

ارزیابی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از پسماند پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام

فاطمه مومنی ها

مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

محمد حسن زاده

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

امنیت غذایی و مدیریت پسماند کشاورزی از چالش‌های مهم در جهان امروز به شمار می‌روند. استفاده از پسماند پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، یک راهکار اقتصادی و محیط زیستی نوآورانه است که می‌تواند به کاهش پسماند کشاورزی و بهبود امنیت غذایی کمک کند. این مطالعه به ارزیابی فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام می‌پردازد. در این راستا، پتانسیل‌های اقتصادی از جمله کاهش هزینه‌های خوراک دام و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید بررسی شده و تأثیرات محیط زیستی این راهکار از جمله کاهش پسماند و اثرات مثبت بر چرخه مواد مورد مطالعه قرار گرفته است. علاوه بر این، به چالش‌های مرتبط با استفاده از پوست میوه‌ها در خوراک دام، نظیر مشکلات فرآوری، محدودیت‌های تغذیه‌ای و نگرانی‌های بهداشتی پرداخته شده است. در نهایت، پیشنهادات اجرایی برای بهینه‌سازی استفاده از این ضایعات در کشور ایران ارائه شده و بر اهمیت مدیریت جامع و پایدار این منابع تأکید شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از ضایعات پوست میوه‌ها می‌تواند به عنوان یک راهبرد موثر در مدیریت پسماند و توسعه پایدار کشاورزی مطرح شود.

واژگان کلیدی: پوست میوه، پسماند، خوراک دام، کشاورزی، محیط زیست

مقدمه

امنیت غذایی یکی از چالش‌های اساسی در جهان معاصر است که به تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد ارتباط دارد. یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه، استفاده از منابع غیرمعارف غذایی است. مطالعات نشان داده‌اند که بهره‌برداری از منابع غذایی غیرمعارف، مانند ضایعات کشاورزی، می‌تواند به بهبود امنیت غذایی و کاهش فشار بر منابع طبیعی کمک کند (Wanapat et al., ۲۰۲۴). مصرف پوست میوه‌ها به عنوان یک منبع غذایی برای دام‌ها می‌تواند به بهبود امنیت غذایی کمک کرده و در عین حال از هدررفت مواد غذایی جلوگیری نماید. پوست میوه‌ها سرشار از فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی است که می‌تواند به عنوان مکمل مغذی برای دام‌ها عمل کند. این منابع غنی می‌توانند به بهبود سلامت عمومی دام‌ها، افزایش تولید شیر و گوشت و همچنین تقویت سیستم ایمنی آنها کمک کنند (Gemechu et al., ۲۰۲۴). به ویژه در شرایطی که خوراک دام محدود است، استفاده از پوست میوه‌ها می‌تواند یک راهکار اقتصادی و مؤثر باشد. استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام می‌تواند به کاهش پسماندهای غذایی کمک کند. هر ساله میلیون‌ها تن میوه در مراحل مختلف تولید و توزیع هدر می‌رود و این هدررفت نه تنها به منابع طبیعی آسیب می‌زند بلکه بر روی امنیت غذایی نیز تأثیر منفی دارد. با استفاده از این ضایعات به عنوان خوراک دام، می‌توان به حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی آن کمک کرد (Kotsou et al., ۲۰۲۴).

تاریخچه استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام

استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، دارای تاریخچه‌ای طولانی است که به دوران‌های مختلف کشاورزی و دامداری بازمی‌گردد. در جوامع کشاورزی باستانی، پوست میوه‌ها و دیگر ضایعات گیاهی به‌طور سنتی به دام‌ها داده می‌شد. کشاورزان در آن دوران از ضایعاتی که نمی‌توانستند به‌عنوان غذای انسانی استفاده کنند، بهره‌برداری می‌کردند تا هزینه‌های خوراک دام را کاهش دهند و در عین حال از هدررفت مواد غذایی جلوگیری کنند (Kotsou et al., ۲۰۲۴). با آغاز انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم و تغییرات عمده در کشاورزی، استفاده از خوراک‌های تجاری و صنعتی برای دام‌ها افزایش یافت. این امر باعث کاهش استفاده از ضایعات میوه‌ها در تغذیه دام‌ها شد. خوراک‌های تجاری با فرمولاسیون‌های علمی و مواد مغذی بیشتر جایگزین ضایعات کشاورزی شدند. با این حال، در دوران‌های بحرانی مانند جنگ‌های جهانی، نیاز به منابع جایگزین خوراک دام مجدداً توجه به استفاده از ضایعات کشاورزی، از جمله پوست میوه‌ها، را افزایش داد (Magama et al., ۲۰۲۲).

از دهه ۱۹۶۰ به بعد، با افزایش مطالعات علمی در زمینه تغذیه دام و مدیریت ضایعات، توجه به استفاده از پوست میوه‌ها به‌عنوان یک منبع غذایی غنی دوباره مورد توجه قرار گرفت. تحقیقات نشان دادند که پوست میوه‌ها، با دارا بودن فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی، می‌تواند به‌عنوان مکملی مغذی در خوراک دام‌ها عمل کند و به بهبود سلامت دام‌ها و افزایش تولید شیر و گوشت کمک کند. این رویکرد به‌ویژه در کشورهایی با تولید انبوه میوه، مانند برزیل و هند، بیشتر مشاهده شد و توجه بیشتری به فرآوری و استفاده بهینه از این ضایعات معطوف شد (Coffey et al., ۲۰۱۶).

در اوایل قرن بیست و یکم، با افزایش آگاهی جهانی درباره پایداری و مدیریت ضایعات، استفاده از پوست میوه‌ها به‌عنوان خوراک دام به یکی از رویکردهای اصلی در مدیریت ضایعات و تأمین پایدار خوراک دام تبدیل شد. این تغییر در رویکردها به کاهش ضایعات غذایی و تأثیرات مثبت بر محیط زیست و اقتصاد محلی منجر شد. امروزه با پیشرفت فناوری‌های نوین، پوست میوه‌ها به محصولات با ارزش افزوده بیشتری تبدیل شده و فرآورده‌هایی مانند خشک کردن، آسیاب کردن و غنی‌سازی پوست میوه‌ها، باعث افزایش کارایی آن‌ها به‌عنوان خوراک دام شده است. برخی کشورها، از جمله هلند و ایالات متحده، در این زمینه پیشرو هستند و به‌طور جدی روی استفاده بهینه از این نوع پسماند کار می‌کنند (Coffey et al., ۲۰۱۶).

محتوای پروتئین در پوست میوه‌ها

پوست میوه‌ها غالباً به عنوان پسماند در نظر گرفته می‌شود، اما این پوست‌ها غنی از مواد مغذی مختلف از جمله پروتئین‌ها هستند که برای خوراک دام بسیار ارزشمندند. محتوای پروتئین در پوست میوه‌ها بسته به نوع میوه متغیر است و این پروتئین‌ها نقش مهمی در افزایش ارزش غذایی خوراک دام دارند. هرچند محتوای پروتئین در پوست میوه‌ها معمولاً کمتر از منابع خوراکی سنتی مانند غلات و حبوبات است، اما همچنان منبع تکمیلی اسیدهای آمینه ضروری است که برای دام‌ها مفید است.

پوست مرکبات، مانند پوست پرتقال، لیمو و گریپ‌فروت، به دلیل در دسترس بودن و مزایای تغذیه‌ای آن‌ها، به‌طور گسترده‌ای در خوراک دام استفاده می‌شود. این پوست‌ها تقریباً ۸-۶٪ پروتئین دارند که بسته به نوع مرکبات و روش پردازش استفاده شده متفاوت است. پروتئین‌های موجود در پوست مرکبات عمدتاً شامل پروتئین‌های ساختاری هستند که به بافت فیبری پوست کمک می‌کنند. هرچند محتوای پروتئین متوسط است، پوست مرکبات همچنین سرشار از فیبر و ویتامین C است که آن‌ها را به مکملی ارزشمند در رژیم غذایی دام تبدیل می‌کند (Rather et al., ۲۰۲۳).

