مجله ترویجی میوه های نیمه گرمسیری، جلد ۵، شماره ۲، پائیز و زمستان ۱۴۰۴

قابلیت استفاده از پوست، پالپ و دانه میوه انار تولید شده در صنایع فرآوری با تأکید بر کاربرد در جیره دام

محمد جواد ابرقوئی

استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران

* نویسنده مسئول: *mj.abarghuei@gmail.com*

چکیده

محصولات فرعی کشاورزی، که پیش‌تر به‌عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شدند، امروزه به‌عنوان منابعی با ارزش افزوده بالا در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی، کشاورزی و دامپروری مطرح هستند. انار یکی از مهم‌ترین میوه‌های بومی ایران است که فرآوری صنعتی آن منجر به تولید حجم قابل‌توجهی تفاله شامل پوست، پالپ و دانه می‌شود. ترکیبات شیمیایی این ضایعات تحت تأثیر رقم، شرایط کشت و روش فرآوری متغیر بوده و سرشار از ترکیبات فعال زیستی، فیبر، پروتئین و مواد معدنی هستند. پوست انار منبع غنی تانن، پلی‌فنول و آنتوسیانین است که کاربردهای گسترده‌ای در تولید آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگ‌های طبیعی، مکمل‌های دارویی و نگه‌دارنده‌های غذایی دارد. دانه انار به دلیل دارا بودن روغن سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه اسید پونیسیک، پروتئین و ترکیبات فنولیک، علاوه بر مصرف در صنایع غذایی و آرایشی، قابلیت استفاده در جیره دام به‌عنوان منبع انرژی و پروتئین را داراست. پالپ انار نیز منبع ارزشمند فیبر و ترکیبات زیستی بوده و در صنایع غذایی، مکمل‌های فیبری و تولید کود آلی کاربرد دارد. از دیدگاه تغذیه دام، تفاله انار به‌صورت خشک یا سیلو شده می‌تواند جای‌گزین بخشی از خوراک وارداتی گردد، به‌طوری که مصرف آن تا حدود ۲۰ درصد در جیره دام‌های پرواری و تا ۱۰ درصد در جیره دام‌های شیری بدون اثر منفی بر عملکرد امکان‌پذیر است. در مجموع، بهره‌برداری بهینه از تفاله انار ضمن کاهش هزینه‌های تولید و مدیریت پسماند، می‌تواند ارزش افزوده قابل‌توجهی در زنجیره تولید و توسعه پایدار کشاورزی و دامپروری کشور ایجاد نماید.

کلمات کلیدی: تفاله انار، ترکیب شیمیایی، ترکیبات فعال گیاهی، تغذیه دام.

استناد: ابرقوئی، محمد جواد (۱٤۰٤). قابلیت استفاده از پوست، پالپ و دانه میوه انار تولید شده در صنایع فرآوری با تأکید بر کاربرد در جیره دام. *مجله ترویجی میوه‌های نیمه‌گرمسیری*، ۵ (۲)، ۱٤-۱.

ناشر: پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی.

