسیدهای چرب چند غیر اشباع (Polyunsaturated fatty acids یا PUFA) در نمونه‌های آبمیوه با فرمولاسیون‌های مختلف معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). بالاترین محتوای PUFA در نمونه T1 و به دنبال آن در نمونه T3 وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). کمترین میزان PUFA در نمونه شاهد گزارش شد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در نمونه‌های شاهد و پس از آن، در نمونه T3 مشاهده گردید؛ در حالی که نمونه‌های T1 و T2 کمترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ را داشتند ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۵. ساختار و نوع اسید چرب در نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

اسید چرب	T0	T1	T2	T3
C14:0	۰/۹۰ ± ۰^{d}	۴/۸۳ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۴۲ ± ۰/۰۸^{c}	۳/۳۲ ± ۰/۰۸^{b}
C16:0	۲۴/۰۸ ± ۰/۵۰^{a}	۲۰/۹۰ ± ۰/۹۰^{ab}	۱۳/۴۴ ± ۰/۰۱^{c}	۱۷/۸۴ ± ۰/۸۰^{b}
C18:0	۵/۰۴ ± ۰/۷۰^{c}	۵/۴۵ ± ۰/۴۰^{b}	۵/۲۲ ± ۰/۲۰^{b}	۸/۷۸± ۰/۴۰^{a}
C18:1(n-9) C	۲۳/۳۲ ± ۰/۹۰^{c}	۲۳/۴۳ ± ۰/۶۰^{c}	۳۴/۷۲ ± ۰/۴۰^{a}	۲۹/۲۹ ± ۰/۴۰^{b}
C18:2(n-6) C (ω6)	۹/۱۷ ± ۰/۸۰^{b}	۱۱/۹۲ ± ۰/۷۰^{a}	۱۱/۸۸ ± ۰/۹۰^{a}	۱۱/۰۵ ± ۰/۳۰^{b}
C18:3 n3 (ω3)	۱۱/۳۷ ± ۰/۶۰^{c}	۱۲/۸۷ ± ۰/۵۰^{a}	۱۲/۲۰/۰ ± ۰/۷۰^{b}	۱۲/۰۰ ± ۰/۹۰^{b}
C20:4 n6 ARA (ω6)	۸/۵۲ ± ۰/۱۰^{d}	۲۸/۵۷ ± ۰/۶۰^{a}	۱۷/۱۷ ± ۰/۹۰^{c}	۲۲/۰۷ ± ۰/۹۰^{b}
C20:5 n3 EPA (ω3)	۴/۳۶ ± ۰/۷۰^{a}	۳/۹۰ ± ۰/۰۷^{ab}	۱/۳۵ ± ۰/۰۸^{c}	۲/۶۰ ± ۰/۰۷^{b}
C22:6 n3 DHA (ω3)	۴/۹۷ ± ۰/۰۹^{b}	۵/۰۰ ± ۰/۰۳^{ab}	۵/۲۳ ± ۰/۰۸^{a}	۵/۰۵ ± ۰/۰۴^{ab}

*تفاوت در حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).
داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

حداکثر مقدار اسیدهای چرب امگا ۶ مربوط به نمونه‌های T1 و به دنبال آن، در نمونه‌های T2 و T3 بود (P < ۰/۰۵). کمترین محتوای اسید چرب امگا ۶ در نمونه شاهد گزارش شد (P < ۰/۰۵).

ارزیابی حسی نوشیدنی‌های میوه‌ای: شکل ۳ میانگین نتاج ارزیابی حسی نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند را نشان می‌دهد. مطابق با نتایج، بالاترین امتیاز کسب شده در شاخص احساس دهانی مربوط به نمونه شاهد بود که با نمونه T1 تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P > ۰/۰۵)، اما این اختلاف با سایر نمونه‌ها معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵). کمترین امتیاز احساس دهانی را نمونه T2 داشت (P < ۰/۰۵). تغییرات امتیاز طعم و مزه نیز مشابه با تغییرات احساس دهانی بوده است؛ به گونه‌ای که امتیاز حداکثری را نمونه‌های شاهد و T1 داشتند و کمترین امتیاز مجدد مربوط به نمونه T2 بود (P < ۰/۰۵).