پوست موز نیز نمونه دیگری از پسماندهای میوه است که می‌تواند به عنوان خوراک دام استفاده شود، به ویژه در مناطقی که موز به‌طور گسترده‌ای کشت می‌شود. پوست موز حاوی حدود ۹-۶٪ پروتئین است. مقدار دقیق پروتئین ممکن است بسته به رسیده بودن پوست و روش خشک‌کردن یا پردازش متفاوت باشد. پروتئین‌های موجود در پوست موز شامل اسیدهای آمینه

ضروری مانند تریپتوفان و لیزین هستند که برای رشد و توسعه دامها حیاتی اند. علاوه بر این، پوست موز سرشار از کربوهیدراتها و فیبر است که آنها را به منبع خوبی از انرژی برای دامها تبدیل می کند (Nida et al., ۲۰۲۳). پوست انبه محتوای پروتئین بالاتری نسبت به بسیاری دیگر از پوستهای میوه دارند که در حدود ۷-۱۱٪ متغیر است. پوست انبه به ویژه از نظر ترکیبات پلی فنولی و آنتی اکسیدانها غنی است و در کنار پروتئینها، گزینه ای مغذی برای خوراک دام به شمار می آیند. پروتئینهای موجود در پوست انبه همراه با خواص آنتی اکسیدانی آن می تواند به بهبود سلامت و ایمنی دامها کمک کند. این ویژگیها، به ویژه در مناطق گرمسیری که تولید انبه بالا است، پوست انبه را به محصولی ارزشمند تبدیل می کند (Aung et al., ۲۰۲۴).

پوست سیب به طور معمول در ترکیبات مختلف خوراک دام استفاده می شود و حاوی حدود ۴-۶٪ پروتئین است. هرچند محتوای پروتئین آن نسبت به سایر پوستهای میوه نسبتاً کم تر است، پوست سیب منبع خوبی از فیبر غذایی و ویتامینهایی مانند ویتامین A و C است. پوست سیب می تواند با دیگر منابع پروتئین دار ترکیب شود تا رژیم غذایی متعادل تری برای دامها فراهم کند. استفاده از پوست سیب در خوراک دام همچنین به کاهش پسماند در صنایع پردازش سیب کمک می کند (Rahman et al., ۲۰۲۳).

پوست آناناس حاوی حدود ۳-۵٪ پروتئین است که در مقایسه با سایر پوستهای میوه به نسبت کم تر است. با این حال، پوست آناناس غنی از بروملین (Bromelain)، آنزیمی با خواص ضد التهابی است که می تواند در هضم کمک کند. حضور بروملین، همراه با پروتئین و محتوای فیبر، پوست آناناس را به افزودنی ارزشمند در خوراک دام (به ویژه برای بهبود هضم و جذب مواد مغذی در دامها) تبدیل می کند (Kotsou et al., ۲۰۲۴; Singh et al., ۲۰۲۰).

در مجموع، پوست میوهها منبعی متوازن اما ارزشمند از پروتئین است که می تواند به عنوان مکملی در خوراک دام استفاده شود. محتوای پروتئین پوست میوهها معمولاً در محدوده ۳ تا ۱۱ درصد متغیر است که بسته به نوع میوه متفاوت است. هرچند این مقادیر ممکن است برای استفاده به عنوان منبع اصلی پروتئین در رژیم غذایی دامها کافی نباشد، اما قطعاً می تواند با ترکیب با دیگر اجزای خوراک دام، پروفایل غذایی کلی را بهبود بخشد. گنجاندن پوست میوهها در خوراک دام نه تنها مزایای تغذیه ای دارد بلکه به کاهش پسماند و پایداری محیط زیست نیز کمک می کند.

محتوای لیپید در پوست میوهها

پوست میوهها معمولاً به دلیل محتوای فیبر و آنتی اکسیدانهایشان شناخته می شوند، اما آنها همچنین شامل لیپیدهایی هستند که می توانند به تأمین انرژی در خوراک دام کمک کنند. اگرچه محتوای لیپید در پوست میوهها عموماً کمتر از منابع چربی سنتی است، این لیپیدها اسیدهای چرب ضروری و ترکیبات مفیدی را فراهم می کنند که می توانند پروفایل تغذیه ای خوراک دام را بهبود بخشند. محتوای لیپید در پوست میوهها بسته به نوع میوه و روشهای پردازش استفاده شده متغیر است. پوست مرکبات، از جمله پوست پرتقال، لیمو و گریپ فروت، دارای محتوای لیپید نسبتاً پایین معمولاً در محدوده ۱ تا ۳ درصد است. لیپیدهای موجود در پوست مرکبات عمدتاً شامل اسیدهای چرب ضروری به ویژه اسید لینولئیک هستند که برای حفظ سلامت غشاء سلولی و سلامت دامها ضروری است (Dana & Sonia, ۲۰۲۴). پوست مرکبات همچنین حاوی مقادیر کمی فیتواسترولها است، ترکیباتی که می توانند به کاهش سطح کلسترول در دامها کمک کنند. با وجود محتوای کم لیپید، پوست مرکبات همچنان می تواند به تأمین انرژی دامها به عنوان یک جزء مکمل در خوراک کمک کند (Coffey et al., ۲۰۱۶).

پوست موز مقدار متعادل تری از لیپیدها معمولاً در محدوده ۲ تا ۴ درصد را شامل می شود. پروفایل لیپیدی پوست موز شامل اسیدهای چرب ضروری مانند اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولئیک است که برای رشد و توسعه دامها مهم هستند. پوست موز همچنین حاوی مقادیر کمی استرولها و توکوفرولها است که ترکیباتی با خواص آنتی اکسیدانی هستند. این لیپیدها نه تنها فراهم کننده انرژی هستند، بلکه به سلامت و رفاه کلی دامها از طریق حمایت از عملکرد ایمنی و کاهش استرس اکسیداتیو کمک می کنند (Bello et al., ۲۰۲۳; Saleem & Saeed, ۲۰۲۰).

پوست انبه محتوی لیپید بیشتری از پوست میوه‌های دیگر معمولاً در محدوده ۳ تا ۶ درصد است. لیپیدهای موجود در پوست انبه غنی از اسیدهای چرب تک‌غیراشباع و چندغیراشباع، به ویژه اسید اولئیک (Oleic acid) و اسید لینولئیک (Linoleic acid) هستند. این اسیدهای چرب برای حفظ سلامت پوست، پوشش و عملکرد تولیدمثل در دام‌ها ضروری هستند. علاوه بر این، بخش لیپیدی پوست انبه حاوی کاروتنوئیدها است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند و می‌توانند به کاهش التهاب و محافظت در برابر آسیب‌های اکسیداتیو در دام‌ها کمک کنند (Bello et al., ۲۰۲۴).

پوست سیب لیپید نسبتاً کمی در محدوده ۱ تا ۲ درصد دارد. لیپیدهای موجود در پوست سیب شامل مقادیر کمی از اسیدهای چرب غیراشباع و فیتوسترول‌ها (Phytosterol) هستند. هرچند محتوای لیپید پوست سیب کم است، اما مزایای تغذیه‌ای دیگری مانند فیبر و ویتامین‌ها را دارد، که آن‌ها را به افزونه‌ای ارزشمند برای خوراک متعادل تبدیل می‌کند. محتوای کم لیپید پوست سیب به این معنی است که بهتر است با دیگر اجزای خوراکی با محتوای لیپید بالا ترکیب شود تا نیازهای انرژی دام‌ها تأمین شود (Ghosh et al., ۲۰۱۶).

پوست آناناس حاوی حدود ۱ تا ۳ درصد لیپید است و ترکیب آن غنی از اسیدهای چرب چندغیراشباع، به ویژه اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولئیک است. پوست آناناس همچنین حاوی مقادیر قابل توجهی فیتوسترول‌ها است که می‌تواند اثرات کاهش‌دهنده کلسترول در دام‌ها داشته باشد. محتوای لیپید در پوست آناناس، هرچند که کم است، به نیازهای انرژی دام‌ها کمک می‌کند، به ویژه زمانی که به عنوان بخشی از ترکیب خوراک بزرگ‌تر که پروتئین، فیبر و لیپیدها را متعادل می‌کند، استفاده شود (Mala et al., ۲۰۲۴).

در نتیجه، پوست میوه‌ها مقادیر متوازن‌تری از لیپیدها را شامل می‌شود که بسته به نوع میوه معمولاً در محدوده ۱ تا ۶ درصد قرار دارد. این لیپیدها اسیدهای چرب ضروری و سایر ترکیبات مفید، مانند فیتوسترول‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها را فراهم می‌کنند که می‌توانند ارزش تغذیه‌ای خوراک دام را افزایش دهند. هرچند محتوای لیپید پوست میوه‌ها ممکن است برای استفاده به عنوان منبع اصلی چربی در رژیم غذایی دام‌ها کافی نباشد، اما همچنان می‌توانند نقش ارزشمندی در تأمین انرژی تکمیلی و حمایت از سلامت دام‌ها ایفا کنند. استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان یک جزء خوراکی نه تنها به کاهش پسماند کمک می‌کند بلکه به پایداری صنایع کشاورزی و دامداری نیز کمک می‌نماید.