بیان مسأله

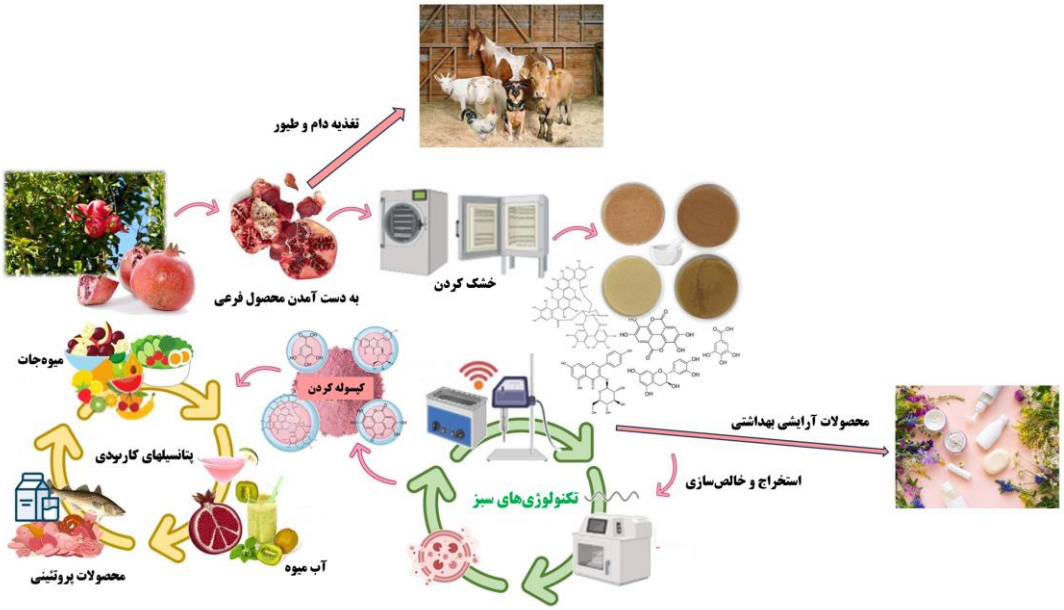
محصولات فرعی کشاورزی، که پیش‌تر اغلب به‌عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شدند، امروزه به‌عنوان منابعی باارزش برای تولید محصولات متنوع در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی، کشاورزی و دامپروری مطرح هستند. بهره‌گیری از این ضایعات علاوه بر کاهش هزینه تولید و جلوگیری از هدررفت سرمایه‌های ملی، می‌تواند اثرات زیست‌محیطی ناشی از دفع پسماندهای کشاورزی و صنعتی را به‌شکل چشمگیری کاهش دهد (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱۰). انار[1] یکی از میوه‌های درختی و بومی کشور ایران تا کوه‌های هیمالیا در شمال هند بوده و یکی از نخستین گیاهان اهلی شده‌است. انار به‌طور گسترده در سراسر خاورمیانه و منطقه قفقاز، شمال و مناطق گرمسیری آفریقا، ارمنستان، شبه قاره هند، آسیای مرکزی، ایالات متحده امریکا، مناطق خشک‌تر آسیای جنوب شرقی و حوزه مدیترانه کشت می‌شود. سطح زیر کشت انار در سال ۱۴۰۳ در ایران ۹٦٦۳٦ هکتار، میزان تولید ۱۳٤٤۰۰۰ تن و عملکرد تولید ۱۳۹۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (آمارنامه کشاورزی، ۱٤۰۳). بخش قابل‌توجهی از محصول انار کشور پس از برداشت، به‌عنوان ماده خام در صنایع آب‌گیری، تولید کنسانتره و فرآوری فرآورده‌های جانبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالی که بخش دیگر به‌صورت تازه مصرف می‌شود. با در نظر گرفتن سهم ۷۰ درصدی برای تفاله انار (میرزایی آقجه قشلاق و همکاران، ۲۰۲۲)، پیش‌بینی می‌شود حدود ۸٤۱۲۹۳ تن ضایعات انار در سال حاصل شود. به دلیل اینکه بخشی از انار تولیدی وارد سیستم آب‌گیری نمی‌شود لذا این مقدار پسماند کمتر خواهد بود. تفاله یک واژه کلی برای باقی‌مانده میوه‌ها پس از آب‌گیری است و در میوه انار شامل پوست، پالپ و دانه می‌باشد. ترکیبات شیمیایی ضایعات انار به عوامل مختلفی از جمله رقم انار، شرایط کشت، شرایط آب و هوایی و روش فراوری بستگی دارد (ابرقوئی و همکاران، ۱۳۹۳). هر بخش از تفاله انار در صنایع و حوزه‌های گوناگون از جمله صنایع غذایی، دارویی، آرایشی، کشاورزی و دامپروری قابل استفاده است (شکل ۱). پوست انار منبع غنی تانن، پلی‌فنل و آنتوسیانین با کاربرد در تولید آنتی‌اکسیدان‌ها و رنگ‌های طبیعی، نگه‌دارنده‌های غذایی، فرآورده‌های دارویی و محصولات آرایشی و بهداشتی است. پالپ انار غنی از فیبر و مواد معدنی بوده و قابل استفاده در تولید پودرهای طعم‌دهنده، عصاره‌های تغلیظ‌شده برای نوشیدنی‌ها و به‌عنوان ماده اولیه کمپوست و کود آلی است. دانه انار حاوی روغن سرشار از اسید پونیسیک و پروتئین است و مورد استفاده در صنایع آرایشی برای محصولات ضدپیری و ترمیم‌کننده پوست، در صنایع غذایی به‌عنوان افزودنی پروتئینی، و در فناوری‌های نوین مانند بسته‌بندی زیست‌فعال می‌باشد (ابرقوئی وهمکاران، ۲۰۱۳؛ صدیقی و همکاران، ۲۰۲٤). بعلاوه، با توجه به شرایط خشک‌سالی، کاهش منابع آبی، کمبود مراتع، پایین بودن سطح تولید علوفه در کشور و وابستگی به واردات خوراک، اهمیت بهره‌برداری بهینه از تفاله انار در تغذیه دام مورد توجه بوده است. با استفاده از تفاله انار، ضمن کاهش هزینه جیره و تأمین بخشی از نیازهای تغذیه‌ای دام، می‌توان به کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از دفع این پسماند نیز دست یافت (شکل ۲). بنابراین، مدیریت بهینه و فرآوری هدفمند تفاله انار می‌تواند ارزش افزوده قابل‌توجهی در زنجیره تولید و صنایع وابسته ایجاد کند (ابرقوئی وهمکاران،۲۰۱۰؛ قریشی و همکاران، ۲۰۲۱).

معرفی دستاورد یا راهکار

بخش‌ها و ترکیب‌های شیمیایی تفاله انار

میوه انار از بخش آب‌دار (۳۰–۲٦ درصد)، پوست، دانه و بافت‌های درونی (۷٤–۷۰ درصد) تشکیل شده است (شکل ۳). بسته به رقم انار، حدود ٤۹ تا ۵۵ درصد وزن میوه را پوست تشکیل می‌دهد. میوه انار دارای دانه‌های متعددی است که حدود ۱۸ تا ۲۰ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد و حاوی روغن است (ماگانگانا و همکاران، ۲۰۲۰).

[1] *Punica granatum*



شکل ۱- تصویر کلی استفاده از محصول فرعی انار در صنایع مختلف

شکل ۲- انباشته شدن محصول فرعی انار در محیط زیست

شکل ۳- بخش‌های مختلف انار و تفاله انار

پوست انار: ترکیب‌ها، خواص و کاربردها

ترکیب‌های شیمیایی پوست انار

پوست انار تقریباً ٤٩ تا ٥٥ درصد وزن کل میوه را تشکیل می‌دهد (شکل ٣) و به عنوان یکی از غنی‌ترین منابع ترکیبات فعال زیستی شناخته می‌شود (جدول ١). پوست انار سرشار از ترکیبات فعال گیاهی از جمله ساپونین‌ها، فلاونوئیدها (آنتوسیانین، کاتچین و سایر فلاونوئیدهای پیچیده)، تانن‌های قابل هیدرولیز (پونیکالین، پدونکولاجین، پونیکالاجین، اسید گالیک[2] و اسید الاجیک[3]) است. این ترکیبات دارای اثرات مثبت ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و تنظیم‌کننده سیستم ایمنی هستند (بصیری، ١٤٠٠). مطالعه‌های مختلف نشان داده‌اند که انار دارای مقادیر قابل‌توجهی از اسیدهای آلی، قندها، ترکیبات معطر، ویتامین‌های محلول در آب و ترکیبات معدنی (پتاسیم، نیتروژن، کلسیم، فسفر، منیزیم، آهن و سدیم) می‌باشند (بصیری، ١٤٠٠؛ ماگانگانا و همکاران، ٢٠٢٠).

خواص بیولوژیکی پوست انار

فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی

مقادیر بالای ترکیبات فنلی و پلی‌فنل در پوست انار موجب بروز فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی قوی می‌شود که در مطالعه‌ها آزمایشگاهی و حیوانی اثبات شده است. این فعالیت‌ها به کاهش التهاب و محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو کمک می‌کنند (حسینی و همکاران، ١٣٩٨؛ صدیقی و همکاران، ٢٠٢٤).

خواص ضدسرطان، ضدباکتری و محافظ قلب

تحقیقات نشان داده‌اند که پوست انار دارای خواص ضدسرطانی و ضددیابت بوده و می‌تواند نقش محافظتی در سلامت قلب ایفا کند. هم‌چنین فعالیت‌های ضدباکتریایی آن در برابر باکتری‌های مضر تأیید شده است (حسینی و همکاران، ١٣٩٨).