شاخص رنگ تحت تأثیر تیمار آزمون قرار نگرفت و تفاوت معنی‌داری گزارش نشد (P > ۰/۰۵). بالاترین امتیاز کسب شده در شاخص قوام نیز مربوط به نمونه T2 بود که با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P < ۰/۰۵). بیشترین امتیاز پذیرش کل را نمونه‌های شاهد و T1 به خود اختصاص دادند که با هم تفاوت معنی‌داری نداشت (P < ۰/۰۵). نمونه‌های T2 و T3 کمترین امتیازهای پذیرش کل را دریافت کردند (P < ۰/۰۵).

بحث

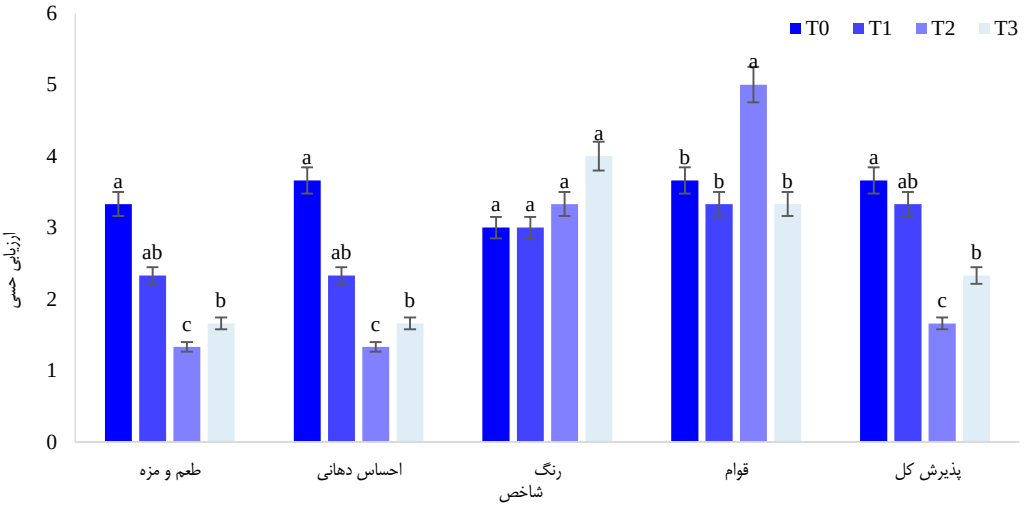
بررسی نتایج ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی میوه‌ای فراسودمند: در جدول ۲ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های میوه‌ای با فرمولاسیون مختلف ارایه شده است. افزودن ۲ درصد پودر اسپیرولینا پلاتنتیس و مورینگا اولیفرا، به طور معنی‌داری میزان pH و اسیدیته را افزایش داد (به ترتیب نمونه‌های T2 و T1). مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۳ (۱۷)، تمام pH نوشیدنی‌های میوه‌ای تولید شده در محدوده استاندارد و قابل قبولی بودند. بالاتر بودن pH و اسیدیته نمونه‌های حاوی ۲ درصد پودر اسپیرولینا به pH قلیایی آن نسبت داده شده است. در واقع، اسپیرولینا راه‌حل مناسبی را برای مشکلات pH بیشتر رژیم‌ها ارایه می‌دهد؛ چرا که بسیار قلیایی است (pH = ۶/۸۴) و می‌تواند با غذاهای اسیدی مقابله کند. این به نوبه خود باعث افزایش توده استخوانی می‌شود؛ چرا که بدن مجبور نیست کلسیم را برای متعادل کردن pH قربانی کند (۱۸). نتایج تحقیق Varga و همکاران نشان داد که پودر اسپیرولینا سبب افزایش میزان pH نمونه‌های نوشیدنی تخمیری شد (۱۹) که هم‌راستا با پژوهش حاضر بود. Arif و همکاران نیز گزارش کردند که با افزایش درصد پودر مورینگا اولیفرا در فرمولاسیون نوشیدنی آلبالو، میزان pH افزایش معنی‌داری را نشان داد (۲۰).

