

جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی به عنوان یک نوشیدنی حلال: اثرات سلامت‌بخشی و زیست محیطی

آتنا نبی زاده رشوند^۱، ملیکا احسانی زاده^۱، حوریه فتاحی مریم آبادی^۱، بشری سلیمی نائینی^۱، نگین شجاعان^۱، محمد حسین منصوریان^۱، فتنانه هاشم پور بلترک^{۲*}

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- مرکز تحقیقات حلال جمهوری اسلامی ایران، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت درمان، آموزش پزشکی تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت: ۱۱ دی ۱۴۰۱	سابقه و هدف: مصرف جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی به دلیل تأثیرات مثبت بسیاری که بر سلامت بدن انسان دارد، به سرعت در سراسر جهان گسترش یافته است. افرادی که از آلرژی به شیر گاو و ناتوانی در هضم لاکتوز رنج می‌برند، این نوشیدنی‌ها را ترجیح می‌دهند. از طرف دیگر، منشا گیاهی این نوشیدنی‌ها نگرانی‌های مرتبط با حلیت را برطرف می‌کند. این مطالعه به بررسی اثرات سلامت‌بخش و همچنین زیست‌محیطی انواع جایگزین‌های شیر که از منابع گیاهی تهیه می‌شوند می‌پردازد.
داوری: ۲۵ دی ۱۴۰۱	
پذیرش: ۵ بهمن ۱۴۰۱	
کلمات کلیدی: آلرژی به شیر عدم تحمل لاکتوز جایگزین شیر با منشا گیاهی نوشیدنی حلال گیاهخواری	
* نویسنده مسئول: فتانه هاشم پور بلترک مرکز تحقیقات حلال، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: fhashempour92@yahoo.com تلفن: +۹۸-۲۱-۸۸۹۰۹۰۳۳ فکس: +۹۸-۲۱-۸۸۸۹۰۸۵۸	یافته‌ها و نتیجه‌گیری: جایگزین‌های شیر گیاهی اثرات مثبت بر سلامتی دارند که از جمله آنها می‌توان به بهبود سلامت قلب و عروق، کاهش خطر بروز بیماری‌های مزمن مانند دیابت و سرطان، و بهبود عملکرد سیستم ایمنی اشاره کرد. از طرفی، پیامدهای منفی مصرف آنها همچون مواجهه بدن با کمبود برخی مواد مغذی، زیست‌فراهمی پایین‌تر ترکیبات مغذی در این نوشیدنی‌ها نسبت به شیر گاو، و همچنین کاهش بهداشت دهان و دندان به علت وجود قند افزوده در این محصولات نیز حائز اهمیت می‌باشد. جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی در حفظ تنوع زیستی و کاهش تغییرات آب و هوایی نیز اثر مثبت دارند. در مجموع، علیرغم وجود قند افزوده و کم بودن محتوای پروتئین، حضور ترکیبات فنلی، اسیدهای چرب غیراشباع، انواع آنتی‌اکسیدان‌ها، و ترکیبات زیست‌فعال مانند فیتواسترول‌ها و ایزوفلاوون‌ها جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی را به یک انتخاب مناسب در رژیم غذایی به ویژه برای گیاهخواران و همچنین جوامع مسلمان به عنوان یک نوشیدنی حلال تبدیل کرده است.

۱- مقدمه

یا جایگزین هستند؛ زیرا جایگزین‌های شیر گیاهی به عنوان یک ماده اصلی در بسیاری از محصولات غذایی گیاهی مانند ماست گیاهی، پنیر، کفیر، کره و بستنی گیاهی استفاده می‌شوند. علاوه بر این، جایگزین‌های شیر گیاهی توسط مصرف‌کنندگانی که ناتوانی در هضم لاکتوز یا آلرژی به شیر گاو دارند، نیز استفاده می‌شود. طبق تحقیقات انجام شده توسط کتابخانه ملی پزشکی آمریکا که در سال ۲۰۲۰ منتشر شده است ناتوانی در هضم لاکتوز در ۶۵٪ جمعیت جهان مشاهده شده است. در آسیای شرقی، ۷۰ تا ۱۰۰٪ مردم از ناتوانی در هضم لاکتوز رنج می‌برند (۲). این بیماری

در طی دوره‌های اخیر، مصرف‌کنندگان به دلایل مختلفی مانند رعایت رفاه حیوانات، تمایل به سبک زندگی سالم و آگاهی از مسائل محیطی، به سمت رژیم غذایی بر پایه گیاهان که شامل غلات، لگوم‌ها، دانه‌ها، مغزها، میوه‌ها و سبزیجات است؛ متمایل شده‌اند (۱). گیاه‌خواری به معنای عدم مصرف گوشت، ماهی، مرغ، شیر یا محصولات لبنی، تخم‌مرغ، عسل یا هر محصولی که حاوی هر مقداری از این مواد باشد، است. جایگزین‌های شیر گیاهی یکی از گروه‌های غذایی هستند که در رژیم غذای گیاهخواران غیرقابل حذف

بدون استفاده از افزودنی‌ها به کار گرفته می‌شوند. علاوه بر تقویت و غنی‌سازی جایگزین‌های شیر گیاهی با پروتئین، غنی‌سازی با ویتامین و مواد معدنی نیز برای مصرف‌کنندگانی که ترجیح می‌دهند جایگزین‌های شیر گیاهی را به جای شیر گاو مصرف کنند، مسئله مهمی است.

آژانس اطلاعاتی بازار جهانی نشان داد که در مقایسه با داده‌های مصرف جایگزین‌های شیر گیاهی در سال ۲۰۱۸، مصرف در سه ماه ابتدای سال ۲۰۱۹ به طور میانگین ۱۹ درصد افزایش یافته است؛ علاوه بر این، حجم فروش جایگزین‌های شیر گیاهی هر ساله افزایش یافته است. به عنوان مثال، حجم فروش شیر جو در سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۸ به میزان ۷۱ درصد افزایش یافته است؛ حجم فروش شیر بادام ۱۰ درصد و حجم فروش شیر نارگیل ۱۶ درصد افزایش یافته است (۱۱). همچنین، محصولاتمانند بستنی، ماست، خامه، کره و سس سالاد بر پایه گیاه در سال ۲۰۱۸ مبلغ ۶۹۷ میلیون دلار تولید کرده‌اند؛ علاوه بر این، صنعت کره غیر لبنی ۱۳۱ درصد افزایش یافته است. علاوه بر مزایای مصرف جایگزین‌های شیر گیاهی، تولید این نوشیدنی‌ها تأثیرات زیست‌محیطی بسیاری دارد که شامل کاهش مصرف آب و پتانسیل کاهش تغییرات آب و هوا و سمیت زیست‌محیطی است (۱۲).

این مقاله یک مرور جامع از جایگزین‌های شیر گیاهی ارائه می‌دهد که شامل بازار مصرف، میزان مقبولیت، اثرات سلامتی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و قابلیت جذب ایزوفلاوون‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی است. این مطالعه در نظر دارد تا نگرشی در مورد مطالعاتی که در راستای تولید جایگزین‌های شیر گیاهی و اثرات سلامتی آنها انجام شده است و مطالعاتی که در آینده قابل انجام هستند، ارائه دهد.

۲- بازار جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

با وجود فواید غیرقابل انکار شیر حیوانی به دلیل ریزمغذی‌هایی نظیر کلسیم و ویتامین د و همچنین پروتئین‌های با ارزش تغذیه‌ای بالا، نگرش مصرف‌کنندگان نسبت به شیر گاو به علت بروز عدم تحمل لاکتوز و آلرژی در برخی افراد تغییر کرده است. جایگزینی شیر گاو با جایگزین‌های شیر گیاهی دارای یک روند صعودی است. بر اساس پیش‌بینی سهم بازار کنونی نیلسن، نرخ رشد سالانه جایگزین‌های شیر گیاهی در چهار سال آینده بیش از ۸-۱۲ درصد خواهد بود و داده‌های

همچنین در جمعیت آفریقای غربی، یهودیان عرب، یونانیان و ایتالیایی‌ها مشاهده شده است. افراد به دلایل مربوط به سلامتی نیز جایگزین‌های شیر گیاهی را انتخاب می‌کنند. به عنوان مثال، در حالی که مصرف زیاد مواد غذایی با منشأ حیوانی بیماری‌های قلبی عروقی و افزایش کلسترول را منجر می‌شود، غلات، لگوم‌ها، دانه‌ها و مغزها شامل فیبر مغذی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند. علاوه بر این، این مواد غذایی در دسته غذاهای عملگرا و مغذی قرار می‌گیرند (۳).