کاربردهای صنعتی پوست انار

پوست انار به دلیل دارا بودن ترکیبات فنولیک غنی، به‌عنوان منبعی مهم در تولید محصولات دارویی و مکمل‌ها به کار می‌رود. عصاره‌های فنولیک آن به شکل کپسول‌ها یا عصاره‌های مایع تولید شده و خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی را فراهم می‌کنند. هم‌چنین، به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی، پوست انار به عنوان نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی و خوراک دام برای افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت محصولات استفاده می‌شود. آنتوسیانین‌های موجود در پوست انار نیز به‌عنوان رنگ‌دانه طبیعی در صنایع غذایی و نساجی به کار می‌روند و جای‌گزینی سالم و زیست‌سازگار برای رنگ‌های مصنوعی محسوب می‌شوند. علاوه بر این، قندها و فیبرهای پوست انار قابلیت تبدیل به سوخت‌های زیستی مانند اتانول را دارند و به عنوان منبعی پایدار در تولید سوخت‌های زیستی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هم‌چنین، پوست انار می‌تواند به‌عنوان بستر تخمیری در زیست‌فناوری برای تولید آنزیم‌ها، اسیدهای آلی (مانند لاکتیک اسید) و پروبیوتیک‌ها مورد استفاده قرار گیرند (برجی‌زاده و گلی، ١٤٠٣).

[2] *Gallic acid*
[3] *Ellagic acid*

شکل ٤- پوست انار خشک شده

استخراج سبز و فناوری‌های نوین

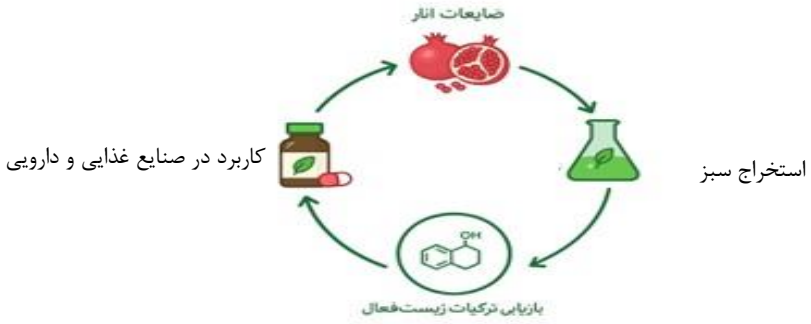
برای بهره‌برداری بهینه از ترکیبات ارزشمند پوست انار و کاهش اثرات زیست‌محیطی، روش‌های نوین استخراج توسعه یافته‌اند. برخلاف روش‌های سنتی که نیازمند مصرف زیاد حلال‌های شیمیایی و انرژی هستند، روش‌های استخراج سبز با کارایی بالاتر و سازگاری بیشتر با محیط‌زیست عمل می‌کنند (شکل ۵).

الف- استخراج اولتراسونیک: امواج فراصوت باعث شکستن دیواره‌های سلولی پوست انار می‌شوند و آزادسازی پلی‌فنل‌ها و آنتوسیانین‌ها را تسهیل می‌کنند.

ب- استخراج به کمک مایکروویو: امواج مایکروویو با ایجاد حرارت یکنواخت و سریع، آزادسازی فنولیک‌ها و فلاونوئیدها را تسریع می‌کنند. این روش زمان استخراج را به‌شدت کاهش داده و منجر به کاهش مصرف انرژی می‌شود.

ج- استخراج آنزیمی: در این روش، آنزیم‌هایی مانند سلولاز و پکتیناز برای تجزیه دیواره‌های سلولی پوست انار استفاده می‌شوند که منجر به آزادسازی بیشتر پلی‌فنل‌ها و افزایش کیفیت عصاره می‌گردد. این روش علاوه بر بازده بالاتر، اثرات زیست‌محیطی کمتری دارد.

د- استخراج با سیالات فوق بحرانی: دی‌اکسیدکربن فوق بحرانی به عنوان حلالی ایمن و سازگار با محیط‌زیست برای استخراج ترکیبات لیپوفیلیک و آنتی‌اکسیدان‌های پوست انار به کار می‌رود. این روش عصاره‌هایی خالص و بدون باقی‌مانده حلال شیمیایی تولید می‌کند.



شکل ۵- بازچرخانی ضایعات انار در چرخه اقتصاد سبز با کاربرد در صنایع غذایی و دارویی

هسته (دانه) انار: ترکیبات و کاربرد

هسته انار (شکل ٦) تا حدود ٢٠ درصد روغن دارد، که از مهم‌ترین اسیدهای چرب روغن هسته انار اسید پونیسیک[4] است. علاوه بر آن اسیدهای لینولئیک، اولئیک، پالمتیک، استئاریک و مریستیک نیز جزء اسیدهای چرب اصلی در روغن انار هستند.

شکل ٦- هسته (دانه) انار خشک شده

هسته انار هم‌چنین شامل پروتئین، فیبر، فتواسترول، توکوفرول و فنل‌ها است که همگی ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و درمانی بسیار مطلوبی دارند (تاج الدین، ١٤٠٢). در مطالعه‌ها بر روی نمونه‌های ایرانی، روغن دانه انار دارای پایداری اکسیداتیو بالا و تراکم قابل توجهی از توکوفرول و ترکیبات فنولیک بوده که آن را به ماده‌ای ارزشمند در صنایع غذایی تبدیل کرده است. هسته انار (دانه) با داشتن ترکیبات زیستی قوی، کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف دارد از جمله مصارف در صنعت و انسان و تغذیه دام و طیور.

مصرف انسانی

هسته انار به‌طور گسترده به‌عنوان منبعی غنی از ترکیبات زیستی در تولید مکمل‌ها و داروهای غذایی استفاده می‌شود (شکل ٧). روغن دانه انار که حاوی اسید پونیسیک است، اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی قوی دارد و در بهبود چربی‌سوزی، کنترل دیابت، کاهش چربی خون و بهبود سلامت قلب مؤثر است. علاوه بر آن، روغن دانه انار دارای خواص ضدقارچی در سطح بالینی است (نرین و همکاران، ٢٠٢٥).