محتوای ویتامین در پوست میوه‌ها

پوست میوه‌ها شامل انواع ویتامین‌های ضروری است که می‌توانند به طور قابل توجهی به سلامت و تغذیه دام‌ها کمک کنند. محتوای ویتامین در پوست میوه‌ها در میان انواع مختلف میوه‌ها متفاوت است و پوست میوه‌ها معمولاً دارای غلظت‌های بالاتری از برخی ویتامین‌ها نسبت به بافت داخلی میوه است. این ویتامین‌ها نقش حیاتی در حفظ سلامت و رفاه دام‌ها دارند. پوست مرکبات به خاطر محتوای بالای ویتامین C که یک آنتی‌اکسیدان قوی برای عملکرد ایمنی و سنتز کلاژن است، شناخته شده است. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که پوست مرکبات می‌تواند حاوی حداکثر ۲,۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین C باشد که به نوع و روش پردازش بستگی دارد. ویتامین C موجود در پوست مرکبات به کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت پاسخ ایمنی در دام‌ها کمک می‌کند. علاوه بر این، پوست مرکبات حاوی مقادیر کمی از ویتامین‌های گروه B، مانند B۱ (تیامین) و B۹ (فولات) نیز است که برای متابولیسم انرژی و تشکیل گلبول‌های قرمز خون اهمیت دارند (Sajid et al., ۲۰۲۴).

پوست موز منبع قابل توجهی از چندین ویتامین گروه B از جمله B۶ (پیریدوکسین) و B۹ (فولات) است. تحقیقات اخیر نشان داده است که پوست موز حدود ۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین B۶ و ۱۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم فولات دارد. این ویتامین‌ها برای متابولیسم پروتئین، عملکرد عصبی و تشکیل گلبول‌های قرمز خون حیاتی هستند. ویتامین B۶ در بیش از ۱۰۰ واکنش آنزیمی در متابولیسم شرکت می‌کند، بنابراین برای حفظ سطح انرژی و سلامت کلی دام‌ها ضروری است (Sajid et al., ۲۰۲۴).

پوست انبه غنی از ویتامین A و ویتامین C است. مطالعات نشان داده‌اند که پوست انبه حاوی حدود ۱۰,۰۰۰ واحد بین‌المللی بر کیلوگرم ویتامین A به صورت کاروتنوئیدها، به ویژه بتا-کاروتن است. ویتامین A برای بینایی، عملکرد ایمنی و سلامت پوست ضروری است. پوست انبه همچنین مقدار قابل توجهی ویتامین C را فراهم می‌کند که به سنتز کلاژن و پشتیبانی از سیستم ایمنی کمک می‌کند. محتوای بالای ویتامین A در پوست انبه آن‌ها را به گزینه‌ای عالی برای بهبود کیفیت تغذیه خوراک دام، به ویژه برای تقویت سلامت پوست و بینایی در دام‌ها تبدیل می‌کند (Rather et al., ۲۰۲۳; Sajid et al., ۲۰۲۴).

پوست سیب به خاطر محتوای ویتامین C و برخی ویتامین‌های گروه B شناخته شده است. مطالعات نشان داده‌اند که پوست سیب می‌تواند تا ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین C و مقادیر مناسبی از ویتامین‌های گروه B مانند B۲ (ریبوفلاوین) و B۳ (نیاسین) را شامل شود. ویتامین C در پوست سیب از عملکرد ایمنی پشتیبانی می‌کند و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند، در حالی که ویتامین‌های گروه B نقش‌هایی در متابولیسم انرژی و حفظ سلامت پوست و پوشش دارند (Rahman et al., ۲۰۲۳).

پوست آناناس نیز دیگر پوست میوه‌ای است که از ویتامین‌ها به ویژه ویتامین C و چندین ویتامین گروه B غنی است. پوست آناناس حاوی تا ۱,۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ویتامین C است. ویتامین C در پوست آناناس به سیستم ایمنی کمک کرده و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند. علاوه بر این، پوست آناناس ویتامین B۶ و فولات را نیز فراهم می‌کند که برای فرآیندهای متابولیکی و عملکرد سلولی اهمیت دارند (Mala et al., ۲۰۲۴).

در مجموع، پوست میوه‌ها منبعی ارزشمند از ویتامین‌های ضروری، از جمله ویتامین‌های A، C و چندین ویتامین گروه B است. محتوای ویتامین در پوست میوه‌ها بسته به نوع میوه متفاوت است، به طوری که پوست مرکبات به ویژه غنی از ویتامین C است، در حالی که پوست انبه مقادیر قابل توجهی از ویتامین A فراهم می‌کند. گنجاندن پوست میوه‌ها در خوراک دام می‌تواند پروفایل تغذیه‌ای را با فراهم کردن این مواد مغذی حیاتی که از سلامت کلی، عملکرد ایمنی و فرآیندهای متابولیک حمایت می‌کنند، بهبود بخشد. استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان یک جزء خوراکی نه تنها به کاهش پسماند کمک می‌کند بلکه به بهبود تغذیه و سلامت دام‌ها نیز کمک شایانی می‌نماید.

محتوای فیبر در پوست میوه‌ها

پوست میوه‌ها یکی از غنی‌ترین منابع فیبر غذایی است که نقش مهمی در سلامت دستگاه گوارش دام‌ها ایفا می‌کند. محتوای فیبر در پوست میوه‌ها اغلب بیشتر از بافت داخلی میوه است، که آن‌ها را به جزئی ارزشمند در فرمولاسیون خوراک تبدیل می‌کند. فیبر غذایی در پوست میوه‌ها را می‌توان به فیبرهای محلول و نامحلول تقسیم کرد که هر یک مزایای مختلفی برای سلامتی دارند. فیبرهای محلول به تنظیم سطح قند خون و کلسترول کمک می‌کنند، در حالی که فیبرهای نامحلول با پیشگیری از یبوست و بهبود حرکت روده‌ها، به سلامت هضم کمک می‌کنند.

پوست مرکبات به ویژه غنی از فیبر است و محتوای کل فیبر غذایی آن معمولاً در محدوده ۵۰ تا ۶۰ درصد وزن خشک قرار دارد. فیبر موجود در پوست مرکبات عمدتاً شامل پکتین، یک فیبر محلول با ویژگی‌های ژل‌سازی است. پکتین نقش قابل توجهی در بهبود هضم و جذب مواد مغذی در دام‌ها ایفا می‌کند و همچنین به تنظیم سطح گلوکز خون کمک می‌کند. علاوه بر این، پوست مرکبات حاوی سلولز و همی‌سلولز است که انواعی از فیبرهای نامحلول هستند و به حفظ سلامت دستگاه گوارش از طریق ترویج حرکات منظم روده‌ها کمک می‌کنند (Sajid et al., ۲۰۲۴).

پوست موز نیز حاوی مقدار بالایی از فیبر غذایی است که حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن خشک آن را تشکیل می‌دهد. فیبر موجود در پوست موز شامل انواع محلول و نامحلول است، که نوع نامحلول آن بیشتر است. فیبرهای نامحلول مانند سلولز و لیگنین برای سلامت روده‌ها و بهبود هضم در دام‌ها ضروری هستند. حضور فیبر در پوست موز همچنین به کند کردن فرآیند هضم کمک می‌کند و موجب می‌شود دام‌ها برای مدت طولانی‌تری احساس سیری کنند که می‌تواند در مدیریت مصرف خوراک مفید باشد (Rabinovich et al., ۲۰۲۴).

پوست انبه حاوی حدود ۴۵ تا ۵۰ درصد فیبر غذایی است که بخش قابل توجهی از آن فیبر محلول، به ویژه پکتین است. فیبر موجود در پوست انبه نه تنها سلامت دستگاه گوارش را بهبود می‌بخشد بلکه پتانسیل افزایش جذب مواد مغذی را نیز دارد. فیبر در پوست انبه می‌تواند به اتصال اسیدهای صفراوی کمک کرده و بدین ترتیب سطح کلسترول در دام‌ها را کاهش دهد. محتوای بالای فیبر در پوست انبه آن‌ها را به افزونه‌ای عالی برای خوراک دام، به ویژه در مناطق با تولید انبه بالا، تبدیل می‌کند (Marsiglia-Fuentes et al., ۲۰۲۴).