علاوه بر نقش رژیم گیاهی در کاهش بیماری‌های قلبی عروقی، پیستولاتو و همکاران (۴) مشاهده کردند که رژیم غذایی غنی از مواد غذایی بر پایه گیاهان از جمله سویا و خشکبارها، خطر ابتلا به اختلالات عصبی مانند بیماری آلزایمر را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، محققین (۵) گزارش کرده‌اند که حتی مصرف روزانه فقط دو لیوان شیر گاو، مصرف دی-گالاکتوز بالای ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم را به همراه دارد که می‌تواند باعث بروز بیماری پارکینسون شود. در این زمینه، جایگزین‌های شیر تهیه شده از دانه‌های روغنی و خشکبار شامل بادام (*Prunus dulcis*)، کاجو (*Anacardium occidentale*)، نارگیل (*Cocos nucifera*)، فندق (*Corylus*)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea*)، کنجد (*Sesamum indicum*)، سویا (*Glycine max*)، اویار سلام زرد (*Cyperus esculentus*)، جو (*Avena sativa*)، برنج (*Oryza sativa*)، شاهدانه (*Cannabis sativa*) و گردو (*Juglans*) توسط گیاه‌خواران و افرادی که از آلرژی به شیر گاو رنج می‌برند، ترجیح داده می‌شوند.

مراحل مشترک در تولید همه جایگزین‌های شیر گیاهی از جمله شیر بادام، شیر کاجو، شیر نارگیل، شیر فندق، شیر بادام زمینی، شیر کنجد، شیر سویا، شیر تائوگرنات، شیر جو، شیر برنج، شیر شاهدانه و شیر گردو، شامل فرآیند بو دادن، فیلتراسیون، اضافه کردن مواد اولیه مانند لستین، صمغ، آسکوربیک اسید، آنتی‌اکسیدان و غیره، استریل کردن، هموژنیزاسیون، بسته‌بندی آسپتیک و نگهداری در سردخانه است. صمغ‌ها نیز برای بهبود پایداری استفاده می‌شوند و نمک و شیرین‌کننده‌ها برای توسعه خواص حسی کاربرد دارند (۱۰-۶). در برخی موارد، فناوری‌های نوآورانه مانند اولتراسوند، میدان‌های الکتریکی پالسی، گرمایش اوهامیک و هموژنیزاسیون با فشار بالا و فوق‌بالا برای افزایش پایداری

متحدہ نشان داد که مصرف شیر گاو بدون لاکتوز نسبت به شیر سویا ترجیح داده می‌شود (۱۷). مطالعات نشان داده است که مردم سوئد به شیر جایگزین با منشا جو بیشتر از شیر گاو پرچرب فرادما علاقه دارند، اما امتیاز شیر سویا پایین‌تر است (۱۸). بر اساس مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۷ در مرکز خدمات حسی دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی در ارتباط با تاثیر عوامل بیرونی و معیارهای شخصی بر خرید محصولات نوشیدنی انجام شد مشاهده شد که در انتخاب شیر لبنی، محتوای چربی (مهم‌ترین پارامتر برای انتخاب پذیری)، اندازه بسته‌بندی و ادعاهای برچسب تأثیر قابل توجهی در انتخاب داشتند؛ علاوه بر این، شرکت‌کنندگان به طور کلی ترجیح می‌دادند محتوای چربی یک یا دو درصد، بسته‌بندی گالن یا نیم‌گالن و نوشیدنی معمولی خریداری کنند. در دسته جایگزین‌های شیر گیاهی، سطح قند، منبع گیاهی و اندازه بسته‌بندی عوامل مهمی در خریداری بودند، که سطح قند از اهمیت بیشتری برخوردار بود (۱۹). ناتوانی در هضم لاکتوز و تمایل به رژیم غذایی متعادل هم تأثیر مهمی برای مصرف‌کنندگان لبنی و غیر لبنی دارد. در یک گروه از کودکان سن ۸ تا ۱۶ سال بدون فاش کردن نوع محصول، شیر گاو بدون لاکتوز و نوشابه سویا دسته‌بندی شدند و از لحاظ حسی و پذیرش کلی مورد مقایسه قرار گرفتند؛ در دسته طعم، شیر گاو بدون لاکتوز امتیاز بیشتری کسب نمود. نوشیدنی‌های بر پایه سویای بدون طعم برای کودکان ۱۳ تا ۱۶ ساله بسیار کمتر از شیر گاو مورد علاقه قرار گرفتند؛ اگرچه این اولویت در کودکان ۸ تا ۱۲ ساله نیز مشاهده شد ولی اختلاف پذیرش دو محصول در آنها کمتر از گروه اول بود (۲۰).

علاوه بر همه موارد، قیمت جایگزین‌های شیر گیاهی نسبت به شیر گاو بالاتر است زیرا هزینه تولید جایگزین‌های شیر گیاهی بالاتر است. اینگونه مشکلات باعث کاهش نسبت درآمد حاصل از جایگزین‌های شیر گیاهی می‌شود. بنابراین، باید طعم به گونه‌ای بهبود یابد که به ترجیحات مصرف‌کنندگان پاسخ دهد اما فواید سلامتی را نیز حفظ نماید (۱۲).

۴- تولید جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

چندین روش برای تولید جایگزین‌های شیر وجود دارد. مواد خام مانند نارگیل، بادام زمینی، سویا، گردو و کاجو می‌توانند

یورومانیاتور نشان می‌دهد که در دوره شش ساله بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵، فروش جایگزین‌های شیر گیاهی دو برابر شده است (۱۳). افزایش فروش جایگزین‌های شیر گیاهی به روند محبوبیت گیاهخواری و نگرانی درباره رفاه حیوانات و محیط زیست وابسته است که در رسانه‌های اجتماعی منعکس شده است. روند گیاهخواری در ۱۰ سال گذشته ۳۶۰ درصد افزایش یافته است و تخمین زده می‌شود که در حال حاضر ۵۰۰،۰۰۰ گیاهخوار در انگلستان وجود دارند. افزایش محصولات برند و برچسب‌گذاری متناسب با گیاهخواری، کاهش قیمت بازار جایگزین‌های شیر گیاهی و افزایش نگرانی‌های اخلاقی درباره رفاه حیوانات و آلودگی جهانی، جنبه‌های مهمی از گسترش گیاهخواری هستند.

رژیم غذایی که بیشتر شامل مواد غذایی بر پایه گیاه است، باعث مصرف کمتر کالری شده و اثرات منفی کمتری بر محیط زیست دارد. در شمال آمریکا، سرانه مصرف شیر گاو در چند دهه گذشته کاهش یافته است. بر اساس مرکز اطلاعات لبنیات کانادا، در دوره زمانی بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۶، سرانه مصرف شیر گاو در هر نفر از ۸۹/۱۴ لیتر به ۶۹/۴۸ لیتر در کانادا کاهش یافته است. از طرفی، گزارش شده است که فروش جایگزین‌های شیر گیاهی در بازار خرده‌فروش آمریکا در سال ۲۰۱۷ و ۲۰۲۱ تقریباً به ترتیب ۶ میلیارد دلار و ۲۸ میلیارد دلار گزارش شده است.

۳- پذیرش مصرف‌کننده

تجربه یک غذای جدید به چند عامل بستگی دارد: داشتن طعم خوب، اطلاعات تغذیه‌ای، فواید سلامتی، و جنبه‌های زیست محیطی محصول. همه این معیارها تأثیر مهمی بر افزایش یا کاهش آمادگی عمومی برای امتحان یک غذای جدید دارند (۱۴). بر اساس تجزیه و تحلیل بازار، مصرف جایگزین‌های شیر گیاهی به صورت پایدار در حال افزایش است و توسعه حسی و کیفیت جایگزین‌های شیر گیاهی می‌تواند عامل کلیدی در افزایش آگاهی از محصول باشد. با این حال، در صنعت دو مشکل مشاهده شده است: وجود محصول نهایی با طعم ناخوشایند "لوبیایی" یا "رنگی" ناشی از فعالیت لیپواکسیژناز و درک دهانی گچی ناشی از ذرات بزرگ غیرقابل حل به وجود آمده است (۱۵، ۱۶).