شکل ٧- روغن هسته (دانه) انار

کاربرد صنعتی

روغن دانه انار به دلیل ترکیب منحصر به‌فرد و مقاومت بالا در برابر حرارت، به‌عنوان یک افزودنی مقاوم در برابر اکسایش در فرآوری و نگهداری مواد غذایی کاربرد دارد. علاوه بر آن، فناوری‌های مانند کپسوله کردن در صنعت غذایی از سطح روغن برای گنجاندن ترکیبات فعال به‌صورت پایدار بهره می‌برند (توکلی و همکاران، ٢٠٢٤). روغن دانه انار به دلیل خاصیت ترمیم‌کنندگی پوست، ضدچروک و ضدپیری در کرم‌ها، لوسیون‌ها و محصولات مراقبت از مو به کار می‌رود.

تغذیه دام و طیور

دانه انار سرشار از پروتئین، فیبر خام، ترکیبات فنولیک و روغن‌های غیراشباع به‌ویژه اسید پونیسیک است و می‌تواند به‌عنوان منبعی ارزشمند در جیره دام و طیور مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه‌ها نشان داده‌اند که مصرف هسته یا روغن انار موجب

[4] *Punicic acid*

بهبود کیفیت گوشت و شیر، کاهش اکسیداسیون، افزایش سلامت دام و طیور و در عین حال کاهش هزینه‌های خوراک و ضایعات زیست‌محیطی می‌شود. کنجاله هسته انار (شکل ۸) یک مکمل غذایی با ارزش است که می‌تواند در تغذیه دام استفاده شود. این کنجاله حاوی مقادیر قابل توجهی پروتئین، چربی و الیاف خام است که می‌تواند به بهبود ارزش غذایی خوراک دام کمک کند. کیفیت کنجاله هسته انار می‌تواند بسته به نوع انار و فرآیند تولید متفاوت باشد.

شکل ۸- کنجاله هسته انار

پالپ انار و کاربردهای آن

پالپ انار بخش فیبری و آب‌گیری‌شده میوه است که پس از جداسازی آب انار در صنایع فرآوری باقی می‌ماند. این بخش سرشار از فیبر غذایی، مواد معدنی، قندهای طبیعی، پلی‌فنل‌ها و اسیدهای آلی بوده و به همین دلیل در صنایع مختلف، تغذیه انسان و دام قابل استفاده است.

مصارف صنعتی و انسانی

پالپ انار به‌عنوان ماده خام در تولید پودرهای طعم‌دهنده، کنسانتره‌ها، ژل‌ها و افزودنی‌های فیبری در محصولات نان و شیرینی استفاده می‌شود. فیبر محلول موجود در آن، ویژگی‌های رئولوژیکی محصولات غذایی را بهبود می‌دهد و موجب افزایش احساس سیری می‌شود. به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فنولیک و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، پالپ انار در تولید مکمل‌های غذایی و فرآورده‌های ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی کاربرد دارد. باقی‌مانده پالپ پس از استحصال ترکیبات فعال، می‌تواند در تولید کود آلی و کمپوست به کار رود و چرخه زیست‌محیطی پایدارتری ایجاد کند (راچکوفسکا و سرک، ۲۰۲٤).

مصرف در تغذیه دام

پالپ انار به‌عنوان یک منبع فیبری و حاوی ترکیبات فعال گیاهی، قابلیت استفاده در جیره نشخوارکنندگان را دارد. مطالعه‌ها نشان داده‌اند که افزودن پالپ انار به جیره، می‌تواند هضم فیبر را بهبود دهد، اثرات آنتی‌اکسیدانی در بدن دام ایجاد کند، متابولیسم انرژی را افزایش دهد و بخشی از خوراک پرهزینه وارداتی را جای‌گزین کند. علاوه بر این، وجود تانن‌های میوه‌ای در پالپ می‌تواند تخمیر شکمبه را تعدیل کرده و به بهبود کارایی استفاده از پروتئین کمک کند (راچکوفسکا و سرک، ۲۰۲٤). عامل محدود کننده در استفاده از این محصول جانبی، به ویژه پوست انار، مقدار زیاد ترکیبات فنولیک است (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱۳). این ترکیبات ممکن است هم اثرات منفی و هم مثبت بر تخمیر شکمبه و عملکرد حیوان داشته باشند، که می‌تواند بر اساس مقدار استفاده شده و هم‌چنین ساختار و طبیعت محصول جانبی انار متفاوت باشد (کریمی و همکاران، ۲۰۲۳). ترکیبات شیمیایی پوست و دانه انار در جدول شماره یک آورده شده است. یکی از مزیت‌های دانه انار مقدار بالای پروتئین این محصول است که نسبت به مقدار پروتئین دانه ذرت بیشتر بوده و با دانه جو برابری می‌کند. هم‌چنین دارای مقدار انرژی قابل سوخت و ساز مناسب و در حد علوفه یونجه می‌باشد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی به عنوان معیاری برای پیش‌بینی مصرف اختیاری خوراک استفاده می‌شود. مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی رابطه نزدیکی با قابلیت‌هضم

دارد و با افزایش این ترکیب قابلیت‌هضم کاهش می‌یابد (ون زوئست، ۱۹۹٤). مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در پوست انار از یونجه کمتر بوده ولی مقادیر این ترکیبات در دانه انار تقریباً از علوفه یونجه بیشتر می‌باشد. تفاوت در ترکیب محصولات جانبی انار می‌تواند به دلیل رقم انار، شرایط خشک کردن و نگهداری و روش‌های اندازه‌گیری باشد (قریشی و همکاران، ۲۰۲۱). مقادیر قابلیت هضم و انرژی قابل سوخت و ساز در پوست و دانه انار کمتر از یونجه است. احتمالاً، وجود ترکیبات فعال به خصوص تانن‌ها قابلیت دسترسی مواد مغذی را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش فعالیت میکروبی و قابلیت‌هضم می‌گردد (ابرقوئی و سالم، ۲۰۲۱؛ اخلاقی و همکاران، ۲۰۲۲). نسبت کربن به نیتروژن در خوراک دام یکی از شاخص‌های مهم در تغذیه و به‌ویژه در فرایندهای تخمیر شکمبه است. این نسبت نشان می‌دهد چه مقدار کربن (انرژی) در مقایسه با نیتروژن (پروتئین خام و مواد نیتروژنی) در جیره موجود است. برای فعالیت بهینه میکروارگانیسم‌های شکمبه، این نسبت در جیره حدود ۲۰:۱ تا ۳۰:۱ توصیه می‌شود. اگر نسبت کربن به نیتروژن زیاد باشد میکروب‌ها نیتروژن کافی ندارند، هضم کند می‌شود، تولید پروتئین میکروبی کاهش می‌یابد. اگر نسبت کربن به نیتروژن کم باشد نیتروژن اضافی (مثل اوره یا آمونیاک) به‌صورت دفعی (ادرار) از بدن خارج می‌شود و به اتلاف پروتئین و بار اضافی بر کلیه منجر می‌شود. با توجه به جدول ۱، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پوست انار نسبت کربن به نیتروژن بالایی دارد، یعنی کمبود نیتروژن برای میکروب‌های شکمبه باید با منابع پروتئینی ترکیب شود. هسته انار نسبت متعادلی دارد و برای رشد میکروب‌ها مناسب‌تر است.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی پوست و دانه انار