پوست سیب نیز به خاطر محتوای بالای فیبر شناخته شده است که می‌تواند ۴۵ تا ۵۰ درصد وزن خشک آن‌ها را تشکیل دهد. فیبر در پوست سیب عمدتاً نامحلول است و شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین می‌باشد. فیبر پوست سیب سلامت دستگاه گوارش و رشد باکتری‌های مفید روده را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، فیبر پوست سیب می‌تواند به پیشگیری از اختلالات گوارشی با بهبود حرکت روده‌ها و کاهش خطر یبوست کمک کند (Nida et al., ۲۰۲۳; Rahmana Putra et al., ۲۰۲۴).

پوست آناناس حاوی حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد فیبر غذایی است که شامل هر دو نوع فیبر محلول و نامحلول است. فیبر نامحلول موجود در پوست آناناس، مانند سلولز و لیگنین، نقش اساسی در ترویج هضم سالم دارد. فیبر موجود در پوست آناناس همچنین به ایجاد احساس سیری کمک کرده و آن‌ها را به جزئی ارزشمند در فرمولاسیون خوراکی که برای مدیریت وزن دام طراحی شده است، تبدیل می‌کند. علاوه بر این، حضور فیبر در کنترل سطح قند خون کمک می‌کند که برای حفظ سلامت کلی دام‌ها ضروری است (Rabinovich et al., ۲۰۲۴).

در نتیجه، پوست میوه‌ها منبعی عالی از فیبر غذایی است که محتوای فیبر آن‌ها بسته به نوع میوه معمولاً در محدوده ۴۰ تا ۶۰ درصد وزن خشک آن‌ها قرار دارد. فیبر موجود در پوست میوه‌ها مزایای متعددی برای سلامت دام‌ها دارد؛ از جمله بهبود هضم، افزایش جذب مواد مغذی و تنظیم سطح قند خون و کلسترول. با گنجاندن پوست میوه‌ها در خوراک دام، تولیدکنندگان می‌توانند نه تنها ارزش تغذیه‌ای خوراک را افزایش دهند بلکه به کاهش پسماند و اجرای شیوه‌های کشاورزی پایدار نیز کمک کنند.

محتوای آنتی‌اکسیدان در پوست میوه‌ها

پوست میوه‌ها منبعی غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها است؛ ترکیباتی که به خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد مضر در بدن و کاهش استرس اکسیداتیو کمک می‌کنند. این فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای حفظ سلامت سلولی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن بسیار حیاتی است. محتوای آنتی‌اکسیدان در پوست میوه‌ها بسته به نوع میوه متفاوت است و مطالعات اخیر به مزایای قابل توجهی که این پوست‌ها می‌توانند در خوراک دام و تغذیه انسانی ارائه دهند، پرداخته‌اند.

پوست مرکبات به ویژه به خاطر محتوای بالای آنتی‌اکسیدان شناخته شده است، که عمدتاً به دلیل وجود فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها است. مطالعات اخیر نشان داده است که پوست مرکبات دارای سطوح بالای فلاونوئیدهایی مانند هسپریدین، نارینجین و گرسیتین است که به خاطر خواص قوی آنتی‌اکسیدانی‌شان شناخته شده‌اند. این ترکیبات به کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب در دام‌ها و نیز سلامت و طول عمر آن‌ها کمک می‌کنند. پوست مرکبات همچنین شامل کاروتنوئیدهایی مانند بتا-کرپتوکسانتین و لوتئین است که به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها کمک کرده و عملکرد ایمنی بدن را پشتیبانی می‌کند (Joseph Bassey et al., ۲۰۲۴).

پوست موز نیز منبع ارزشمندی از آنتی‌اکسیدان‌ها، از جمله پلی‌فنول‌ها و فلاونوئیدها است. مطالعات نشان داده‌اند که پوست موز حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات پلی‌فنولیک مانند کاتچین‌ها و اسید کافئیک است که به دلیل اثرات قوی آنتی‌اکسیدانی‌شان شناخته شده‌اند. این آنتی‌اکسیدان‌ها به مقابله با آسیب‌های اکسیداتیو کمک کرده و می‌توانند به بهبود سلامت دام‌ها کمک کنند. پوست موز همچنین حاوی دوپامین است؛ دوپامین ترکیبی با خواص آنتی‌اکسیدانی و

محافظة کننده عصبی است که می تواند سیستم عصبی و سلامت کلی دامها را بهبود بخشد (Joseph Bassey et al., ۲۰۲۴).

پوست انبه حاوی انواع مختلفی از آنتی اکسیدانها، از جمله پلی فنولها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها است. مطالعات اخیر به سطوح بالای منگیفرین، یک پلی فنول منحصر به فرد یافت شده در پوست انبه، اشاره کرده است که فعالیت های قوی آنتی اکسیدانی و ضد التهابی از خود نشان می دهد (Rather et al., ۲۰۲۳). علاوه بر این، پوست انبه حاوی گرسیتین و بتا- کاروتن است که به ظرفیت آنتی اکسیدانی آنها کمک کرده و مزایایی مانند بهبود عملکرد ایمنی و کاهش خطر بیماری های مزمن را ارائه می دهد. آنتی اکسیدان های موجود در پوست انبه می توانند به کاهش استرس اکسیداتیو و حمایت از سلامت کلی دامها کمک کنند (da Silva et al., ۲۰۲۳).

پوست سیب نیز منبع قابل توجهی از آنتی اکسیدانها، به ویژه پلی فنولها و فلاونوئیدها است. تحقیقات نشان می دهد که پوست سیب غنی از گرسیتین، اسید کلروژنیک و کاتچینها است که به خاطر توانایی شان در خنثی سازی رادیکال های آزاد و کاهش آسیب های اکسیداتیو شناخته شده اند. خواص آنتی اکسیدانی پوست سیب به بهبود سلامت قلبی-عروقی و افزایش عملکرد ایمنی در دامها کمک می کند. بنابراین، گنجاندن پوست سیب در خوراک دام می تواند مزایای بهداشتی همراه با کاهش استرس اکسیداتیو و ارتقای سلامت کلی فراهم را کند (Sugiharto, ۲۰۲۳).

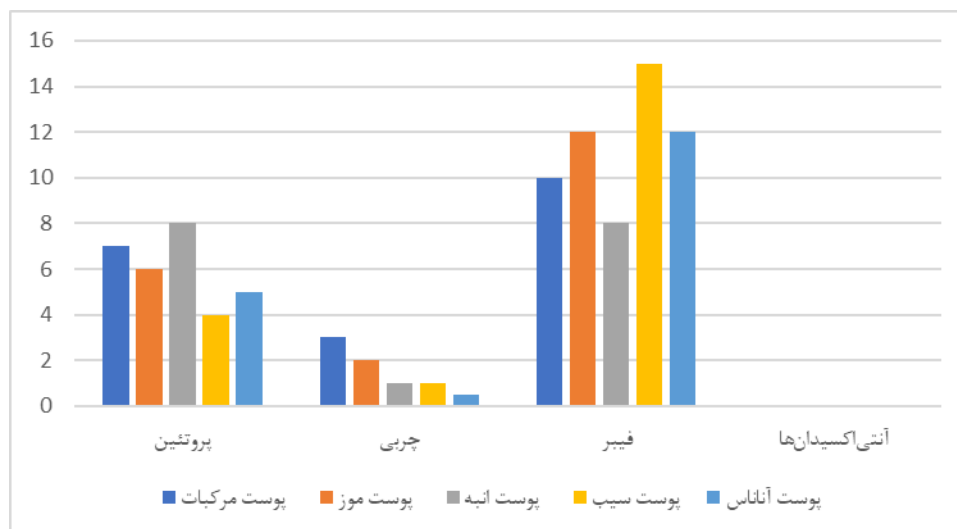
پوست آناناس نیز حاوی چندین ترکیب آنتی اکسیدانی از جمله بروملین، ویتامین C و اسیدهای فنولیک است. مطالعات نشان داده است بروملین، آنزیمی که در پوست آناناس یافت می شود، دارای خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی است که می تواند به کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود سلامت گوارش در دامها کمک کند. پوست آناناس همچنین حاوی مقادیر بالای ویتامین C و اسیدهای فنولیک مانند اسید فروس و اسید کافئیک است که به فعالیت آنتی اکسیدانی آنها کمک کرده و مزایایی مانند بهبود پاسخ ایمنی و کاهش التهاب را ارائه می دهد (Mala et al., ۲۰۲۴).