نظرسنجی انجام شده در میان بزرگسالان با صرف نظر از نژاد، جنسیت یا عدم تحمل محصولات لبنی، در ایالات

با پوست تهیه شوند. در صورتی که محصول بدون پوست مورد نظر باشد، یکی از روش‌های جدا کردن پوست، خیساندن ماده خام در آب گرم است (۷). پس از جدا کردن پوست، ماده تازه به دست آمده نیاز به فرآیند خشک کردن دارد (۲۱). اگر ماده خام به صورت خشک شده عرضه شود، آن مواد خام نیازی به فرآیند خشک کردن ندارند و به جای آن فرآیندهای بو دادن یا آسیاب خشک را اعمال می‌کنند. جدول ۱، تأثیر فناوری جدید بر محصول نهایی ارائه می‌دهد.

جدول ۱- کاربرد فناوری‌های جدید در تولید جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

منبع	اثر بر روی محصول	فناوری تولید	فراورده
(۵۸)	غیرفعال شدن میکروارگانیسم، کاهش اندازه ذرات و ویسکوزیته	فراصوت	شیر بادام
(۱۹)	کاهش فعالیت لیپوکسیژناز سویا	میدان الکتریکی پالسی	شیر سویا
(۵۹)	کوچکتر شدن اندازه ذرات	تابش فراصوت با شدت بالا	شیر نارگیل
(۱۹)	افزایش جزئی در پروتئین، مهار فعالیت بازدارنده تریپسین و مهار فعالیت بازدارنده کیموتریپسین	گرمایش اهمی	شیر سویا
(۶۰، ۶۱)	تشکیل زیر میکرون/نانوذره، افزایش سه برابری میانگین اندازه ذرات، از دست دادن کامل آنتی ژن، کاهش گروه‌های سولفیدریل آزاد، غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها، کاهش حلالیت پروتئین، و رنگ‌پذیری آمندین	همگن‌سازی با فشار فوق‌العاده بالا	شیر بادام
(۶۲، ۶۳)	پایداری کلوئیدی بالاتر، کاهش اندازه ذرات، ذرات شبکه جدید، افزایش پایداری آنزیمی، افزایش پایداری اکسیداتیو لیپید، افزایش ماندگاری از ۳ روز به ۲۵، ۳۰ و ۵۷ روز، افزایش روشنایی و سفیدی		شیر تاپگرنت
(۶۴، ۶۵)	کاهش قوام محصولات، بهبود خواص ریزساختاری، افزایش ویسکوزیته	همگن‌سازی با فشار بالا	شیر فندق
(۶۶، ۶۷)	کاهش قابل توجه اندازه، کاهش شاخص سازگاری (k) و افزایش شاخص رفتار جریان (n)		شیر بادام زمینی
(۶۴)	کاهش اندازه ذرات، افزایش بار سطحی ذرات، افزایش شفافیت و شاخص سفیدی		شیر بادام

۵- اثرات سلامتی جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

آجیل، غلات و دانه‌های روغنی به علت محتوای غنی از ترکیبات زیست فعال، درشت مغذی‌ها، ریز مغذی‌ها، و فیتوکمیکال‌ها فواید بیشماری برای سلامتی انسان دارند. اسیدهای چرب غیراشباع شامل اسیدهای چرب ضروری، فیبرها، نسبت متعادل مواد معدنی، محتوای غنی از سلنیوم، پلی فنل‌ها، توکوفرول‌ها و فیتواسترول‌ها از جمله عواملی هستند که میان سلامت بدن و مصرف مغزها، غلات و دانه‌های روغنی ارتباط برقرار می‌کنند (۱۲).

آجیل، غلات، و دانه‌های روغنی به دلیل محتوای چربی آنها شامل مقدار کم اسیدهای چرب اشباع و مقدار زیاد اسیدهای

چرب تک و چند غیراشباع (اسیدهای چرب ضروری مانند اسیدهای لینولئیک و آلفا لینولئیک که بدن انسان قادر به سنتز آنها نیست) به عنوان عناصر کلیدی در رژیم غذایی روزانه برای زندگی سالم شناخته می‌شوند. وانگ و همکاران بیان کردند که مقدار کل فیتواسترول در آجیل و دانه‌ها از ۱۵/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم شاه بلوط تا ۲۵۵/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم پسته با وزن خشک متغیر است (۲۲). همچنین، در مطالعه دیگر مقدار کل فیتواسترول در برخی مغزها گزارش شد که شامل ۲۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم سویا، ۲۰۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بادام زمینی، ۹۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نارگیل، ۱۵۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم

محتوای تریپتوفان، لوسین، فنیل آلانین، تیروزین، والین، هیستیدین و ترئونین (که آمینو اسید محدودکننده است) تقریباً به طور مساوی در آجیل و تخم‌مرغ‌های کامل وجود دارد (۲۵). چنین ترکیبی از مواد فعال زیستی در آجیل، غلات، و دانه‌های روغنی باعث می‌شود این گروه غذایی از سیستم دفاعی بدن محافظت کرده و استرس اکسیداتیو را سرکوب کنند؛ آنها همچنین می‌توانند خطر بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان، دیابت نوع ۲ و فشار خون را کاهش دهند (۳۱-۲۶).

شیرهای جایگزین بر پایه گیاهی با شیر گاو در چندین مورد متفاوت هستند. اولاً، از نقطه نظر درشت مغذی‌ها، محتوای پروتئین جایگزین‌های شیر بر پایه گیاهی به طور کلی کمتر از شیر گاو است، اما شیرهای جایگزین گیاهی از نظر محتوای فیبر و اسیدهای چرب غیراشباع غنی‌تر هستند. علاوه بر سطح بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع، جایگزین‌های شیر گیاهی فاقد کلسترول هستند. به خصوص بادام هندی، جو دوسر و شیر سویا دارای سطح بالاتری از فیبر غذایی نسبت به سایر جایگزین‌های شیر گیاهی هستند (۱۲).

ایزوفلاون‌هایی که به طور طبیعی در جایگزین‌های شیر گیاهی به ویژه شیر سویا یافت می‌شوند خطر سرطان را کاهش می‌دهند، در حالی که شیر گاو ایزوفلاون ندارد. از سوی دیگر، شیر گاو به دلیل وجود محتوی لاکتوز طعم مطبوع‌تری دارد. جایگزین‌های شیر گیاهی موجود در بازار به طور کلی دارای شکر اضافه شده برای بازسازی طعم دلپذیری است که مردم از شیر گاو به یاد می‌آورند (۱۲).

بادام هندی، ۱۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بادام، و ۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گردو بود. مانند اسیدهای چرب غیر اشباع، فیتواسترول‌ها نیز اثرات مثبتی بر سلامت بدن انسان مانند کاهش کلسترول، پیشگیری از سرطان، تعدیل سیستم ایمنی و محافظت از پوست در برابر پیری دارند (۲۳). آنها خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی، سکته مغزی و حملات قلبی را کاهش می‌دهند. علاوه بر این، محتوای آنتی‌اکسیدانی بالای آنها به عنوان عوامل پیشگیری‌کننده در برابر سرطان تخمدان، سینه، معده، پروستات و ریه مطرح است (۲۳).

ثابت شده است که بتاستروسترول از رشد سلول‌های سرطانی روده بزرگ انسانی HT-29 که یک رده سلولی سرطان غده‌ای روده بزرگ انسانی با مورفولوژی مخاطی است جلوگیری می‌کند (۲۴). فیتواسترول‌ها فعالیت سلول‌هایی را افزایش می‌دهند که برای شناسایی، پاسخ و یادآوری آنتی‌ژن‌ها طراحی شده‌اند. به این ترتیب، در تعدیل سیستم ایمنی شرکت می‌کنند. همچنین، فیتواسترول‌ها تولید کلاژن در پوست را که در اثر قرار گرفتن در معرض نور خورشید از دست رفته است بالا می‌برند (۲۳).