ترکیبات شیمیایی (درصد ماده خشک)	پوست انار	دانه انار	یونجه
ماده خشک	۳۱-۲٤	٤۰-۳٥	۹۲-۹۰
خاکستر خام	۹-٥	۱۱-۲	۱٦-۸
پروتئین خام	٥-۳	۱۳-۸	۲۸-۱۳
چربی خام	۱۱-۱	۱۳-۱	٤/٤- ۱/٥
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	٤۰-۲۰	۷۰-۳٥	٥٥-۳۲
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۰-۸	٦۰-۲۰	٤۲-۲۲
قابلیت‌هضم ماده آلی	۷۰-٥۰	٦۰-۳۰	۷۲-٥٤
انرژی قابل سوخت و ساز (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	۹-۷	۱۱-٥	۱۲-۸
نسبت کربن به نیتروژن	۱:٥۸	۱:۲۱	۱:۱۷

منبع: (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱۳)

مقادیر ترکیبات فعال پوست و دانه انار در جدول ۲ آورده شده است. این مقادیر در بین پژوهش‌های انجام شده متفاوت است و چنین اختلافاتی ممکن است به دلیل مرحله رویشی، روش ذخیره‌سازی و خشک‌کردن، تنوع گیاهی و زیست‌گاه باشد. سابقاً این ترکیبات فعال به دلایلی از جمله مزه تلخ، ترساندن حیوان از مصرف گیاه حاوی این ترکیبات و بیزاری دام از خوردن به دلیل دخالت در سیستم هضمی حیوان و فرایندهای تخمیر یا تأثیر مستقیم بر متابولیسم حیوان جزء مواد ضدمغذی محسوب می‌شدند. ولی تمایل و تحقیقات در مورد استفاده از این افزودنی‌ها در صنعت دام رو به افزایش است زیرا اگر در مقدار و شکل مناسب استفاده گردند باعث افزایش تولید دام شوند (ابرقوئی و سالم، ۲۰۲۱؛ کریمی و همکاران، ۲۰۲۳).

ترکیبات فعال در نشخوارکنندگان دارای تأثیر مثبت و منفی هستند (قریشی و همکاران، ۲۰۲۱). برای مثال آستانه غلظت تانن در جیره ۵۰ گرم تانن در کیلوگرم ماده خشک جیره تخمین زده شده است، که بالاتر از آن ممکن است اثرات منفی بر مصرف خوراک، قابلیت‌هضم و عملکرد حیوان داشته باشد. گزارش شده است که ترکیبات فعال در مقادیر پایین ممکن است به طور مفیدی فرآیند تخمیر شکمبه را تغییر دهند. استفاده مقدار کم ترکیبات فعال گیاهی در جیره می‌تواند برخی از گونه‌های باکتریایی شکمبه را برای متابولیسم این ترکیبات تحریک کرده و احتمالاً دسترسی باکتری‌های تجزیه‌کننده فیبر به پلی‌ساکاریدها را افزایش می‌دهد. در نتیجه نرخ تجزیه‌پذیری خوراک در شکمبه و مصرف خوراک افزایش می‌یابد (ابرقوئی و سالم، ۲۰۲۱؛ سالم و همکاران، ۲۰۱٤).

جدول ۲- ترکیبات فعال (درصد ماده خشک) پوست و دانه انار

	ترکیبات فنولیک	تانن	ترکیبات فنولیک غیرتانینی	تانن متراکم
پوست انار	۳۱-۲٤	۲۰-۸	۲۰-۸	۰/٤ — ۰/٦
دانه انار	۵-۲	۳ — ۰/٤	۲ - ۰/۲	۰/۰۹ — ۰/۱

منبع: (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱۳)

تأثیر استفاده از پوست و دانه انار بر مصرف خوراک، عملکرد دام و مقدار مصرف در جیره

در پژوهش‌های مختلف نشان داده شده است که این پسماند دارای پتانسیل استفاده در جیره نشخوارکنندگان هستند. مقدار استفاده شده در جیره در تحقیقات متفاوت بوده است و این اختلافات می‌تواند مربوط به مقدار تانن، نوع و ماهیت منبع تانن و گونه‌های حیوانی مورد بررسی باشد (ابرقوئی و سالم، ۲۰۲۱). در تحقیقی جای‌گزین کردن تفاله انار سیلو شده (۲۷ درصد جیره) و تفاله خشک دانه انار (۳۱ درصد جیره) در جیره بره‌های پرواری (مقدار تانن جیره کمتر از ۵ درصد ماده خشک) نژاد مهربان بررسی شد و یافته‌ها نشان دادند که ضریب تبدیل خوراک، افزایش وزن روزانه و وزن پایانی بین بره‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما مصرف ماده خشک روزانه در بره‌های مصرف کننده جیره‌های دارای تفاله خشک دانه انار به طور معنی‌داری بیشتر از بره‌های دیگر بود. در این تحقیق نشان داده شد تفاله خشک دانه انار و سیلاژ تفاله انار بدون این که اثر منفی بر فراسنجه‌های تولیدی داشته باشند، به ترتیب می‌توانند جای‌گزین بخشی از کنسانتره و بخشی از علوفه جیره بره‌های پرواری با هدف کاهش هزینه تولید شوند (قریشی و همکاران، ۲۰۲۱).