پوست میوه ها منبعی غنی از آنتی اکسیدانها، از جمله فلاونوئیدها، پلی فنولها، کاروتنوئیدها و اسیدهای فنولیک است. این ترکیبات به کاهش استرس اکسیداتیو، افزایش عملکرد ایمنی و حمایت از سلامت دامها کمک می کنند. محتوای آنتی اکسیدان در پوست میوه ها بسته به نوع میوه متفاوت است، به طوری که پوست مرکبات به ویژه غنی از فلاونوئیدها، پوست موز حاوی پلی فنولها و پوست انبه حاوی آنتی اکسیدان های منحصر به فردی مانند منگیفرین است. استفاده از پوست میوه ها به عنوان بخشی از خوراک دام علاوه بر ارتقای سلامت دام ها، می تواند به کشاورزی پایدارتر با کاهش پسماندها کمک کند (Abdelrahman et al., ۲۰۲۴).

با توجه به مطالب بیان شده در خصوص پروفایل غذایی پوست میوه ها، جدول ۱ و نمودار ۱ برای درک بیشتر کمیت محتوای مواد بررسی شده ارائه شده است. این جدول شامل اطلاعات مربوط به میزان فیبر، ویتامینها، آنتی اکسیدانها و محتوای پروتئین و چربی در انواع مختلف پوست میوه ها جهت درک بهتر ارزش غذایی هر نوع پوست میوه می باشد تا بتوان این اطلاعات را در تدوین جیره های غذایی دامها به کار برد.

جدول ۱- محتوای تقریبی مواد مغذی در پوست میوه ها

ماده مغذی (Nutrient)	پوست مرکبات	پوست موز	پوست انبه	پوست سیب	پوست آناناس
پروتئین	۷	۶	۸	۴	۵
چربی	۳	۲	۱	۱	۰/۵
فیبر	۱۰	۱۲	۸	۱۵	۱۲
آنتی اکسیدانها	بالا	متوسط	بالا	متوسط	کم



نمودار ۱ - محتوای تقریبی مواد مغذی در پوست میوه ها

کاهش هزینه های خوراک دام با استفاده از پوست میوه ها

۱. استفاده از منابع ارزان تر: پوست میوه ها به عنوان محصول جانبی فرآیند تولید مواد غذایی، به راحتی و با هزینه کم در دسترس است. کشاورزان می توانند از این منابع طبیعی به جای خرید خوراک های صنعتی و گران قیمت بهره ببرند. این روش به ویژه در مناطقی که قیمت خوراک دام بالاست، می تواند به کاهش هزینه های کلی تولید کمک کند. بر اساس مطالعات انجام شده، استفاده از ضایعات کشاورزی و میوه ها می تواند هزینه های خوراک دام را تا ۳۰ درصد کاهش دهد (Orrego et al., ۲۰۲۴).
۲. استفاده مجدد از منابع محلی: پوست میوه ها اغلب به عنوان ضایعات در مزارع و صنایع فرآوری مواد غذایی تولید می شوند. با استفاده از این ضایعات به عنوان خوراک دام، می توان از منابع موجود در محل استفاده کرد و هزینه های حمل و نقل و خرید خوراک را به حداقل رساند. همچنین، این روش می تواند به کاهش فشار روی منابع طبیعی و کاهش رد پای کربنی کمک کند (Orrego et al., ۲۰۲۴).
۳. بهبود بهره وری اقتصادی: برخی مطالعات نشان داده اند که استفاده از پوست میوه ها نه تنها هزینه های خوراک را کاهش می دهد بلکه می تواند باعث افزایش بازدهی دام ها نیز شود. به عنوان مثال، پوست پرتقال به دلیل دارا بودن مواد مغذی و فیبر بالا می تواند به بهبود عملکرد گوارشی دام ها کمک کرده و در نتیجه تولید شیر و گوشت را افزایش دهد (Orrego et al., ۲۰۲۴).
۴. کاهش ضایعات و درآمدزایی از ضایعات: با فرآوری و استفاده از ضایعات میوه به عنوان خوراک دام، می توان از ضایعاتی که ممکن است به روش های دیگر دفع شوند، ارزش اقتصادی تولید کرد. این فرآیند به کشاورزان کمک می کند تا درآمد بیشتری از محصولات خود کسب کرده و در عین حال، هزینه های خوراک دام را کاهش دهند (Rabinovich et al., ۲۰۲۴).

فرصت های شغلی ایجاد شده

استفاده از پوست میوه ها به عنوان خوراک دام نه تنها مزایای اقتصادی در کاهش هزینه های خوراک ارائه می دهد بلکه فرصت های قابل توجهی برای ایجاد شغل های جدید فراهم می آورد. فرآیند جمع آوری و استفاده از پوست میوه ها برای خوراک دام شامل مراحل مختلفی است که هر یک می تواند فرصت های شغلی جدیدی در بخش های مختلف ایجاد کند. در مرحله اول،

جمع‌آوری و دسته‌بندی پوست میوه‌ها از مزارع و کارخانه‌های فرآوری مواد غذایی نیاز به نیروی کار دارد که می‌تواند به ایجاد شغل در مراحل ابتدایی زنجیره تأمین کمک کند (Rahman et al., ۲۰۲۳).

علاوه بر این، فرآوری پوست میوه‌ها به خوراک دام قابل استفاده، نیازمند تجهیزات و تأسیسات خاصی است. این نیاز باعث ایجاد تقاضا برای کارگران ماهر جهت راه‌اندازی ماشین‌آلات، مدیریت خطوط تولید و اطمینان از کنترل کیفیت می‌شود و به این ترتیب فرصت‌های شغلی در بخش تولید ایجاد می‌کند. همچنین، فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای بهینه‌سازی محتوای تغذیه‌ای و تکنیک‌های فرآوری خوراک‌های مبتنی بر پوست میوه‌ها می‌تواند موجب ایجاد شغل برای دانشمندان و کارشناسان فنی در مؤسسات تحقیقاتی کشاورزی و صنعت شود (Clark, ۲۰۱۷).

علاوه بر این، تأسیس کسب‌وکارهای جدیدی که به تبدیل پوست میوه‌ها به خوراک دام می‌پردازند، به توسعه اقتصادی محلی کمک می‌کند. این کسب‌وکارها می‌توانند با ایجاد مشاغل در زمینه‌هایی مانند لجستیک، بازاریابی و توزیع و همچنین تشویق به کارآفرینی و نوآوری در بخش کشاورزی، اقتصاد منطقه‌ای را تحریک کنند. تأثیر کلی این روش شامل ایجاد مشاغل مستقیم و نیز مزایای غیرمستقیم از طریق اثر ضربی (اثر ضربی به افزایش چند برابری تولید و درآمد در اقتصاد ناشی از یک تغییر اولیه در هزینه‌ها یا سرمایه‌گذاری‌ها اشاره دارد). است که در آن افزایش هزینه‌های محلی و فعالیت‌های تجاری به رشد اقتصادی وسیع‌تر کمک می‌کند.

در نتیجه، ادغام پوست میوه‌ها در سیستم‌های خوراک دام پتانسیل ایجاد فرصت‌های شغلی متنوع از جمع‌آوری اولیه تا فرآوری پیشرفته و تحقیق و توسعه را دارد و به توسعه اقتصادی محلی و منطقه‌ای کمک می‌کند (Clark, ۲۰۱۷).

اثرات محیط‌زیستی استفاده از پوست میوه‌ها

کاهش پسماند کشاورزی

استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، تأثیرات مثبتی در کاهش پسماند کشاورزی دارد که به نوبه خود به کاهش مشکلات محیط زیستی کمک می‌کند. پوست میوه‌ها، که در مراحل مختلف تولید و مصرف به عنوان ضایعات محسوب می‌شود، سهم عمده‌ای از پسماندهای کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد. این ضایعات، که معمولاً حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از وزن میوه‌ها را تشکیل می‌دهند، در صورت عدم استفاده مناسب، به انباشت در محل‌های دفن پسماند منجر می‌شود. انباشت این ضایعات در دفن‌گاه‌ها به مشکلاتی از قبیل آلودگی خاک و آب، ایجاد بوی نامطبوع و همچنین نیاز به فضای زیاد برای دفن پسماندها منجر می‌شود (Pfukwa et al., ۲۰۲۰).