بررسی نتایج خاکستر نمونه‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان خاکستر مربوط به نمونه حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) با مقداری برابر با ۲/۸۵ درصد و به دنبال آن، نمونه حاوی ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنسیس (T2) با مقداری برابر با ۲/۷۶ درصد بود. با توجه به مطالعات پیشین و محتوای بالای خاکستر پودر برگ مورینگا اولیفرا و پودر اسپیرولینا پلاتنتیس، نتیجه به دست آمده دور از انتظار نبود (۲۱، ۲۰).

بررسی بریکس فرمولاسیون مختلف نوشیدنی فراسودمند در جدول ۲، حاکی از بیشترین مقدار بریکس در نمونه حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (۱۵/۱۷) بود. Haque و همکاران نیز افزایش معنی‌دار بریکس نوشیدنی‌های آلوئه‌ورا غنی شده با پودر برگ مورینگا اولیفرا را گزارش کردند (۲۲).

نتایج محتوای پروتئین نوشیدنی‌های میوه‌ای (جدول ۲) نشان داد که بیشترین محتوای پروتئین در نمونه حاوی ۲ درصد اسپیرولینا (T2) مشاهده شد. با توجه به محتوای ۵۵ تا ۷۰ درصدی پروتئین در اسپیرولینا، این نتیجه کاملاً قابل انتظار بود (۲۱، ۲۰). افزایش پروتئین نمونه حاوی پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) نسبت به نمونه شاهد نیز به دلیل محتوای پروتئین بالای پودر برگ مورینگا اولیفرا نسبت داده شده است.

بررسی نتایج ویسکوزیته نوشیدنی‌های میوه‌ای: خواص رئولوژیکی آب میوه‌ها به طور عمده تحت تأثیر ماهیت خود آبمیوه، وجود مواد پلیمری مانند پکتین و صمغ، محتوای پالپ میوه و نوع عامل غلیظ‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲).



شکل ۳. میانگین تغییرات ارزیابی حسی نوشیدنی‌های میوه‌ای فراسودمند

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

بیشترین میزان ویسکوزیته را نمونه‌های حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) داشتند (شکل ۱). همچنین، افزودن پودر اسپیرولینا نسبت به نمونه شاهد، به طور معنی‌داری میزان ویسکوزیته نوشیدنی‌ها را افزایش داد (۲۲). با توجه به ویژگی‌های عصاره برگ مورینگا، پیش‌بینی رفتار افزایش ویسکوزیته، به فعالیت لخته‌سازی عصاره‌های برگ مورینگا نسبت داده شده است (۲۳). نتایج مطالعه Bikheet و همکاران، افزایش معنی‌دار ویسکوزیته نوشیدنی‌های ماست غنی شده با پودر مورینگا اولیفرا را نشان داد (۲۴) که با یافته‌های بررسی حاضر همخوانی داشت.

بررسی نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌های میوه‌ای: بیشترین میزان IC_{50} را نمونه شاهد به خود اختصاص داد که نشان از پایین‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارد. همچنین، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کمترین میزان IC_{50} مربوط به نمونه‌های حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) و بعد از آن، در نمونه مخلوط برگ مورینگا اولیفرا و اسپیرولینا پلاتنتیس (T3) بود (شکل ۲). با این حال، نمونه حاوی ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنتیس (T2)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشت. ترکیبات فلاونوئیدی و گلوکوزینولات و محصولات حاصل از تجزیه آن مانند ایزوتیوسیانات، از متابولیت‌های مشخص گونه مورینگا اولیفرا هستند که می‌تواند دلیلی بر فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی این ترکیب در نوشیدنی‌های تولید شده باشد (۲۴). همچنین، گالیک اسید، کاتچین، اپی‌کاتچین، کافئیک اسید و کوئرستین ترکیبات فنولی شناسایی شده در مورینگا اولیفرا هستند (۲۵). قدرت آنتی‌اکسیدانی اسپیرولینا پلاتنسیس ممکن است به دلیل وجود ترکیبات زیست فعالی مانند توکوفرول و فیکوسانین‌ها باشد که علاوه بر آنتی‌اکسیدان بودن، می‌توانند به عنوان ترکیبات سینرژیست آنتی‌اکسیدان نیز عمل نمایند (۲۶). نتایج پژوهش Kahfi و همکاران نشان داد که غنی‌سازی نوشیدنی‌های فوری با پودر برگ مورینگا اولیفرا، سبب افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها شد که با افزایش درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌ها افزایش معنی‌داری را نشان داد (۲۷) که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی داشت.