سیلاژ تفاله انار عبارت است از محصول تخمیری و ذخیره‌سازی شده از باقی‌مانده‌های صنایع فرآوری انار شامل پوست، بخش گوشتی و گاهی هسته، که با روش تخمیر بی‌هوازی تحت اثر میکروارگانیسم‌های لاکتیک اسید تهیه شده و برای تغذیه دام به عنوان خوراکی قابل نگهداری و با ارزش غذایی پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیلاژ با تخمیر لاکتیک اسیدی همراه است و بخشی از قندها و کربوهیدرات‌های محلول مصرف می‌شوند. نیتروژن پروتئینی تا حدی پایدار است، اما بخشی از آن

ممکن است به آمونیوم یا پروتئین غیر قابل هضم تبدیل شود. در نتیجه، نسبت کربن به نیتروژن در سیلاژ تفاله معمولاً کمتر از ماده تازه است، چون کربوهیدرات‌ها کاهش یافته‌اند. با توجه به نتایج جدول ۱، نسبت کربن به نیتروژن در سیلاژ تفاله انار حدود ۱:۲۵–۲۰ خواهد شد و که برای میکروب‌های شکمبه می‌تواند مناسب باشد. به هر حال، این مقدار برآوردی است و بسته به شرایط خشک‌کردن، نوع انار و روش سیلاژ متغیر خواهد بود.

در تحقیقی سطوح مختلف پوست انار (۲/۵ و ۵ درصد ماده خشک جیره) با و بدون آنزیم تاناز در جیره بره‌های پرواری استفاده شد و بیان گردید مصرف خوراک و افزایش وزن دام‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت و سطح ۵ درصد تفاله انار به همراه آنزیم تاناز باعث افزایش سلامت حیوانات و بهبود عملکرد رشد حیوانات می‌شود (میرزایی آقاجه قشلاقی و همکاران، ۲۰۲۲). در پژوهشی دیگر سطوح مختلف پوست انار (صفر، ۵ و ۱۰ درصد ماده خشک جیره) در جیره گاوهای شیری استفاده شد و گزارش گردید که مصرف ماده خشک و تولید شیر بین گاوها تفاوتی نداشت ولی گوارش‌پذیری مواد مغذی در گاوهای تغذیه شده با پوست انار کمتر از گاوهایی بود که از پوست انار استفاده نکردند (نیو و همکاران، ۲۰۲۳). در کل توصیه شده است که تا مقدار ۲۰ درصد در جیره بره‌های پرواری می‌توان از پوست و دانه انار استفاده کرد. در پژوهش‌های مختلف مقادیر ۸۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک (اخلاقی و همکاران، ۲۰۲۲)، ۵۰ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک (نیو و همکاران، ۲۰۲۳)، و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک (المرسی و همکاران، ۲۰۲۲) از پوست و سیلاژ پوست انار در جیره گاوهای شیرده استفاده شده و بیان گردید که می‌توان پوست خشک شده انار را تا مقدار ۱۰ درصد ماده خشک و سیلاژ پوست انار را تا مقدار ۲۰ درصد ماده خشک جیره گاوهای شیری بدون اینکه تأثیری برمصرف خوراک و تولید شیر داشته باشد استفاده نمود.

شکل ۹: تفاله انار در تغذیه دام

تأثیر استفاده از پوست و عصاره پوست انار بر کیفیت گوشت و شیر

در تحقیقات مختلف نشان داده شده است که خوراک‌های حاوی ترکیبات فعال گیاهی مانند فنل‌ها، سبب بهبود کیفیت گوشت و شیر به دلیل افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع بخصوص اسید استئاریک می‌شوند. محصولات فرعی انار نیز با دارا بودن این ترکیبات می‌توانند سبب بهبود کیفیت محصولات دامی شوند. در تحقیقات انجام شده بر روی گاوهای شیری (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱٤) و بره‌های پرواری (مکار، ۲۰۰۳؛ رجبی و همکاران، ۲۰۱۷) این بهبود کیفیت کاملاً مشهود بود. در تحقیقی سطوح مختلف عصاره پوست انار (٤۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌لیتر عصاره در روز) بر کیفیت شیر گاوهای شیرده بررسی شد و بیان گردید که شیر گاوهای تغذیه شده با عصاره انار حاوی اسید چرب اشباع کل کمتر، نسبت اسیدهای چرب $\omega 6$ به اسیدهای چرب $\omega 3$ مطلوب و محتوای اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دوکوزاهگزانوئیک بالاتری بود. هم‌چنین این عصاره می‌تواند ترکیبی ارزشمند برای افزایش اسیدهای چرب غیراشباع شیر و در نتیجه بهبود ارزش

غذایی شیر برای مصرف انسان باشد (ابرقوئی و همکاران، ۲۰۱٤). در پژوهشی دیگر سطوح مختلف پوست انار (صفر، ۵ و ۱۰ درصد ماده خشک جیره) در جیره گاوهای شیری استفاده شد و بین گردید که اسیدهای چرب غیراشباع ω6 و ω3 در شیر گاوهای تغذیه شده با پوست انار افزایش یافت ولی کل اسیدهای چرب اشباع و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در شیر گاوها تغییری پیدا نکرد (نیو و همکاران، ۲۰۲۳). در مطالعه‌ای (والنتی و همکاران، ۲۰۱۹) تأثیر تفاله انار بر تولید و کیفیت شیر در اواخر شیردهی در میش‌های چراکننده در مرتع بررسی شد. در این تحقیق نشان داده شد که تفاله انار می‌تواند یک راهکار برای بهبود کیفیت شیر و کاهش هزینه تغذیه در اواخر شیردهی در میش باشد. در پژوهشی تاثیر استفاده از مقدار ۱۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره از تفاله انار در جیره بره قزل مطالعه شد و بیان گردید که در مقایسه با بره‌های گروه شاهد، گوشت بره‌هایی که با تفاله انار تغذیه شدند، دارای مقادیر بالاتر چربی داخل عضلانی، اسیدهای چرب غیراشباع با یک و چند پیوند دوگانه، کل اسید چرب غیراشباع و ترکیبات فنلی گوشت بود. هم‌چنین گوشت بره‌های تغذیه شده با تفاله انار نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع بیشتری داشتند (نعمتی و همکاران، ۲۰۲٤).