بهره‌برداری از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، به طور مستقیم موجب کاهش حجم پسماندهای کشاورزی می‌شود. این عمل، پوست میوه‌ها را از روند دفن پسماندها خارج کرده و به منبعی قابل استفاده تبدیل می‌کند. به علاوه، این فرآیند منجر به کاهش هزینه‌های مربوط به مدیریت پسماند و هزینه‌های مرتبط با دفن پسماندها می‌شود. بدین ترتیب، استفاده از پوست میوه‌ها به کاهش فشار بر زیرساخت‌های مدیریت پسماند و کاهش مشکلات محیط زیستی ناشی از انباشت پسماند کمک می‌کند (Soleimanzadeh et al., ۲۰۲۴).

یکی دیگر از مزایای محیط زیستی استفاده از پوست میوه‌ها، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای است. هنگامی که مواد آلی در محل‌های دفن پسماند تجزیه می‌شوند، تولید متان که یک گاز گلخانه‌ای قوی است، افزایش می‌یابد. با بهره‌برداری از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، این ضایعات از محل‌های دفن خارج شده و در شرایط کنترل‌شده‌تری تجزیه می‌شوند، که به کاهش تولید متان کمک کرده و اثرات منفی تغییرات اقلیمی را کاهش می‌دهد. استفاده از پوست میوه‌ها در خوراک دام به کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی و بهبود پایداری محیط زیستی کمک می‌کند.

در نهایت، استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، موجب کاهش نیاز به تولید و تأمین مواد غذایی جدید برای دام‌ها می‌شود. این اقدام به کاهش فشار بر منابع طبیعی برای تولید علوفه و خوراک دام کمک کرده و به حفظ منابع طبیعی و کاهش

اثرات محیطی مرتبط با کشاورزی و تولید مواد غذایی کمک می‌کند. بنابراین، استفاده بهینه از پوست میوه‌ها در دام‌پروری، به عنوان یک راهکار پایدار در کاهش پسماند و بهبود مدیریت منابع طبیعی مورد توجه قرار می‌گیرد (Diarra, ۲۰۱۸).

تأثیر بر چرخه مواد

استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام تأثیرات مهمی بر چرخه مواد مغذی در سیستم‌های کشاورزی دارد. پوست میوه‌ها به دلیل غنی بودن از مواد مغذی مانند فیبر، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند که می‌توانند به بهبود کیفیت خوراک دام کمک کنند. این مواد مغذی پس از مصرف توسط دام‌ها، به شکل کودهای آلی به خاک بازمی‌گردند و به چرخه مواد مغذی در خاک کمک می‌کنند. این فرآیند باعث می‌شود که مواد مغذی به‌طور موثری در اکوسیستم کشاورزی بازیافت شوند (El Barnossi et al., ۲۰۲۱).

مواد آلی موجود در کودهای دام، که از پوست میوه‌ها به دست می‌آید، به بهبود ویژگی‌های خاک از جمله ساختار خاک، ظرفیت نگهداری آب و فعالیت‌های میکروبی خاک کمک می‌کند. این بهبودها باعث افزایش حاصل‌خیزی و کیفیت خاک برای رشد محصولات کشاورزی می‌شود (El Barnossi et al., ۲۰۲۱). علاوه بر این، استفاده از پوست میوه‌ها در خوراک دام به کاهش نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی کمک می‌کند، که این امر به حفظ سلامت محیط زیست و کاهش آلودگی خاک و آب مرتبط با استفاده از کودهای شیمیایی کمک می‌کند.

استفاده از پوست میوه‌ها همچنین به عنوان خوراک دام به تقویت پایداری سیستم‌های کشاورزی کمک می‌کند. وقتی که پوست میوه‌ها به خوراک دام تبدیل می‌شود و سپس به خاک به عنوان کود بازمی‌گردد، مواد مغذی به‌طور مداوم در چرخه مواد مغذی کشاورزی بازیافت می‌شود و از این طریق به حفظ تعادل اکوسیستم کمک می‌کند. این عمل، چرخه مواد مغذی را در اکوسیستم‌های کشاورزی به‌طور مؤثری بهبود می‌بخشد و به توسعه پایدار کشاورزی کمک می‌کند (Soleimanzadeh et al., ۲۰۲۴).

در نهایت، استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام می‌تواند به افزایش بهره‌وری و پایداری سیستم‌های کشاورزی منجر شود. این شیوه به‌طور غیرمستقیم به بهبود کیفیت خاک، افزایش تولید محصولات کشاورزی و کاهش تأثیرات منفی محیط زیستی مرتبط با استفاده از منابع و مواد شیمیایی کمک می‌کند. این رویکرد پایدار نه تنها موجب بهبود چرخه مواد مغذی در خاک می‌شود، بلکه به حفظ منابع طبیعی و ارتقای کیفیت محیط زیست نیز کمک می‌کند (Fonseca et al., ۲۰۲۲).

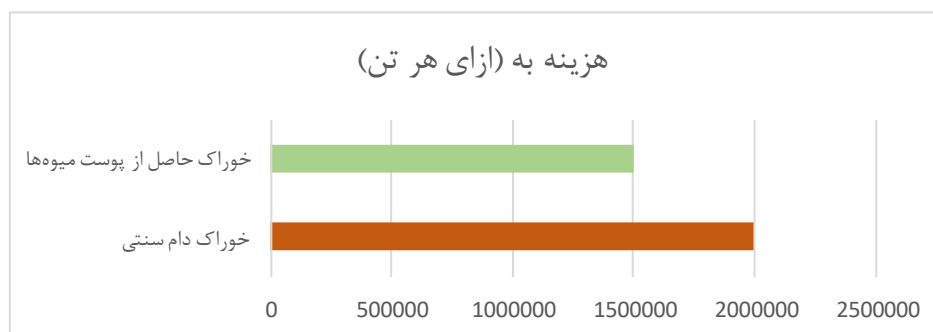
کاهش مصرف منابع

تولید خوراک دام به‌ویژه در مقیاس‌های بزرگ صنعتی نیازمند مصرف قابل توجهی از منابع آب، انرژی و زمین است. به عنوان مثال، تولید محصولاتی مانند سویا و ذرت که به عنوان خوراک اصلی دام‌ها استفاده می‌شوند، مقدار زیادی آب و انرژی مصرف می‌کند. این منابع طبیعی محدود هستند و استفاده مداوم و بیش از حد از آن‌ها به تخریب اکوسیستم‌ها و تغییرات اقلیمی منجر می‌شود (Fonseca et al., ۲۰۲۲).

با جایگزین کردن بخشی از این خوراک‌ها با پوست میوه‌ها، می‌توان به کاهش مصرف این منابع کمک کرد. پوست میوه‌ها به‌عنوان یک محصول جانبی صنایع غذایی و کشاورزی، بدون نیاز به منابع اضافی تولید می‌شوند. بنابراین، استفاده از آن‌ها در خوراک دام می‌تواند به بهبود بهره‌وری منابع کمک کرده و به کشاورزان و دامداران کمک کند تا هزینه‌های خود را کاهش دهند. این موضوع از منظر اقتصادی نیز دارای اهمیت است، زیرا هزینه‌های کمتر تولید خوراک دام می‌تواند به افزایش درآمد کشاورزان و پایداری اقتصادی آن‌ها کمک کند. در جدول ۲ مقایسه‌ای از هزینه خوراک دام سنتی و خوراک دام حاصل از پسماند پوست میوه ارائه شده است؛ همچنین نمودار ۲ مقایسه هزینه‌ها را به صورت کاملاً شفاف نشان می‌دهد.

جدول ۲ - مقایسه هزینه های خوراک دام سنتی با خوراک دام حاصل از پوست میوه ها

نوع خوراک	هزینه به ازای هر تن به تومان
خوراک دام سنتی	۲۰۰۰۰۰
خوراک حاصل از پوست میوه ها	۱۵۰۰۰۰



نمودار ۲ - مقایسه هزینه های خوراک دام سنتی با خوراک دام حاصل از پوست میوه ها

کاهش آلودگی و اثرات محیط زیستی صنایع کشاورزی

صنایع کشاورزی و غذایی یکی از بزرگترین تولیدکنندگان آلودگی های محیط زیستی هستند. دفع نادرست ضایعات، استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و آفت کش ها و انتشار گازهای گلخانه ای از جمله چالش های محیط زیستی این صنایع است. با بهره گیری از پوست میوه ها در خوراک دام، این صنایع می توانند از این پسماندها به صورت بهینه استفاده کنند و به کاهش آلودگی محیط زیست کمک کنند.