بررسی نتایج رنگ نوشیدنی‌های میوه‌ای: استفاده از اسپیرولینا پلاتنسیس با ماهیت رنگ خاص خود، از مهم‌ترین دلایل افزایش میزان تمایل به سبزی و کاهش روشنایی و کاهش تمایل به زردی در پی افزایش در مقدار آن بود. اسپیرولینا پلاتنسیس به عنوان جزء پایداری در ایجاد رنگ سبز به کار می‌رود (۶) هم‌راستا با نتایج به دست آمده، Santiago-Morales و همکاران دریافتند که غنی‌سازی نوشیدنی بر پایه کفیر، سبب کاهش روشنایی نمونه‌ها و تغییر رنگ زرد به سمت رنگ سبز در نمونه‌ها شد (۲۸). همچنین، da Silva و همکاران طی غنی‌سازی ماست با پودر اسپیرولینا (۲۱) و Azzi با افزودن اسپیرولینا پلاتنسیس به لواشک کیوی (۲۹)، نتایج مشابهی در ارتباط با کاهش روشنایی، کاهش رنگ قرمز و افزایش رنگ سبز گزارش نمودند.

بالاترین روشنایی پس از نمونه شاهد، در نمونه حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) مشاهده شد؛ در حالی که این تیمار بالاترین شاخص قرمزی و زردی را به خود اختصاص داد. Jideani و همکاران طی غنی‌سازی نوشیدنی بر پایه غلات با مکمل مورینگا اولیفرا، به این نتیجه رسیدند که تیمارهای حاوی مکمل بعد از نمونه شاهد، بالاترین میزان روشنایی را داشتند. افزودن پودر مورینگا اولیفرا، میزان شاخص قرمزی و زردی نوشیدنی‌ها را نسبت به نمونه شاهد افزایش داد (۳۰).

بررسی نتایج تغذیه‌ای نوشیدنی‌های میوه‌ای: بر اساس نتایج جدول ۴، بیشترین خواص تغذیه‌ای (محتوای پتاسیم، آهن و کلسیم) در نوشیدنی حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) مشاهده شد و به دنبال آن، نمونه غنی‌سازی شده با مخلوط ۱ درصد برگ مورینگا اولیفرا و اسپیرولینا پلاتنتیس (T3) بیشترین خاصیت تغذیه‌ای را داشتند. لازم به ذکر است اگرچه نوشیدنی‌های حاوی اسپیرولینا پلاتنتیس (T2) از دو تیمار ذکر شده ارزش تغذیه‌ای کمتری داشت، اما به طور معنی‌داری ارزش تغذیه‌ای نوشیدنی را نسبت به نمونه شاهد افزایش دادند. Ali و همکاران طی غنی‌سازی نوشیدنی‌های بر پایه آب پنیر با مکمل پودر برگ مورینگا اولیفرا، رابطه مثبتی بین محتوای تغذیه‌ای نوشیدنی‌ها با مکمل پودر برگ مورینگا اولیفرا را گزارش کردند. آن‌ها ذکر کردند که نوشیدنی‌های غنی شده، محتوای پتاسیم، آهن، مس، منگنز و منیزیم بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشتند (۳۱). احمدیان و همکاران نیز در تحقیق مشابهی، اثر افزایش پودر برگ مورینگا اولیفرا و پودر اسپیرولینا پلاتنتیس به تنهایی و به صورت ترکیب با یکدیگر بر ویژگی‌های مختلف فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای دسر لبنی نوشیدنی فراسودمند طالبی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تیمار حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا، دارای بیشترین افزایش مقادیر عناصر معدنی شامل کلسیم، پتاسیم و آهن بود. همچنین، تیمار حاوی نسبت یک درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا و یک درصد پودر اسپیرولینا پلاتنتیس نیز نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنتیس دارای افزایش معنی‌دار بود (۳۲). در این راستا، نتایج پژوهش حسن‌زاده و همکاران نشان داد که افزودن پودر اسپیرولینا در غنی‌سازی آبمیوه بر پایه گلابی- طالبی، سبب افزایش محتوای کلسیم و روی نمونه‌ها شد (۲).