اگرچه آجیل و دانه‌ها دارای مقادیر محدودی پروتئین هستند، اما شامل هر دو اسید آمینه ضروری و غیر ضروری می‌باشند. محققین نشان دادند که نسبت بالای آرژنین به لیزین که ۱۹ در فندق، ۲۰ در گردو و ۲۴ در بادام است، از ازدیاد کلسترول خون و تصلب شرایین جلوگیری می‌کند. اسیدهای آمینه ضروری موجود در آجیل با آمینو اسیدهای موجود در یک تخم‌مرغ کامل قابل مقایسه است (۲۵). همچنین اظهار شد برخلاف تفاوت در تعداد اسیدهای آمینه،

جدول ۲- فعالیت آنتی‌اکسیدانی جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

فرآورده	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	کل ترکیبات فنلی	روش	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مواد خام	کل ترکیبات فنلی در مواد خام	روش	منابع
شیر بادام	۲٪	۱/۲۴ میلی - گرم گالیک اسید/لیتر	قدرت آنتی - اکسیدانی/قدرت احیای آهن	۲۸/۶۴۲ میکرومول اکسی‌والان ترولوکس/گرم	۹۵/۲۸ اکسی‌والان گالیک اسید/۱۰۰ گرم	ظرفیت نگهداری سرم	(۶۸،۶۵)
شیر فندق	۵۰/۴۷٪	۱۳۰/۴۲ میلی گرم گالیک اسید/۱۰۰ میلی‌لیتر	احیای رادیکال آزاد	۵۶ میلی‌گرم/میلی - لیتر	۲۲۶ میلی‌گرم گالیک اسید/۱۰۰ گرم	احیای رادیکال آزاد	(۷۰،۶۹،۳۲)

شیر کنجد	۱۹/۳٪	۴ ~ میلی گرم گالیک اسید/گرم دانه کنجد خشک	۸/۸۸ - ۴۴/۲۱ میکروگرم/میلی لیتر	۲۶/۰۰ میلی گرم گالیک اسید/گرم عصاره روغن دانه کنجد	احیای رادیکال آزاد	(۷۳-۷۱,۳۳)
شیر سویا	۸/۷۹ میلی - گرم/۱۰۰ گرم	۲/۱۳ - ۱۰/۹۸ میلی گرم اکی والان ترولوکس/گرم	۹۴/۱ - ۱۱۶/۷ میلی - گرم/۱۰۰ گرم		احیای رادیکال آزاد	(۷۶-۷۴,۳۴)
شیر برنج	۳۴/۹۵٪	-	۰/۰۱۲ میلی - گرم/میلی لیتر	۹۸/۸۴-۸۹/۳۱ میلی گرم گالیک اسید/۱۰۰ گرم	احیای رادیکال آزاد	(۷۷)

می‌دهد. سندرم پس از یائسگی شامل نازک شدن اپیدرم، کاهش سطح کلاژن، کاهش رطوبت پوست، شلی و تاخیر در روند بهبود زخم‌ها است. مصرف استروژن باعث ترمیم پوست می‌شود. جنسیتین تجزیه پوستی را با اتصال به گیرنده استروژن بتا بازیابی می‌کند. علاوه بر این، جنسیتین یک عامل شیمی درمانی برای انواع مختلفی از سرطان است (۳۵).

مصرف جنسیتین در هنگام مصرف برخی از داروهای رایج ضد سرطان، به عنوان مثال آدریاماسین، دوستاکسل و تاموکسیفن باعث ایجاد یک اثر هم‌افزایی می‌شود (۳۶). علاوه بر تاثیر پیشگیرانه آن بر سندرم یائسگی و انواع سرطان، جنسیتین یک آنتی‌اکسیدان قوی و عامل محافظتی در برابر پوکی استخوان و بیماری‌های قلبی-عروقی است (۳۷). پیستالاتو و همکاران (۴) گزارش کردند که جنسیتین در مدل‌های موش اثر کاهش‌دهنده‌ای بر بیماری آلزایمر نشان داده است. به همین ترتیب، دایدزین از بدن در برابر سرطان (به خصوص سینه و پروستات)، بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، پوکی استخوان، تخریب پوست و بیماری‌های عصبی محافظت می‌کند. دایدزین نیز یک آنتی‌اکسیدان قوی است و دارای اثرات ضد پیری و ضد التهابی می‌باشد (۳۹,۳۸).

ایزوفلاون دیگری که در شیر سویا با مقدار کمتری نسبت به جنسیتین و دایدزین یافت می‌شود گلیسیتین است که برخلاف غلظت کمتر آن در شیر سویا و قدرت اتصال کمتر به گیرنده‌های استروژن، به دلیل زیستی فراهمی بالاتر از جنسیتین پاسخ استروژنی بالاتری دارد (۴۰). علاوه بر این، هنگامی که گلیسیتین متابولیزه می‌شود، ترکیباتی با فعالیت استروژنی بالاتر تولید می‌شوند. با این حال، جنسیتین به

شیر مغزها و دانه‌ها سرشار از آنتی‌اکسیدان‌هایی هستند که با جلوگیری از تشکیل رادیکال‌های آزاد اکسیداسیون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و لیپیدها، خطر بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، تصلب شرایین و دیابت را کاهش می‌دهند (۳۲).

اگرچه آجیل و غلات از نظر پروتئین، فیبر غذایی، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و مواد شیمیایی گیاهی غنی هستند، اما در حین فراوری و تولید شیر گیاهی مقدار زیادی از ترکیبات زیست فعال از دست می‌روند. در مطالعه آلاسوار و بولینگ (۲۶) گزارش شد آنتی‌اکسیدان‌های موجود در گردو در پوست آن قرار دارند و زمانی که پوست مغز کنده می‌شود، کمتر از ۱۰ درصد از آنتی‌اکسیدان‌ها باقی می‌ماند. همچنین، با تولید شیر فندق، ترکیبات فنلی کل فندق حدود ۴۲ درصد کاهش می‌یابد. علاوه بر این، ترکیبات فنلی کل کنجد با تولید شیر کنجد حدود ۸۴ درصد کاهش می‌یابد. یکی دیگر از دلایل کاهش ترکیبات فنلی کل آن است که مواد خام شامل مولکول‌های آب‌گریز و آبدوست هستند اما در شیرهای گیاهی عمدتاً مولکول‌های آب دوست حفظ می‌شوند (۳۳).

شیر سویا شامل فیتواستروژن‌هایی مانند جنسیتین، دایدزین و گلیسیتین است که از نظر ساختار شبیه مولکول‌های استروژن هستند. محققین بیان کردند که ۹/۹۶ میلی‌گرم جنسیتین، ۶/۶۸ میلی‌گرم دایدزین و ۰/۹۴ میلی‌گرم گلیسیتین در ۲۰۰ گرم شیر سویا یافت می‌شود (۳۴). این ترکیبات فنلی که به نام ایزوفلاون‌ها نیز شناخته می‌شوند، اثرات مثبت متعددی بر سلامتی از جمله پیشگیری از بیماری‌های پوستی، سرطان، پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلالات عصبی دارند. با افزایش سن، تغییرات پوستی نامطلوب به دلیل کاهش میزان استروژن رخ

۶- اثرات منفی جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

۶-۱- کمبود مواد مغذی

با وجود اثرات مثبتی که جایگزین‌های شیر گیاهی دارند، به دلیل عدم تأمین ترکیبات مفید موجود در شیر گاو، آن‌ها جایگزین کامل برای محصولات شیر حیوانی محسوب نمی‌شوند و امکان بروز برخی بیماری‌ها وجود دارد. تفاوت اصلی بین شیر گاو و جایگزین‌های شیر بر پایه گیاه، محتوای پروتئین آن است. در شیر گاو، میزان پروتئین ۳/۲۸ درصد است در حالی که بیشترین محتوای پروتئین در شیر سویا ۸/۷۱ درصد و کمترین محتوای پروتئین در جایگزین شیر برنج ۰/۰۷ درصد است (۴۸). با این وجود، در مقایسه با سایر جایگزین‌های شیر گیاهی، جایگزین شیر بادام به دلیل محتوای مواد مغذی متعادل و طعم خوشایند، بیشتر ترجیح داده می‌شود. شیر سویا به دلیل طعمی کهنگی و وجود برخی مواد ضد تغذیه مانند مهارکننده تریپسین، اسید فیتیک و ساپونین، کمتر مورد تقاضا است.