این رویکرد همچنین با مفهوم "اقتصاد چرخشی" همخوانی دارد، به طوری که منابع موجود در چرخه تولید بارها و بارها مورد استفاده قرار می گیرند. به جای استفاده از مواد اولیه جدید و تولید ضایعات بیشتر، استفاده از ضایعات به عنوان خوراک دام، از منابع موجود حداکثر استفاده را می کند و به کاهش اثرات محیط زیستی کمک می کند. این نوع مدیریت پایدار منابع نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می کند، بلکه به کاهش هزینه های تولید و مدیریت پسماند نیز منجر می شود (Rahman et al., ۲۰۲۳).

بنابراین استفاده از پوست میوه ها به عنوان خوراک دام، از طریق کاهش پسماندهای کشاورزی، بهبود چرخه مواد مغذی، کاهش مصرف منابع و کاهش آلودگی های محیط زیستی، اثرات مثبتی بر محیط زیست دارد. این روش راهکاری نوآورانه و پایدار برای مدیریت پسماندهای کشاورزی و غذایی است که می تواند به بهبود پایداری محیط زیستی و اقتصادی کمک کند (Aung et al., ۲۰۲۴).

در جدول ۳ تأثیر استفاده از پوست میوه ها به عنوان خوراک دام بر کاهش آلودگی هوا، آب و خاک ارائه شده است (Aung et al., ۲۰۲۴; Soleimanzadeh et al., ۲۰۲۲; Fonseca et al., ۲۰۱۷b; Clark, ۲۰۲۴).

جدول ۳ - کاهش میزان آلودگی پوست بعد از استفاده به عنوان خوراک دام

دسته بندی	قبل	بعد
کاهش پسماند کشاورزی (تن)	۱۰۰۰۰	۷۰۰۰

۳۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	کاهش آلودگی هوا (تن)
۴۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	کاهش مصرف آب (متر مکعب)
۷۰	۱۰۰	کاهش آلودگی خاک و آب (میلی گرم در لیتر یا کیلوگرم)

چالش‌ها و تهدیدهای مرتبط با استفاده از پوست میوه‌ها

استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، اگرچه با فرصت‌های بسیاری همراه است، اما با چالش‌ها و تهدیدهایی نیز مواجه است که باید به دقت مورد بررسی و مدیریت قرار گیرند. این چالش‌ها در زمینه‌های مختلفی همچون کیفیت تغذیه‌ای، مدیریت زنجیره تأمین، بهداشت و ایمنی دام و انسان و نیز مسائل اقتصادی و محیط زیستی بروز می‌کنند (Anyiam et al., ۲۰۲۳).

کیفیت تغذیه‌ای و تأثیرات بر سلامت دام‌ها

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها است. پوست میوه‌ها از نظر تغذیه‌ای با خوراک‌های سنتی دام‌ها متفاوت است و ممکن است تمامی نیازهای غذایی دام‌ها را برآورده نکند. به طور کلی، پوست میوه‌ها غنی از فیبر هستند، اما میزان پروتئین، انرژی و سایر مواد مغذی در آن‌ها نسبت به خوراک‌های سنتی مانند غلات و کنجاله کمتر است. این مسئله می‌تواند منجر به عدم تعادل در تغذیه دام‌ها و در نهایت کاهش عملکرد تولیدی آن‌ها مانند کاهش رشد، تولید شیر یا گوشت شود (Aung et al., ۲۰۲۴b).

همچنین، مصرف بیش از حد برخی پوست میوه‌ها ممکن است به مشکلات گوارشی در دام‌ها منجر شود. به عنوان مثال، پوست میوه‌هایی مانند پرتقال و لیمو، به دلیل داشتن اسیدهای آلی، ممکن است موجب تحریک دستگاه گوارش دام‌ها شود. بنابراین، لازم است استفاده از پوست میوه‌ها به صورت متعادل و با ترکیب مناسب با سایر مواد غذایی صورت گیرد تا سلامت دام‌ها حفظ شود (Anyiam et al., ۲۰۲۳; Gupta et al., ۲۰۲۳).

بهداشت و ایمنی غذایی

از دیگر چالش‌های مهم در استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، مسائل بهداشتی و ایمنی غذایی است. پوست میوه‌ها در مراحل مختلف برداشت، فرآوری و حمل و نقل ممکن است به آلاینده‌های مختلفی همچون آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا آلوده شوند. این آلاینده‌ها می‌توانند به طور مستقیم بر سلامت دام‌ها تأثیر بگذارند و از طریق محصولات دامی مانند شیر و گوشت به زنجیره غذایی انسان منتقل شوند (Riolo et al., ۲۰۲۴).

به همین دلیل، کنترل کیفیت و بهداشت پوست میوه‌ها قبل از استفاده در خوراک دام بسیار ضروری است. این امر نیازمند پایش دقیق میزان آلاینده‌ها و تضمین سلامت پوست میوه‌ها از نظر میکروبیولوژیکی است. استفاده از روش‌های مناسب برای شستشو، ضد عفونی و پردازش پوست میوه‌ها می‌تواند به کاهش خطرات بهداشتی و افزایش ایمنی غذایی کمک کند (Riolo et al., ۲۰۲۴).

نگهداری و حمل و نقل

پوست میوه‌ها به عنوان یک محصول جانبی کشاورزی، در معرض فسادپذیری بالایی قرار دارند. به دلیل محتوای آب زیاد و وجود مواد آلی قابل تجزیه، این مواد به سرعت در معرض فساد قرار می‌گیرند و ممکن است به محلی برای رشد باکتری‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا تبدیل شوند. بنابراین، مدیریت مناسب در نگهداری و حمل و نقل پوست میوه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد (Riolo et al., ۲۰۲۴).

یکی از روش‌های جلوگیری از فساد، استفاده از روش‌های فرآوری مانند خشک کردن، فریز کردن یا تخمیر پوست میوه‌ها است. این فرآیندها می‌توانند عمر مفید این محصولات را افزایش داده و حمل و نقل و ذخیره‌سازی آن‌ها را آسان‌تر کنند. با این حال،

انجام این فرآوری‌ها به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مناسب و دانش فنی نیاز دارد که ممکن است برای برخی کشاورزان یا تولیدکنندگان کوچک چالش‌برانگیز باشد (Dana & Sonia, 2024; Das et al., 2024; Rather et al., 2023).

مسائل اقتصادی

از جنبه اقتصادی، استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام ممکن است با چالش‌هایی همراه باشد. اگرچه این روش می‌تواند به کاهش هزینه‌های خوراک دام کمک کند، اما فرآوری، نگهداری و حمل‌ونقل این ضایعات نیز هزینه‌هایی را به همراه دارد. علاوه بر این، کشاورزان و تولیدکنندگان باید اطمینان حاصل کنند که این سرمایه‌گذاری‌ها مقرون به صرفه هستند و می‌توانند در بلندمدت بازدهی مناسبی داشته باشند (Orrego et al., 2024).

همچنین، در بازارهای رقابتی ممکن است مشکلاتی در تأمین پایدار پوست میوه‌ها به وجود آید. در فصل‌های خاصی که تولید میوه‌ها کم است، ممکن است تأمین این محصولات برای استفاده در خوراک دام به صورت منظم امکان‌پذیر نباشد. این موضوع می‌تواند تأثیر منفی بر تعادل عرضه و تقاضا داشته باشد و کشاورزان را مجبور به استفاده از منابع دیگر خوراکی کند که شاید هزینه‌های بالاتری داشته باشند (Orrego et al., 2024).

مسائل محیط زیستی

در حالی که استفاده از پوست میوه‌ها به کاهش پسماندهای کشاورزی و بهبود چرخه مواد مغذی کمک می‌کند، اگر این روش به درستی مدیریت نشود، می‌تواند چالش‌های محیط زیستی خاصی ایجاد کند. برای مثال، اگر پوست میوه‌ها به درستی پردازش یا نگهداری نشوند و به طور غیرقابل کنترل در محیط رها شوند، می‌توانند به منابع آلاینده در محیط تبدیل شوند و منجر به آلودگی آب‌ها و خاک شوند (Pfukwa et al., 2020).

علاوه بر این، حمل‌ونقل گسترده پوست میوه‌ها به مناطق دورافتاده یا در مقیاس‌های بزرگ ممکن است مصرف سوخت و تولید گازهای گلخانه‌ای را افزایش دهد. این موضوع می‌تواند اثرات منفی بر تغییرات اقلیمی داشته باشد و از دیدگاه محیط زیستی چالشی جدید ایجاد کند. برای مقابله با این چالش، باید سیستم‌های کارآمدی برای جمع‌آوری و حمل‌ونقل پایدار این محصولات ایجاد شود که حداقل اثرات محیط زیستی را داشته باشد (Clark, 2017).