بررسی نتایج پروفایل اسیدهای چرب نوشیدنی‌های میوه‌ای: اسیدهای چرب امگا ۳ نقش مهمی در فیزیولوژی به خصوص در دوران جنینی و نوزادی ایفا می‌کنند. همچنین، برای جلوگیری از امراض قلبی- عروقی، جلوگیری از تشکیل لخته خون و جلوگیری از التهاب مفید می‌باشند. معرفی منابع جدید و قابل دسترس اسیدهای چرب امگا ۳ می‌تواند گام مؤثری در بهبود سلامت جامعه باشد. به همین دلیل، در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری جهت معرفی منابع حاوی اسید لینولنیک بالا صورت گرفته است (۳۳). مطابق با نتایج جدول ۵، بیشترین و کمترین مقادیر اسیدهای چرب اشباع در نمونه‌های حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1)، شاهد و نمونه حاوی ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنسیس (T2) مشاهده شد. بیشترین میزان MUFA در نمونه حاوی ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنسیس (T2) گزارش گردید. بیشترین میزان PUFA نیز در نمونه حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) وجود داشت. بیشترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ را نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱ درصد مخلوط مورینگا اولیفرا و اسپیرولینا پلاتنسیس (T3) به خود اختصاص دادند. نمونه حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) کمترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ را داشت. بیشترین و کمترین میزان امگا ۶ نیز به ترتیب مربوط به نمونه‌ها حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) و شاهد بود.

گرجی‌زاده همکاران پروفایل اسیدهای چرب ریزجلبک‌های اسپیرولینا، کلرولا (Chlorella) و چیتوکروز (Chaetoceros) را بررسی و نتیجه‌گیری کردند که در مورد اسیدهای چرب اشباع، اسید پالمیتیک در ریزجلبک‌های کلرولا، اسپیرولینا و چیتوکروز به ترتیب با ۱۵/۲، ۳۰/۱ و ۲۵/۷ درصد از کل اسیدهای چرب، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. همچنین، در میان

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه، اسید اولئیک در اسپیرولینا بیشترین مقدار را داشت که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود. در مورد اسیدهای چرب غیر اشباع با چند باند دوگانه نیز اسید لینولئیک از اسیدهای چرب امگا ۶ در اسپیرولینا، بیشترین مقدار (۱۸/۸ درصد) را داشت (۳۴). نتایج بررسی پروفایل اسیدهای چرب عصاره مورینگا اولیفرا استخراج شده به روش فوق نیز نشان داد که پالمتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید بیشترین مقادیر اسیدهای چرب را به خود اختصاص دادند (۳۵) که هم‌راستا با یافته‌های جدول ۵ در مطالعه حاضر می‌باشد.