جدول ۳- نمونه‌هایی از جیره‌های کاربردی حاوی تفاله انار

	جیره			
اقلام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	بره پرواری (۱۰)	بره پرواری (۱۰)	گاو شیری (۸)	جیره ترویجی بره پرواری
یونجه	۱۲۰	۲۱۰	۱۰۸	۲٤۹
سیلاژ ذرت	–	–	۱۷٤	–
کاه گندم	–	–	٤٤/۳	۱۵۱
کنجاله سویا	–	–	۱۷۱/۹	۷۵/۵
کنجاله کلزا	–	–	۳۳/۹	۱۸/۹
دانه جو	–	–	۱۷۲	۱۸۵
دانه ذرت	۵٤۳	٤۰۹	۱۷۲	۱۰۰
سبوس گندم	۵٤	۵۸	–	۱۲۳
تفاله انار	۲۷۲	–	۸۷	٤۰
دانه انار	–	۳۱٤	–	٤۰
مکمل ویتامینی معدنی	۱۱	۹	۷/٤	۲/۸
پودر چربی	–	–	۱۵/۲	–
جوش شیرین	–	–	۸/۷	٦/٦
کربنات کلسیم	–	–	–	٤/۹

توصیه ترویجی

با توجه به ظرفیت بالای ضایعات انار در کشور، توصیه می‌شود که کشاورزان، دامداران و صنایع فرآوری از این محصولات جانبی به‌عنوان منبعی ارزشمند بهره‌برداری کنند. استفاده از تفاله و هسته انار در تغذیه دام (تا حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد ماده خشک جیره) می‌تواند بدون اثر منفی بر مصرف خوراک یا عملکرد تولیدی، به کاهش هزینه خوراک و بهبود کیفیت گوشت و شیر کمک کند. هم‌چنین صنایع غذایی و دارویی می‌توانند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین استخراج (فراصوت، مایکروویو،

آنزیمی و سیالات فوق بحرانی)، ترکیبات ارزشمند پوست و دانه انار را برای تولید مکمل‌ها، رنگ‌های طبیعی، آنتی‌اکسیدان‌ها و محصولات آرایشی استخراج نمایند. مدیریت صحیح و فرآوری هدف‌مند تفاله انار، علاوه بر ایجاد ارزش افزوده اقتصادی، گامی مؤثر در حفظ محیط‌زیست و پایداری کشاورزی کشور خواهد بود.

دستورالعمل کاربردی استفاده از فرآورده‌های جانبی انار

برای باغداران و دامداران

الف- جمع‌آوری و خشک‌کردن تفاله انار

تفاله (پوست، دانه، پالپ) پس از آب‌گیری باید سریعاً خشک یا سیلو شود تا از کپک‌زدگی جلوگیری گردد. در مناطق گرم و خشک، خشک‌کردن در آفتاب طی ۲–۳ روز کافی است. در مناطق مرطوب استفاده از خشک‌کن توصیه می‌شود.

ب- استفاده در تغذیه دام

استفاده از محصول فرعی انار در جیره بره پرواری تا ۲۰ درصد ماده خشک جیره و در جیره گاو شیری تا ۱۰ درصد ماده خشک جیره توصیه می‌شود.

پ- بهبود کیفیت گوشت و شیر

استفاده از عصاره یا تفاله انار باعث افزایش اسیدهای چرب غیراشباع در گوشت و شیر و بهبود ارزش تغذیه‌ای آنها می‌شود.

برای مدیران صنایع فرآوری انار

الف- پوست انار

با استخراج پلی‌فنل‌ها و آنتوسیانین‌ها به کمک فناوری‌های نوین (فراصوت، مایکروویو، آنزیمی) می‌توان از این ترکیبات برای تولید رنگ طبیعی، آنتی‌اکسیدان، نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی، مکمل دارویی و آرایشی استفاده کرد. هم‌چنین از باقیمانده فیبری پوست می‌توان در تولید کود آلی یا بستر تخمیری استفاده کرد.

ب- دانه انار

می‌توان روغن‌کشی انجام داد و پس از تصفیه و بسته‌بندی، از این روغن در تولید مکمل‌های غذایی، محصولات آرایشی ضدپیری، افزودنی مقاوم به اکسیداسیون در صنایع غذایی استفاده کرد. هم‌چنین کنجاله دانه نیز به عنوان مکمل پروتئینی در خوراک دام کاربرد خواهد داشت.

پ- پالپ انار

می‌توان پالپ را خشک و آسیاب و در پودرهای طعم‌دهنده، افزودنی فیبری در نان و شیرینی و تولید کنسانتره و ژل‌های غذایی استفاده کرد. هم‌چنین پساب و باقی‌مانده را در تبدیل به کمپوست یا کود آلی مورد استفاده قرار داد.

توصیه کلیدی

باغدار و دامدار می‌تواند با سیلو کردن یا خشک کردن محصول فرعی، هزینه خوراک دام را ۲۰–۱۰ درصد کاهش دهد.

مدیر صنایع می‌تواند با استحصال ترکیبات ارزشمند (رنگ، آنتی‌اکسیدان، روغن)، ارزش افزوده چند برابری ایجاد کند. در نتیجه مدیریت هدفمند ضایعات انار علاوه بر کاهش آلودگی محیط‌زیست، ارزش اقتصادی پایدار برای کل زنجیره تولید فراهم می‌آورد.

فهرست منابع

ابرقوئی، محمد جواد.، روزبهان، یوسف و محمد جواد ضمیری. ۱۳۹۳. تأثیر پوست انار عصاره‌گیری نشده و عصاره‌گیری شده بر فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از شیرابه شکمبه گوسفند نژاد قزل. نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان، ۲(۲): ۶۰-۳۷.

برجی‌زاده، زهرا و محمد گلی. ۱۴۰۳. بررسی خواص فراسودمندی ترکیبات فنلی کپسوله شده پوست انار ایرانی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵۳(۲۱): ۱۱۵-۱۰۳.

بصیری، شادی. ۱۴۰۰. پتانسیل انار در تولید محصولات فرآوری‌شده. مجله ترویجی انار، ٤: ۱۰-۱.

بی‌نام. ۱۴۰۳. آمارنامه کشاورزی. محصولات باغی وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

تاج‌الدین، بهجت. ۱۴۰۲. تأثیر عملیات خوب کشاورزی (GAP) بر ترکیبات فیتواستروژنی میوهٔ انار. پژوهش در علوم باغبانی. ۲(۱): ۱۱۸-۱۰۹.