۶-۲- قابلیت جذب

عوامل چندگانه‌ای مانند ساختار، دوز، رژیم محیطی، منشأ غذا و میکروفلورای روده می‌توانند بر قابلیت جذب ترکیبات بیولوژیکی مؤثر باشند (۴۱). قابلیت جذب پائین ویتامین و مواد معدنی نیز از معایب جایگزین‌های شیر گیاهی است. اگرچه مغزها و دانه‌ها از نظر مواد معدنی و ویتامین غنی هستند، اما مواد ضد تغذیه‌ای موجود باعث کاهش قابلیت جذب آنها می‌شوند. قابلیت جذب کلسیم به دلیل جلوگیری از جذب آن توسط فیتات و اکسالات که به ویژه در شیر کنجد وجود دارند پایین است (۴۹). مطالعات نشان می‌دهند که جذب نرمال کلسیم زمانی رخ می‌دهد که نسبت کلسیم به فسفات دو به یک باشد؛ اگر مقدار فسفات بیشتر باشد، مولکول‌های فسفات کلسیم غیرقابل حل تشکیل می‌شوند و این وضعیت باعث کاهش قابلیت جذب کلسیم می‌شود (۴۹). به علاوه، قابلیت جذب آهن، روی و منیزیم نیز به دلیل فیتات و تشکیل کمپلکس‌های غیرقابل حل به علت واکنش با کاتیون‌های مواد معدنی کاهش می‌یابد (۵۰). اسید فیتیک موجود در جو، سویا و شیر بادام زمینی، از جذب روی و آهن ممانعت می‌کند (۵۱). همچنین محققین گزارش کردند که به دلیل اینکه پلی‌فنل‌های مختلف باعث غیرفعال شدن تیامین می‌شوند، جذب تیامین کاهش می‌یابد. پلی‌فنل‌ها

پتیل فنل، جنیستئین سولفات، جنیستئین گلوکورونید و دی هیدروجنیستئین متابولیزه می‌شود که ترکیبات استروژنی نیستند (۴۱،۴۰)

شیر بادام، بادام هندی، فندق، بادام زمینی و سویا دارای محتوای اسید چرب غیراشباع بسیار بالاتر از اسید چرب اشباع هستند. اسیدهای چرب اصلی که در جایگزین‌های شیر گیاهی یافت می‌شوند عبارتند از اسید پالمیتیک (۱۶:۰) و اسید استئاریک (۱۸:۰) از اسیدهای چرب اشباع و اسید اولئیک (۱۸:۱)، اسید لینولئیک (۱۸:۲)، و اسید آلفا لینولنیک (۱۸:۳) از اسیدهای چرب غیر اشباع (۴۲). وجود مقادیر زیاد اسیدهای چرب غیراشباع باعث کاهش غلظت چربی خون (۴۴،۴۳،۲۲) و آلازیم (۴۵) شده و دارای اثرات محافظت‌کننده عصبی از جمله حمایت از رشد آکسونی و دندریتیک نورونها، ممنوعیت الیگومریزاسیون $\alpha\beta$ ، و سرعت بخشیدن به رشد مغز جنین در دوران بارداری و نوزاد تازه متولد شده هستند. علاوه بر این، اسید اولئیک فعالیت پرولیل اندوپپتیداز را مهار می‌کند که نشان‌دهنده افزایش فعالیت در مغز بیماران مبتلا به آلازیم است. در قشر پیشانی و هیپوکامپ بیماران مبتلا به آلازیم، نارسایی اسید اولئیک تشخیص داده شده است (۴۵).

فیتوسترول‌ها از نظر ساختار شبیه مولکول‌های کلسترول هستند و برای حل شدن در دستگاه گوارش با کلسترول رقابت می‌کنند. بنابراین، آنها با محدود کردن جذب کلسترول در روده کوچک، کلسترول خون را کاهش می‌دهند. لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) مسئول انتقال کلسترول به داخل عروق است. افزایش میزان کلسترول LDL باعث افزایش خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر قلب می‌شود. بنابراین، کاهش جذب کلسترول در حضور فیتوسترول‌ها منجر به کاهش کلسترول LDL می‌شود (۴۷،۴۶). دکلودت و همکاران (۴۷) میزان فیتواسترول‌های گلیکوزیدی محلول در آب از جمله β -سیتواسترول، بتا-سیتواسترول-D- β -گلوکوزید، استیگماسترول، کامپسترول، براسیکاسترول و ارگواسترول را در انواع مختلف نوشیدنی‌های گیاهی از جمله برنج نارگیل، سویا، بادام هندی، بادام بو داده نشده و بو داده شده و جایگزین‌های شیر جو دوسر شناسایی کردند. در نتیجه، مقدار فیتواسترول‌های گلیکوزیدی محلول در آب بسیار بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده قبلی در آجیل جامد، غلات و خود دانه بود.

از علل پوسیدگی دندان اشاره می‌کند. محققین اظهار داشتند که وجود شکر اضافه امکان تشکیل بیوفیلم استرپتوکوکوس موتانس روی سطح دندان را فراهم می‌کند. استرپتوکوکوس موتانس باعث تخمیر شکر می‌شود و pH محیط کاهش می‌یابد (۵۴).

جایگزین‌های شیر گیاهی توسط شن و همکاران نیز مورد بررسی قرار گرفتند که شامل مقایسه بین شیر سویا و شیر گاو در محتوای مواد معدنی مشابه دندان بوده است. شیر سویا به دلیل داشتن مقدار کمتری از مواد معدنی قابل جذب باعث تخریب مینای دندان می‌شود در حالی که شیر گاو سطح بالاتری از کلسیم قابل جذب داشته و باعث ترسیب کلسیم در دندان‌ها و استحکام آنها می‌شود (۵۵).

۷- اثرات زیست محیطی تولید جایگزین‌های شیر با منشا

گیاهی و شیر گاو

تولید مواد غذایی تأثیرات متعددی بر روی محیط زیست دارد که شامل تغییرات آب و هوا، افزایش مصرف آب، ایجاد سموم محیطی، افزایش استفاده از زمین و از بین رفتن تنوع زیستی است (۵۶). صنعت لبنیات پس از گوشت و محصولات گوشتی، در جایگاه دوم قرار دارد و به دلیل پیامدهای زیست محیطی خود یکی از بخش‌هایی است که به طور مستقیم پایش می‌شود. در تولید لبنیات، تأثیر بر محیط زیست عمدتاً ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای مستقیم، مصرف آب و نیازهای زمین است (۵۷).

روس و همکاران اثر تولید جایگزین شیر گیاهی به جای شیر گاو را بر روی تغییرات آب و هوا و اثرات سمی بر اکوسیستم در یک مزرعه لبنی سنتی سوئدی بررسی کردند (۵۸). نتایج نشان داد که تولید جایگزین شیر بر پایه جو باعث کاهش بیش از ۱۰-۲۰ درصد اثرات منفی بر آب و هوا می‌شود. انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای از دام، کود و مصرف انرژی برای جایگزین‌های شیر بر پایه جو به طور قابل توجهی نسبت به شیر گاو کمتر بود (۱۶-۴۱ درصد). ریسک اسیدی شدن برای تولید جایگزین شیر بر پایه جو ۳۷-۲۱ درصد بیشتر از شیر گاو بود زیرا مقدار بیشتری ضایعات تولید می‌شد که منجر به انتشار آمونیاک در طول ذخیره‌سازی و توزیع می‌شد. اثر سمی بر اکوسیستم برای جایگزین شیر بر پایه جو به طور قابل توجهی کمتر از تولید شیر گاو بود. به طور خلاصه، تحقیقات روس و همکاران نشان داد که تولید نوشیدنی جو

همچنین با اتصال به آنزیم‌های هضم، هضم پروتئین را کاهش می‌دهند (۵۰). فرآیندهایی مانند استفاده از حرارت و جوشاندن تأثیر قابل توجهی بر قابلیت جذب مواد معدنی و ویتامین‌ها دارند. استفاده از حرارت، پیوندهای کمپلکس‌های تشکیل شده و ضد تغذیه‌ای را می‌شکند. جوشاندن نیز باعث تخریب اکسالات موجود در کنجد و بهبود جذب کلسیم می‌شود (۵۰).