بررسی نتایج ارزیابی حسی نوشیدنی‌های میوه‌ای: با توجه به شکل ۳، بیشترین امتیاز احساس دهانی مربوط به نمونه شاهد بود؛ در حالی که بالاترین امتیاز طعم و مزه به نمونه‌های شاهد و حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) اختصاص یافت. بیشترین قوام در نمونه حاوی ۲ درصد مورینگا اولیفرا (T1) گزارش شد که با نتایج ویسکوزیته و بریکس این نمونه همخوانی داشت. بیشترین امتیاز پذیرش کل را نمونه‌های شاهد و حاوی ۲ درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا (T1) کسب کردند. از لحاظ ارزیابی رنگ، تمام تیمارها حداکثر امتیاز را از ارزیابان حسی دریافت نمودند. با این حال، نمونه‌های حاوی ۲ درصد اسپیرولینا پلاتنسیس (T2) کمترین مقبولیت کل را از نظر ارزیاب داشت. Haque و همکاران با بررسی غنی‌سازی نوشیدنی آلوئه‌ورا با پودر برگ مورینگا اولیفرا، کاهش مقبولیت پذیرش کلی نمونه با افزایش درصد پودر برگ مورینگا اولیفرا نسبت به نمونه شاهد را گزارش کردند، اما این کاهش معنی‌دار نبود. همچنین، درصدهای پایین‌تر استفاده از برگ مورینگا اولیفرا امتیاز طعم و مزه و مقبولیت بالاتری توسط ارزیابان داشت (۲۲). Zeng و همکاران طی غنی‌سازی نوشیدنی انار با اسپیرولینا پلاتنتیس، به این نتیجه رسیدند که از لحاظ خصوصیات ظاهری، بو، رنگ و قوام، تفاوت معناداری گزارش نشد، اما استفاده از اسپیرولینا به شدت امتیاز طعم و مزه را کاهش داد (۳۶).

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، از پودر برگ گیاه مورینگا اولیفرا و پودر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در تولید نوشیدنی فراسودمند بر پایه سیب- کیوی استفاده شد. نتایج نشان دهنده افزایش معنی‌دار pH، خاکستر، پروتئین و بریکس نوشیدنی‌های فراسودمند نسبت به نمونه شاهد بود. همچنین، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌های فراسودمند مشاهده گردید که در مقایسه بین تیمارها، نمونه T1 و به دنبال آن، T3 بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به خود اختصاص دادند. بررسی ویسکوزیته نیز روند مشابهی را نشان داد و افزودن مکمل‌ها، به طورمعنی‌داری ویسکوزیته تیمارها را افزایش داد. در بررسی تغییرات رنگ نیز مشخص شد که استفاده از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، منجر به کاهش شاخص‌های *L، *a و *b شد. بیشترین میزان شاخص‌های *L، *a و *b در نمونه شاهد گزارش گردید.

نتایج بررسی برخی ویژگی‌های تغذیه‌ای، نشان دهنده محتوای بالاتر ترکیبات معدنی در نوشیدنی T1 بود. همچنین، با بررسی پروفایل اسیدهای چرب مشخص شد که بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع به ترتیب در نمونه‌های T1 و T2 مشاهده گردید. بیشترین و کمترین میزان MUFA به ترتیب مربوط به نمونه‌های T2 و شاهد و بیشترین و کمترین میزان PUFA به ترتیب مربوط به نمونه‌های T1 و شاهد بود. بیشترین مقدار اسیدهای چرب امگا ۳ در نمونه شاهد گزارش شد؛ در حالی که نمونه‌های T1 بیشترین میزان امگا ۶ را به خود اختصاص دادند. ارزیابی حسی نمونه‌ها، مقبولیت پذیرش نوشیدنی سیب و کیوی غنی شده با برگ گیاه مورینگا اولیفرا را نشان داد. همچنین، نمونه‌های T1 تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت و از نظر مصرف‌کننده امتیاز پذیرش خوبی را کسب کرد. پیشنهاد می‌شود از این پتانسیل موجود در کشور، در جوانب مختلف صنعت غذا استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۸۶۷۷۶ مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران می‌باشد. بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال و واحد علوم پزشکی تهران به جهت همکاری در انجام این مطالعه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Baker MT, Lu P, Parrella JA, Leggette HR. consumer acceptance toward functional foods: A scoping review. Int J Environ Res Public Health 2022; 19(3): 1217.
2. Hassanzadeh H, Ghanbarzadeh B, Galali Y, Bagheri H. The physicochemical properties of the spirulina-wheat germ-enriched high-protein functional beverage based on pear-cantaloupe juice. Food Sci Nutr 2022; 10(11): 3651-61.
3. Sadeghi T, Marvizadeh MM, Ebrahimi F, Mafi S, Foughani O, Nafchi A. Assessment of nutritional and antioxidant activity of sport drink enriched with Spirulina platensis. Journal of Chemical Health Risks 2022; 13(3): 485-6. [In Persian].
4. Taiti C, Stefano G, Percaccio E, Di Giacomo S, Iannone M, Marianelli A, et al. Addition of spirulina to craft beer: Evaluation of the effects on volatile flavor profile and cytoprotective properties. Antioxidants (Basel) 2023; 12(5): 1021.
5. Ma ZF, Ahmad J, Zhang H, Khan I, Muhammad S. Evaluation of phytochemical and medicinal properties of Moringa (Moringa oleifera) as a potential functional food. S Afr J Bot 2020; 129: 40-6.
6. Gautier A, Duarte CM, Sousa I. Moringa oleifera seeds characterization and potential uses as food. Foods 2022; 11(11): 1629.
7. Oyeyinka AT, Oyeyinka SA. Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. J Saudi Soc Agric. Sci 2018; 17(2): 127-36.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]
[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