حسینی، ثنا.، رشیدی، لادن و مسعود هماپور. ۱۳۹۸. بررسی ترکیبات پلی‌فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی آب انار رقم پوست سیاه ساوه (*Punica granatum*). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۱٤(۱): ۱۰۸-۹۹.

Abarghuei, M.J., Rouzbehan, Y. and Alipour, D. (2010). The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. *Livestock Science*, 132, pp. 73-79.

Abarghuei, M.J., Rouzbehan, Y., Salem, A.Z.M. and Zamiri, M.J. (2013). Nutrient digestion, ruminal fermentation and performance of dairy cows fed pomegranate peel extract. *Livestock Science*, pp. 157, 452-461.

Abarghuei, M.J., Rouzbehan, Y., Salem, A.Z.M. and Zamiri, M.J. (2014). Nitrogen balance, blood metabolites and milk fatty acid composition of dairy cows fed pomegranate-peel extract. *Livestock Science*, 164, pp. 72-80.

Abarghuei, M.J. and Salem, A.Z.M. (2021). Sustainable impact of pulp and leaves of Glycyrrhiza glabra to enhance ruminal biofermentability, protozoa population, and biogas production in sheep. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, pp. 33371–33381.

Akhlaghi, B., Ghasemi, E., Alikhani, M., Ghaffari, M.H. and Razzaghi, A. (2022). Effects of supplementing pomegranate peel with fatty acid sources on oxidative stress, blood metabolites, and milk production of dairy cows fed high-concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 286, pp. 115228.

El-Morsy, A.M., Shoukry, M.M., Soliman, S.M. and Soliman, M.M. (2022). Influence of using pomegranate peel silage in rations of dairy cows on their productive performance. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 12(2), pp. 074–095.

Ghoreishi, M., Zare, A.R., Rezvani, M.R., Zamiri, M.J., Kargar, S. and Abarghuei, M.J. (2021). Partial replacement of forage and concentrate with pomegranate pulp (peel and seed) silage and pomegranate seed pulp in Mehraban fattening lambs: effect on performance and carcass characteristics. *Tropical Animal Health and Production*, 53, pp. 486.

Karimi, A., Abarghuei, M.J., Amiri Ghanatsaman, Z., Agah, M.J. and Boostani, A. (2023). Dietary application of dried citrus pulp, with or without soybean oil, in lactating Holstein cow diet: Effects on feed intake, digestibility, performance, a milk fatty acid profile and total phenolics. *Animal Feed Science and Technology*, 294, 115488.

Khosravi, F., Fathi Nasri, M.H., Farhangfar, H. and Modaresi, J. (2015). Nutritive value and polyphenol content of pomegranate seed pulp ensiled with different tannin-inactivating agents. *Animal Feed Science and Technology*, 207, pp. 262-266.

Magangana, T.P., Makunga, N.P., Fawole, O.A. and Opara, U.L. (2020). Processing Factors Affecting the Phytochemical and Nutritional Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel Waste: A Review. *Molecules*, 25, 4690.

Makkar, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49, pp. 241–256.

Mirzaei-Aghjeh-Gheshlagh, F., Nori, A., Navidshad, B., Kaviani-Feizi, L. and Keramati-Jabehdar, S. (2022). Dietary effects of pomegranate pomace powder with or without tannase enzyme on growth performance and some blood parameters of Moghani male lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 15(4), pp. 475–488.

Nemati, Z., Amirdahri, S., Asgari, A., Taghizadeh, A., Siddiqui, S. A., Besharati, M., Alirezalu, K. and Holman, B.W.B. (2024). Feeding pomegranate pulp to Ghezel lambs for enhanced productivity and meat quality. *Veterinary and Animal Science*, 24, 100356.

Niu, P., Kreuzer, M., Liesegang, A., Kunz, C., Schwarm, A. and Giller, K. (2023). Effects of graded levels of dietary pomegranate peel on methane and nitrogen losses, and metabolic and health indicators in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106, pp. 8627–864.

Noreen, S., Hashmi, B., Maduabuchi Aja P. and Atoki, A.V. (2025). Phytochemicals and pharmacology of pomegranate (*Punica granatum* L.): nutraceutical benefits and industrial applications: a review. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1528897.

Raczkowska, E. and Serek, P. (2024). Health-Promoting Properties and the Use of Fruit Pomace in the Food Industry—A Review. *Nutrients*, 16, 2757.

Rajabi, M., Rouzbehan, Y. and Rezaei, J. (2017). A strategy to improve nitrogen utilization, reduce environmental impact, and increase performance and antioxidant capacity of fattening lambs using pomegranate peel extract. *Journal of Animal Science*, 95, pp. 499–510.

Saadi, W., Rodríguez-Sánchez, S., Ruiz, B., Najar-Souissi, S., Ouederni, A. and Fuente, E. (2022). From pomegranate peels waste to one-step alkaline carbonate activated carbons. Prospect as sustainable adsorbent for the renewable energy production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 107010.

Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Olivares, M., Elghandour, M.M.Y., Mellado, M. and Arece, J. (2014). Influence of *S. babylonica* extract on feed intake, growth performance and diet in vitro gas production profile in young lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 46, pp. 213–219.

Siddiqui, S. A., Singh, S. and Nayik, G.A. (2024). Bioactive compounds from pomegranate peels - Biological properties, structure–function relationships, health benefits and food applications – A comprehensive review. *Journal of Functional Foods*, 116, 106132.

Tavakoli, J., Ghorbani, A., Hematian Sourki, A., Ghani, A., Zarei Jelyani, A., Kowalczewski, P.L., Aliyeva, A. and Mousavi Khaneghah, A. (2024). Thermal processing of pomegranate seed oils underscores their antioxidant stability and nutritional value: Comparison of pomegranate seed oil with sesame seed oil. *Food Science Nutrition*, 12, pp. 2166–218.

Valenti, B., Luciano, G., Morbidini, L., Rossetti, U., Codini, M., Avondo, M., Priolo, A., Bella, M., Natalello, A. and Pauselli, M. (2019). Dietary pomegranate pulp: effect on ewe milk quality during late lactation. *Animals*, 9, 3-13.

Van Soest, P.J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.