علاوه بر اثرات مفید آن، تحقیقات متعددی وجود دارد که نشان‌دهنده زیست دسترسی پایین ژنیستین است. با وجود توان جذب مطلوب ژنیستین در روده، حلالیت ضعیف آن، مانع جذب بالاتر آن شده است (۵۲). همچنین گزارش شده است دریافت بالای ژنیستین در دوران بارداری خطر ایجاد یک نوع لوسمی در نوزادان (لوسمی میلوئید حاد) را در پی دارد (۵۳).

افزودن باکتری‌های پروبیوتیک یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بهبود زیست‌فراهمی را به دنبال داشته باشد. این بهبود ناشی از تولید اسیدهای چرب زنجیره‌ای کوتاه است که قابلیت حل شدن کلسیم قابل جذب را افزایش می‌دهد، پیوند گلوکوزید را هیدرولیز می‌کند، سنتز ویتامین‌ها را تقویت می‌کند، و پپتیدهای بیولوژیک تولید می‌کند. پروبیوتیک‌ها مانند لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتريا در برخی از مواد غذایی استروژنی مانند شیر سویا با افزایش هیدرولیز پیوندهای گلیکوزید در روده‌ها، زیست‌فراهمی کلسیم را افزایش می‌دهند (۴۹).

جدول ۳- اجزای ضدتغذیه‌ای موجود در جایگزین‌های شیر با منشا گیاهی

فرآورده	اجزای ضد تغذیه‌ای	منبع
شیر بادام هندی	تانن، تریپسین، اسید فیتیک	(۷۲، ۵۱)
شیر کنجد	اگزالات، فیتات	(۷۲)
شیر سویا	مهارکننده تریپسین، اسید فیتیک، ساپونین	(۷۸)
شیر جو دوسر	اسید فیتیک	(۷۲)

۶-۳- تأثیر بر سلامت دهان و دندان

استفاده از شکر اضافه شده برای شیر گیاهی و شیرین کردن آن باعث افزایش پذیرش در بازار می‌شود، اما تأثیر مخربی بر روی سلامت دهان و دندان دارد. سازمان بهداشت جهانی همواره به ضررهای ناشی از مصرف شکر زیاد به عنوان یکی

در مقایسه با شیر گاو شده است. همچنین، مواد گیاهی دارای مقدار زیادی از ترکیبات فنلی هستند اما برخی از مراحل فراوری باعث کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار ترکیبات بیولوژیکی در محصول نهایی می‌شوند. محتوای پروتئین ناکافی می‌تواند با ترکیب نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاهی از انواع مختلف جبران شود و در این روش، بدون نیاز به افزودن قند طعمی خوشایند هم به دست می‌آید. کاهش قابلیت جذب کلسیم و ویتامین‌های مختلف می‌تواند به وسیله تخمیر نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاه با استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر بهبود یابد. علاوه بر مزایای سلامتی مصرف نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاه، تولید این نوشیدنی‌ها تأثیر مثبتی بر محیط زیست در جهت مختلفی از جمله کاهش مصرف آب و پتانسیل کاهش تغییرات آب و هوا و اکوسیستم دارد.

۹-تضاد منافع

نتایج حاصل از این مطالعه با منافع نویسندگان و محققان در تعارض نیست.

منابع

- Janssen M, Busch C, Rödiger M, Hamm U. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*. 2016; 105: 643-651.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.06.039>
- Ugidos-Rodríguez S, Matallana-González MC, Sánchez-Mata MC. Lactose malabsorption and intolerance: a review. *Food and Function*. 2018; 9(8): 4056-4068.
<https://doi.org/10.1039/c8fo00555a>
- Omoni AO, Aluko RE. Soybean foods and their benefits: potential mechanisms of action. *Nutrition Reviews*. 2005; 63(8): 272-283.
<https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2005.tb00141.x>
- Pistollato F, Iglesias RC, Ruiz R, Aparicio S, Crespo J, Lopez LD, et al. Nutritional patterns associated with the maintenance of neurocognitive functions and the risk of dementia and Alzheimer's disease: A focus on human studies. *Pharmacological Research*. 2018; 131: 32-43.
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.03.012>
- Sarni AR, Baroni L. Milk and Parkinson disease: Could galactose be the missing link. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 2019; 12(1): 91-118.
<https://doi.org/10.3233/MNM-180234>

به جای شیر گاو در یک مزرعه سوئدی، باعث کاهش قابل توجهی در اثرات مخرب بر آب و هوا می‌شود (۵۸). همچنین گزارش شده است که بازیافت مواد غذایی گیاهی استحصال مقدار زیادی ترکیبات زیست فعال، آنتی‌اکسیدان‌ها و روغن‌های ضروری به عنوان عامل ضد میکروبی، عامل فعال-سطحی با ارزش افزوده بالا، فیبر خوراکی، و ماده رنگزا را شامل می‌شود که به کاهش مشکلات محیطی کمک می‌کند.

۸- نتیجه‌گیری

این مطالعه، مرور جامعی از اثرات سلامت‌بخش و قابلیت جذب نوشیدنی‌های جایگزین شیر گیاهی را ارائه می‌دهد که یک موضوع جدید و جالب برای پژوهشگران در زمینه فرمولاسیون غذایی، تغذیه و رژیم غذایی است. نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاهی در صنعت مواد غذایی یک دسته‌بندی جدید است و محبوبیت آن به دلیل عوامل مختلفی از جمله حساسیت به لاکتوز، رژیم‌های غذایی متفاوت، تمایل به سبک زندگی سالم، نگرانی نسبت به حفظ رفاه حیوانات و مسائل محیطی گسترش یافته است. انواع نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاه مراحل فراوری مشابه و متمایزی دارند. فراوری مرطوب، فیلتراسیون، افزودن مواد اولیه مانند لستین، صمغ، آسکوربیک اسید، آنتی‌اکسیدان و غیره، استریل‌سازی، همگن‌سازی، بسته‌بندی آسپتیک و نگهداری در سردخانه برای همه نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاه اعمال می‌شوند؛ پوست‌کنی، بو دادن، آسیاب خشک، خیساندن در اسید ضعیف، افزودن برخی آنزیم‌ها و خیساندن در آب دیونیزه برای تولید انواع خاصی از نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاهی اعمال می‌شود. تعدادی از فناوری‌های نوین از جمله فراصوت، میدان الکتریکی پالسی، گرمایش اهمی، همگن‌سازی با فشار بالا و فشار بسیار بالا برای افزایش پایداری نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاه استفاده شده‌اند و این کاربردهای نوآورانه می‌توانند در تولید مقیاس‌های بزرگ بهبود یابند. اگرچه نوشیدنی‌های جایگزین شیر بر پایه گیاهی غنی از آنتی‌اکسیدان هستند که برای سیستم ایمنی مفیدند و همچنین حاوی اسیدهای چرب با اثر مثبتی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشند، اما مقدار ناکافی پروتئین، قابلیت جذب پایین مواد معدنی و ویتامین و مقدار شکر افزوده موجب بروز مشکلاتی در مصرف این نوشیدنی‌ها

[https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00012-2)

17. Palacios O, Badran J, Drake MA, Reisner M, Moskowitz H. Consumer acceptance of cow's milk versus soy beverages: impact of ethnicity, lactose tolerance and sensory preference segmentation. *Journal of Sensory Studies*. 2009; 24(5): 731-748.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2009.00236.x>

18. Önning G, Åkesson B, Öste R, Lundquist I. Effects of consumption of oat milk, soya milk, or cow's milk on plasma lipids and antioxidative capacity in healthy subjects. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 1998; 42(4): 211-220.

<https://doi.org/10.1159/000012736>

19. McCarthy K, Parker M, Ameerally A, Drake S, Drake M. Drivers of choice for fluid milk versus plant-based alternatives: what are consumer perceptions of fluid milk? *Journal of Dairy Science*. 2017; 100(8): 6125-6123.

<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12519>

20. Palacios OM, Badran J, Spence L, Drake MA, Reisner M, Moskowitz HR. Measuring acceptance of milk and milk substitutes among younger and older children. *Journal of Food Science*. 2010; 75(9): 522-526.

<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01839.x>

21. Kohli D, Kumar S, Upadhyay S, Mishra R, Gupta P. Preservation and processing of soymilk: a review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017; 2(6): 66-70.