8. Quintanilha G, Baptista A, Gomes R, Vieira A. Yogurt production added ultrafiltered seed extract of Moringa oleifera Lam. Biocatal Agric Biotechnol 2021; 37(6): 102159.
9. Azlan UK, Mediani A, Rohani ER, Tong X, Han R, Misnan NM, et al. A comprehensive review with updated future perspectives on the ethnomedicinal and pharmacological aspects of Moringa oleifera. Molecules 2022; 27(18): 5765.
10. Tang Z, Zhao Z, Chen S, Lin W, Wang Q, Shen N, et al. Dragon fruit-kiwi fermented beverage: In vitro digestion, untargeted metabolome analysis and anti-aging activity in Caenorhabditis elegans. Front Nutr 2022; 9: 1052818.
11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Fruit juices - Test methods, ISIRI No. 2685. ISIRI; 2017. [In Persian].
12. Hamidi Z, Hosseini Ghaboos H, Fadavi A. The effect of adding different values of pumpkin in orange juice. Iran J Nutr Sci Food Technol 2017; 12(2): 65-74. [In Persian].
13. Amidi Fazli F, Dezyani M, Ezzati R, Eivani MJ. Evaluation of human body needed mineral content in fruits. Iran J Nutr Sci Food Technol 2013; 7(5): 207-12. [In Persian].
14. Mahmoud S, Ashoush I, Attia M, Mahmoud R. Immunomodulatory and antioxidant activity of pomegranate juice incorporated with spirulina and echinacea extracts sweetened by stevioside. Journal of Agricultural and Veterinary Sciences, Qassim University 2015; 8(2): 161-74.
15. Ng LK. Analysis by gas chromatography/mass spectrometry of fatty acids and esters in alcoholic beverages and tobaccos. Analytica Chimica Acta 2002; 465(1): 309-18.
16. Hashemi N, Rabiee H, Tavakolipour H, Gazerani S. Effect of Stevia (Stevia rebaudiana) as a substitute for sugar on physicochemical, rheological and sensory properties of dietary saffron syrup. Saffron Agronomy and Technology 2015; 2(4): 303-10. [In Persian].
17. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Fruit juices (non-carbonated) - characteristics. ISIRI No. 2837. ISIRI; 2015. [In Persian].
18. Sharoba AM. Nutritional value of Spirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas. Journal of Food and Dairy Sciences 2014; 5(8): 517-38.
19. Varga L, Szigeti J, Kovacs R, Foldes T, Buti S. Influence of a Spirulina platensis biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage (R1). J Dairy Sci 2002; 85(5): 1031-8.
20. Arif MA, Inam-Ur-Raheem M, Khalid W, Lima CMG, Jha RP, Khalid MZ, et al. Effect of antioxidant-rich moringa leaves on quality and functional properties of strawberry juice. Evid Based Complement Alternat Med 2022; 2022: 8563982.
21. da Silva SC, Fernandes IP, Barros L, Fernandes A, Alves MJ, Calhelha RC, et al. Spray-dried Spirulina platensis as an effective ingredient to improve yogurt formulations: Testing different encapsulating solutions. J Funct Foods 2019; 60: 103427.
22. Haque M, Moni M, Rani S, Sharmin, Hasan M, Ripon M, et al. Standardization of recipe of value-added functional aloe vera drink enriched with Moringa leave. Malaysian Journal of Halal Research 2022; 5(2): 46-50.
23. Arif Y, Bajguz A, Hayat S. Moringa oleifera extract as a natural plant biostimulant. J Plant Growth Regul 2022; 42(3): 1291-306.
24. Bikheet MM, Yasien EE, Galal SM. Preparation of functional Yoghrt drink fortified with Moringa olifera leaves. J Food Dairy Sci Mansoura Univ 2021; 12(9): 217-23.
25. Han J, Britten M, St-Gelais D, Champagne CP, Fustier P, Salmieri Sp, et al. Effect of polyphenolic ingredients on physical characteristics of cheese. Food Res Int 2011; 44(1): 494-7.
26. Bennett RN, Mellon FA, Foidl N, Pratt JH, Dupont MS, Perkins L, et al. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees Moringa oleifera L. (horseradish tree) and Moringa stenopetala L. J Agric Food Chem 2003; 51(12): 3546-53.
27. Kahfi MA, Sutisna AN, Ainia H, Cecep AR. Using design expert d-optimal for formula optimization of functional drink that enriched with moringa leaf extract (Moringa oleifera). IOP Conf Ser: Earth Environ Sci 2021; 759(1): 012002.
28. Santiago-Morales IS, Trujillo-Valle L, Márquez-Rocha FJ, Hernandez JFL. Tocopherols, phycocyanin and superoxide dismutase from microalgae: As potential food antioxidants. Appl Food Biotechnol 2018; 5(1): 19-27.
29. Azzi A. Many tocopherols, one vitamin E. Mol Aspects Med 2018; 61: 92-103.
30. Jideani VA, Ratau MA, Okudoh VI. Leuconostoc mesenteroides and Pediococcus pentosaceus non-alcoholic pearl millet beverage enriched with Moringa oleifera leaf powder: Nutritional and sensory characteristics. Processes 2021; 9(12): 2125.
31. Ali AOO, Elreffaei WHM, Elkarmany AM, Elsheek FMA. Quality of guava whey beverage fortified with

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]

moringa oleifera leaves extract. Life Science Journal 2015; 12(4s): 113-22.
32. Ahmadiyan H, BeigMohammadi Z, Soltani M. Investigation of physicochemical and sensory properties of functional dairy drink dessert of cantaloupe containing Moringa oleifera and Spirulina platensis. Food Processing and Preservation Journal 2023; 15(1): 1-22. [In Persian].
33. Bassey S, David-Oku E, Ehumile M. Assessment of nutritive and preservative impact of Enriching Zobo (Hibiscus sabdariffa Calyx) drink with Moringa extract. European J Nutr Food Saf 2020; 12(1): 76-84.
34. Gorjzdadeh H, Sakhaei N, Doustshenas B, Ganemi K, Archangi B. Fatty acid composition of Spirulina sp., Chlorella sp. and Chaetoceros sp. microalgae and introduction as potential new sources to extinct omega 3 and omega 6. Iran South Med J 2016; 19(2): 212-24. [In Persian].
35. Patel A, Rova U, Christakopoulos P, Matsakas L. Introduction to essential fatty acids. In: Patel AK, Matsakas l, editors. Nutraceutical fatty acids from oleaginous microalgae. Beverly, MA: Scrivener Publishing LLC; 2020. p. 1-22.
36. Zeng P, Liu L, Long Z, Wei Y, Tuo H, Tan Z, et al. Optimization of forming process of black sesame Spirulina compound nutrition milk beverage. Food Research and Development 2019; 40(3): 141-6.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-07-01]

[DOI: 10.48305/jhsr.v20i1.1534]