22. Wang M, Zhang L, Wu X, Zhao Y, Wu L, Lu B. Quantitative determination of free and esterified phytosterol profile in nuts and seeds commonly consumed in China by SPE/GC-MS. *LWT*. 2019; 100: 355-361.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.077>

23. Rawal G, Yadav S, Nagayach S. Phytosterols and the health. *Medico Research Chronicles*. 2015; 2(3): 441-444.

24. Achoribo ES, Ong MT. Tiger nut (*Cyperus esculentus*): Source of natural anticancer drug? Brief review of existing literature. *Euromediterranean Biomedical Journal*. 2017; 12(19): 91-94.

<https://doi.org/10.3269/1970-5492.2017.12.19>

25. Brufau G, Boatella J, Rafecas M. Nuts: source of energy and macronutrients. *British Journal of Nutrition*. 2006; 96(2): 24-28.

<https://doi.org/10.1017/BJN20061860>

26. Alasalvar C, Bolling BW. Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant

6. Bernat N, Cháfer M, Chiralt A, González-Martínez C. Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014; 49(12): 2553-2562.

<https://doi.org/10.1111/ijfs.12585>

7. Manzoor MF, Manzoor A, Siddique R, Ahmad N. Nutritional and sensory properties of cashew seed (*Anacardium occidentale*) milk. *Modern Concepts and Developments in Agronomy*. 2017; 1(1): 1-4.

<https://doi.org/10.31031/MCDA.2017.01.000501>

8. Maria MF, Victoria AT. Influence of processing treatments on quality of vegetable milk from almond (*Terminalia catappa*) kernels. *Acta Scientific Nutritional Health*. 2018; 2(6): 37-42.

9. Hasan NA. Almond milk production and study of quality characteristics. *Journal of Academia*. 2012; 2(1): 1-8.

10. Padma M, Jagannadarao P, Edukondalu L, Ravibabu G, Aparna K. Physico-chemical analysis of milk prepared from broken rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018; 7(2): 426-428.

<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.054>

11. Wood Z. Plant-based milk the choice for almost 25% of Britons now. *The Guardian*. 2019; 19. available at: <https://www.theguardian.com/food/2019/jul/19/plant-based-milk-the-choice-for-almost-25-of-britons-now>

12. Aydar EF, Tutuncu S, Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*. 2020; 70: 103.

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>

13. Walsh M, editor Dairy alternatives-how do they compare. *Dairy Nutrition Forum*. 2017; 9(2): 1-8.

14. Mäkinen OE, Wanhalinna V, Zannini E, Arendt EK. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016; 56(3): 339-349.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>

15. Kwok KC, Niranjana K. Effect of thermal processing on soymilk. *International Journal of Food Science and Technology*. 1995; 30(3): 263-295.

<https://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb01377.x>

16. Durand A, Franks G, Hosken R. Particle sizes and stability of UHT bovine, cereal and grain milks. *Food Hydrocolloids*. 2003; 17(5): 671-678.

- vitro: A review. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 2016; 82: 379-92.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.05.023>
38. Poschner S, Maier-Salamon A, Zehl M, Wackerlig J, Dobusch D, Pachmann B, et al. The impacts of genistein and daidzein on estrogen conjugations in human breast cancer cells: a targeted metabolomics approach. *Frontiers in Pharmacology*. 2017; 8: 699.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00699>
39. Sun MY, Ye Y, Xiao L, Rahman K, Xia W, Zhang H. Daidzein: a review of pharmacological effects. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 2016; 13(3): 117-132.
<https://doi.org/10.4314/ajtcam.v13i3.15>
40. Song TT, Hendrich S, Murphy PA. Estrogenic activity of glycitein, a soy isoflavone. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999; 47(4): 1607-1610.
<https://doi.org/10.1021/jf981054j>
41. Zhang Y. Bioavailability and biological effects of the isoflavone glycitein and isoflavone glucuronides: role of glucuronide in human natural killer cell modulation in vitro: Iowa State University. 2000.
42. Li D, Hu X. Fatty acid content of commonly available nuts and seeds. *Nuts and seeds in health and disease prevention*. Elsevier. 2011: 35-42.
43. Eslami O, Shidfar F. Soy milk: a functional beverage with hypocholesterolemic effects? a systematic review of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*. 2019; 82-88.
<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.11.001>
44. Shin MJ, Rim SJ, Jang Y, Choi D, Kang SM, Cho SY, et al. The cholesterol-lowering effect of plant sterol-containing beverage in hypercholesterolemic subjects with low cholesterol intake. *Nutrition Research*. 2003; 23(4): 489-496.
[https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(03\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(03)00016-2)
45. Gorji N, Moeini R, Memariani Z. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: a neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*. 2018; 129: 115-127.
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.12.003>
46. Brufau G, Canela MA, Rafecas M. Phytosterols: physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. *Nutrition Research*. 2008; 28(4): 217-225.
<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2008.02.003>
27. Kris-Etherton PM, Yu-Poth S, Sabaté J, Ratcliffe HE, Zhao G, Etherton TD. Nuts and their bioactive constituents :effects on serum lipids and other factors that affect disease risk. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1999; 70(3): 504-511.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.504s>
28. Pathak N, Bhaduri A, Rai AK. Sesame: bioactive compounds and health benefits. *Bioactive Molecules in Food*. Springer. 2019: 181-200.
29. Ros E. Health benefits of nut consumption. *Nutrients*. 2010; 2(7): 652-682.
<https://doi.org/10.3390/nu2070652>
30. Souza RG, Gomes AC, Naves MM, Mota JF. Nuts and legume seeds for cardiovascular risk reduction: scientific evidence and mechanisms of action. *Nutrition Reviews*. 2015; 73(6): 335-347.
<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuu008>
31. Zec M, Glibetic M. Health benefits of nut consumption. *Reference Module in Food Science*. Elsevier. 2018.
32. Maleki N, Khodaiyan F, Mousavi SM. Antioxidant activity of fermented Hazelnut milk. *Food Science and Biotechnology*. 2015; 24: 107-115.
<https://doi.org/10.1007/s10068-015-0016-0>
33. Fitrotin U, Utami T, Hastuti P, Santoso U. Antioxidant properties of fermented sesame milk using *Lactobacillus plantarum* Dad 13. *International Research Journal of Biological Sciences*. 2015; 4(6): 56-61.
34. Hamza AH, Mahmoud RH. Soy milk and sesame seeds (phytoestrogens) ameliorate cardiotoxicity induced by adriamycin in experimental animals. *American Journal of Research Communication*. 2013; 1(10): 1-15.
35. Irrera N, Pizzino G, D'Anna R, Vaccaro M, Arcoraci V, Squadrito F, et al. Dietary management of skin health: the role of genistein. *Nutrients*. 2017; 9(6): 622.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2005.00377.x>
36. Spagnuolo C, Russo GL, Orhan IE, Habtemariam S, Daglia M, Sureda A, et al. Genistein and cancer: current status, challenges, and future directions. *Advances in Nutrition*. 2015; 6(4): 408-419.
<https://doi.org/10.3945/an.114.008052>
37. Mazumder MAR, Hongsprabhas P. Genistein as antioxidant and antibrowning agents in in vivo and in

<https://doi.org/10.3168/jds.2019-16576>

57. Noya I, González-García S, Berzosa J, Baucells F, Feijoo G, Moreira M. Environmental and water sustainability of milk production in northeast Spain. *Science of the Total Environment*. 2018; 616: 1317-1329.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.186>

58. Rööös E, Patel M, Spångberg J. Producing oat drink or cow's milk on a Swedish farm-Environmental impacts considering the service of grazing, the opportunity cost of land and the demand for beef and protein. *Agricultural Systems*. 2016; 142: 23-32.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.002>

59. Maghsoudlou Y, Alami M, Mashkour M, Shahraki MH. Optimization of ultrasound-assisted stabilization and formulation of almond milk. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2016; 40(5): 828-839.

<https://doi.org/10.1111/jfpp.12661>

60. Lu X, Chen J, Zheng M, Guo J, Qi J, Chen Y, et al. Effect of high-intensity ultrasound irradiation on the stability and structural features of coconut-grain milk composite systems utilizing maize kernels and starch with different amylose contents. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2019; 55: 135-48.

<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.03.003>

61. Briviba K, Gräf V, Walz E, Guamis B, Butz P. Ultra high pressure homogenization of almond milk: physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*. 2016; 192: 82-89.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.063>

62. Dhakal S, Giusti MM, Balasubramaniam V. Effect of high pressure processing on dispersive and aggregative properties of almond milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016; 96(11): 3821-3830.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.7576>

63. Codina-Torrella I, Guamis B, Zamora A, Quevedo J, Trujillo A. Microbiological stabilization of tiger nuts' milk beverage using ultra-high pressure homogenization. A preliminary study on microbial shelf-life extension. *Food Microbiology*. 2018; 69: 143-150.

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.08.002>

64. Codina-Torrella I, Guamis B, Ferragut V, Trujillo A. Potential application of ultra-high pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2017; 40: 42-51.

<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.06.023>

47. Decloedt AI, Van Landschoot A, Watson H, Vanderputten D, Vanhaecke L. Plant-based beverages as good sources of free and glycosidic plant sterols. *Nutrients*. 2017; 10(1): 21.

<https://doi.org/10.3390/nu10010021>

48. Vanga SK, Raghavan V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*. 2018; 55(1): 10-20.

<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>

49. Dubey MR, Patel VP. Probiotics: a promising tool for calcium absorption. *The Open Nutrition Journal*. 2018; 12(1): 59-69.

<https://doi.org/10.2174/1874288201812010059>

50. Gibson RS, Perlas L, Hotz C. Improving the bioavailability of nutrients in plant foods at the household level. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2006; 65(2): 160-168.

<https://doi.org/10.1079/pns2006489>

51. Ogunwolu S, Henshaw F, Oguntona B, Afolabi O. Nutritional evaluation of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut protein concentrate and isolate. *African Journal of Food Science*. 2015; 9(1): 23-30.

<https://doi.org/10.5897/AJFS2014.1198>

52. Kwon SH, Kang MJ, Huh JS, Ha KW, Lee JR, Lee SK, et al. Comparison of oral bioavailability of genistein and genistin in rats. *International Journal of Pharmaceutics*. 2007; 337(1-2): 148-154.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2006.12.046>

53. Pistollato F, Sumalla Cano S, Elio I, Masias Vergara M, Giampieri F, Battino M. Plant-based and plant-rich diet patterns during gestation: beneficial effects and possible shortcomings. *Advances in Nutrition*. 2015; 6(5): 581-591.

<https://doi.org/10.3945/an.115.009126>

54. Huang Y, Thompson T, Wang Y, Yu Q, Zhu L, Xu X, et al. Analysis of cariogenic potential of alternative milk beverages by in vitro *Streptococcus mutans* biofilm model and ex vivo caries model. *Archives of Oral Biology*. 2019; 105: 52-58.

<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.05.033>

55. Shen P, Walker GD, Yuan Y, Reynolds C, Stanton DP, Fernando JR, et al. Effects of soy and bovine milk beverages on enamel mineral content in a randomized, double-blind in situ clinical study. *Journal of Dentistry*. 2019; 88: 103160.

<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.06.007>

56. Naranjo A, Johnson A, Rossow H, Kebreab E. Greenhouse gas, water, and land footprint per unit of production of the California dairy industry over 50 years. *Journal of Dairy Science*. 2020, 3760-3773.

<http://dx.doi.org/10.4038/tar.v24i3.8015>

72. Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2016; 53: 3408-3423.

<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>

73. Ruslan K, Happyniar S, Fidrianny I. Antioxidant potential of two varieties of *Sesamum indicum* L. collected from Indonesia. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 2018; 13(3): 211-218.

<https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2018.02.004>

74. Alu'datt MH, Rababah T, Ereifej K, Alli I. Distribution, antioxidant and characterisation of phenolic compounds in soybeans, flaxseed and olives. *Food Chemistry*. 2013; 139(1-4): 93-99.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.061>

75. Prvulović D, Malenčić Đ, Miladinović J. Antioxidant activity and phenolic content of soybean seeds extracts. *Agro-Knowledge Journal*. 2016; 17(2): 121-132.

<https://doi.org/10.7251/AGREN1602121P>

76. Taie HAA, El-Mergawi R, Radwan S. Isoflavonoids, flavonoids, phenolic acids profiles and antioxidant activity of soybean seeds as affected by organic and bioorganic fertilization. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2008; 4(2): 207-213.

77. Ismail M, Abou-Dobara M, Nawal M. Functional rice rayeb milk: Chemical, microbiological and sensory properties. *Journal of Nutrition and Health Sciences*. 2018; 5(2): 203.

78. Nilüfer D, Boyacıoğlu D. Functional food components of soy and soy products. *Gida*. 2008; 33(5): 241-250.

65. Bernat N, Cháfer M, Chiralt A, Laparra JM, González-Martínez C. Almond milk fermented with different potentially probiotic bacteria improves iron uptake by intestinal epithelial (Caco-2) cells. *International Journal of Food Studies*. 2015; 4(1): 49-60.

<https://doi.org/10.7455/ijfs/4.1.2015.a4>

66. Gul O, Saricaoglu FT, Mortas M, Atalar I, Yazici F. Effect of high pressure homogenization (HPH) on microstructure and rheological properties of hazelnut milk. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2017; 41: 411-420.

<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.05.002>

67. Zaaboul F, Raza H, Cao C, Yuanfa L. The impact of roasting, high pressure homogenization and sterilization on peanut milk and its oil bodies. *Food Chemistry*. 2019; 280: 270-277.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.047>

68. Bolling BW, Dolnikowski G, Blumberg JB, Chen CYO. Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chemistry*. 2010; 122(3): 819-825.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.068>

69. Kamiloglu S, Pasli AA, Ozcelik B, Capanoglu E. Evaluating the in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant activity during consumption of dried fruits with nuts. *LWT-Food Science and Technology*. 2014; 56(2): 284-289.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.040>

70. Pelvan E, Olgun EÖ, Karadağ A, Alasalvar C. Phenolic profiles and antioxidant activity of Turkish Tombul hazelnut samples (natural, roasted, and roasted hazelnut skin). *Food Chemistry*. 2018; 244: 102-108.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.011>

71. Bopitiya D, Madhujith T. Antioxidant activity and total phenolic content of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed oil. *Tropical Agricultural Research*. 2013; 24(3): 296-302.

Plant-based milk substitutes as a halal drink: health-associated and environmental effects

Atena Nabizadeh Rashvand¹, Melika Ehsanizadeh¹, Hourie Fattahi Maryamabadi¹, Boshra Salimi Naeini¹, Negin Shojaan¹, Mohammad-Hossein Mansourian¹, Fataneh Hashempour-Baltork^{2*}

1-College of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Halal Research Center of IRI, Iran Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran.

Article history

Received: 1 January 2023

Revised: 15 January 2023

Accept: 25 January 2023

Keywords:

Milk allergy

Lactose intolerance

Plant-based milk substitute

Halal drink

Vegetarian

Correspondance to:

Fataneh Hashempour-Baltork
Halal Research Center of IRI.,
Food and Drug

Administration, Ministry of
Health and Medical

Education, Tehran, Iran.

Email:

fhashempour92@yahoo.com

Tel.: +98-21-88909033

Fax: +98-21- 88890858

Abstract

Background and objective: Consumption of plant-based milk substitutes has spread rapidly around the world due to its positive health effects on the human body. It is preferred by those are allergic to cow milk and people suffering from lactose intolerance. On the other hand, there is no concern about halal status of these products by using plant sources in their preparation. In this study, we have reviewed the health effects and the environmental impacts of plant-based milk substitutes.

Results and conclusion: Plant-based milk substitutes have several benefits for human. They included to improvement of the cardiovascular system's function, reducing the incidence of chronic diseases such as diabetes and cancers, and positive effect on the immune system. Although, their negative effects such as deficiency and lower bioavailability of some nutrients than cow milk, and also possibility of dental decay due to their high sugar content are of concern. Moreover, these plant-based drinks have low impact on the environment, climate, and biodiversity. In general, despite the high sugar and insufficient protein content, presence of phenolic compounds, unsaturated fatty acids, antioxidants, and bioactive compounds such as phytosterols and isoflavones makes the plant-based milk substitutes an excellent candidate in the diet especially for vegetarians and Muslims as halal drink.