به طور کلی، استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، اگرچه فرصت‌های اقتصادی و محیط زیستی زیادی به همراه دارد، اما نیازمند مدیریت دقیق و مواجهه با چالش‌های متعددی است. کیفیت تغذیه‌ای، مسائل بهداشتی، نگهداری و حمل‌ونقل، چالش‌های اقتصادی و همچنین اثرات محیط زیستی از جمله مواردی هستند که باید در این روش مدنظر قرار گیرند تا این فرآیند به یک راهکار پایدار و موثر در کشاورزی تبدیل شود.

راهبردهای مدیریتی برای بهینه‌سازی استفاده از پوست میوه‌ها در کشور جهت خورک دام

برای بهینه‌سازی استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام در ایران، لازم است راهبردهای مدیریتی جامع و کارآمدی تدوین و پیاده‌سازی شود. این راهبردها باید از مراحل اولیه تولید و جمع‌آوری پوست میوه‌ها تا فرآوری و توزیع به صورت جامع و منظم برنامه‌ریزی شود. در ادامه به برخی از مهم‌ترین راهبردهای مدیریتی برای بهینه‌سازی این فرآیند در کشور ایران اشاره می‌شود:

ایجاد زیرساخت‌های جمع‌آوری و فرآوری

برای استفاده بهینه از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، باید زیرساخت‌های مناسب برای جمع‌آوری و فرآوری این ضایعات ایجاد شود. ایجاد شبکه‌های جمع‌آوری محلی در مراکز تولید میوه، باغ‌ها و کارخانجات فرآوری میوه می‌تواند به جمع‌آوری منظم و کارآمد پوست میوه‌ها کمک کند. این شبکه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که از فساد و کاهش کیفیت پوست میوه‌ها جلوگیری کنند.

در کنار جمع‌آوری، ایجاد واحدهای فرآوری محلی نیز ضروری است. این واحدها می‌توانند پوست میوه‌ها را به روش‌های مختلفی مانند خشک کردن، خرد کردن یا تخمیر برای خوراک دام آماده‌سازی کنند. این فرآوری‌ها علاوه بر افزایش عمر مفید پوست میوه‌ها، به بهبود کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها نیز کمک می‌کنند. زنان خانه دار نیز با توجه به مصرف بالای میوه جات در خانه ها می‌توانند نقش بسزایی در تبدیل پوست میوه به یک منبع قابل استفاده در مقیاس کوچک داشته باشند.

ارتقای دانش و آموزش کشاورزان و دامداران

یکی از مهم‌ترین گام‌ها در بهینه‌سازی استفاده از پوست میوه‌ها، افزایش آگاهی و دانش کشاورزان و دامداران درباره مزایای این روش است. برنامه‌های آموزشی و ترویجی می‌توانند به کشاورزان و دامداران کمک کنند تا با روش‌های صحیح استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام آشنا شده و از اثرات مثبت آن در کاهش هزینه‌های تغذیه‌ای و افزایش بازدهی تولید بهره‌مند شوند.

این آموزش‌ها باید شامل نکات علمی درباره مقدار مناسب مصرف، روش‌های آماده‌سازی و پردازش پوست میوه‌ها و همچنین نکات بهداشتی برای جلوگیری از آلودگی‌ها و آسیب به سلامت دام‌ها باشند. همکاری دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با نهادهای دولتی و خصوصی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

ایجاد سیاست‌های حمایتی و تشویقی

دولت می‌تواند با ایجاد سیاست‌های حمایتی و تشویقی، کشاورزان و صنایع مرتبط را به استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام تشویق کند. این سیاست‌ها می‌تواند شامل اعطای یارانه‌ها برای ایجاد واحدهای فرآوری پوست میوه، تخفیف‌های مالیاتی برای کشاورزانی که از این روش استفاده می‌کنند و نیز ارائه تسهیلات بانکی با بهره کم برای توسعه زیرساخت‌های جمع‌آوری و فرآوری باشد.

همچنین، دولت می‌تواند با تدوین قوانین و مقررات مناسب، استفاده از پوست میوه‌ها را به عنوان خوراک دام در چارچوب استانداردهای بهداشتی و محیط زیستی نظارت و مدیریت کند. این قوانین می‌توانند به ایجاد یک بازار پایدار و مطمئن برای این محصولات کمک کنند.

تقویت همکاری‌های بین‌بخشی

برای بهینه‌سازی استفاده از پوست میوه‌ها، همکاری‌های گسترده بین بخش‌های مختلف دولتی و خصوصی ضروری است. وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، و سازمان حفاظت محیط زیست می‌توانند در توسعه و اجرای برنامه‌های مشترک برای جمع‌آوری و فرآوری پوست میوه‌ها همکاری کنند. در حال حاضر شهرداری تهران اقدام به جمع‌آوری خشکاله کرده و هزینه ای را بابت تفکیک به مردم پرداخت می‌کند.

همچنین، همکاری بین بخش‌های تحقیقاتی و دانشگاهی با صنایع غذایی و دامپروری می‌تواند به توسعه فناوری‌های جدید و نوآورانه برای استفاده بهتر از پوست میوه‌ها منجر شود. برگزاری کارگاه‌های آموزشی در سرای محله‌ها نیز می‌تواند زمینه‌ساز تبادل تجربه و دانش بین ذی‌نفعان مختلف باشد.

ارتقای فناوری‌های فرآوری و نگهداری

به کارگیری فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند فرآیندهای خشک کردن سریع، تخمیر کنترل‌شده و فرآوری‌های حرارتی می‌تواند به حفظ ارزش تغذیه‌ای و بهداشتی پوست میوه‌ها کمک کند.

همچنین، تحقیقات علمی در زمینه ترکیبات شیمیایی و تغذیه‌ای پوست میوه‌ها و تأثیر آن‌ها بر سلامت دام‌ها می‌تواند به بهبود روش‌های استفاده از این ضایعات و بهینه‌سازی خوراک دام‌ها کمک کند. بهینه‌سازی استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام در ایران نیازمند یک رویکرد چندجانبه و منسجم است که شامل ایجاد زیرساخت‌های مناسب، ارتقای دانش و آموزش، تدوین سیاست‌های حمایتی، تقویت همکاری‌های بین‌بخشی و ارتقای فناوری‌های فرآوری و نگهداری می‌شود. این راهبردها می‌توانند به افزایش کارایی و پایداری این روش در کاهش پسماندهای کشاورزی و بهبود تولیدات دامی در کشور کمک کنند.

روش های مورد استفاده برای تبدیل پوست میوه به خوراک دام

این فرآیند به روش های مختلفی انجام می شود که هر کدام بسته به نوع میوه و امکانات موجود، می توانند متفاوت باشند. در ادامه به بررسی برخی از مهم ترین روش هایی که برای تبدیل پوست میوه به خوراک دام استفاده می شود، پرداخته خواهد شد:

خشک کردن (Dehydration)

خشک کردن یکی از رایج ترین روش ها برای تبدیل پوست میوه به خوراک دام است. این روش با حذف رطوبت موجود در پوست میوه ها، مانع از فساد و تجزیه سریع آن ها می شود. پوست میوه های خشک شده به دلیل وزن کمتر و ماندگاری بیشتر، برای حمل و نگهداری مناسب تر هستند (Sena et al., ۲۰۱۵).

روش های خشک کردن:

- خشک کردن طبیعی (آفتاب): این روش سنتی معمولاً در مناطق گرم و خشک استفاده می شود. پوست میوه ها در مقابل نور خورشید پهن می شوند تا به تدریج خشک شوند. این روش کم هزینه است اما ممکن است به دلیل تغییر آب و هوا و آلودگی محیطی کیفیت محصول کاهش یابد (Sena et al., ۲۰۱۵).
- خشک کردن صنعتی: استفاده از دستگاه های خشک کن با هوای گرم کنترل شده، می تواند خشک کردن سریع تر و یکنواخت تری را فراهم کند. این روش در مقیاس صنعتی استفاده می شود و کیفیت بالاتری نسبت به خشک کردن طبیعی دارد (Sena et al., ۲۰۱۵).

تخمیر (Fermentation)

تخمیر یکی دیگر از روش های پر کاربرد در فرآوری پوست میوه ها است. در این روش، پوست میوه ها تحت تأثیر میکروارگانیسم هایی مانند باکتری ها و مخمرها قرار می گیرند تا فرآیند تخمیر صورت گیرد. این فرآیند باعث تولید ترکیبات جدید، کاهش فاکتورهای ضد تغذیه ای (Antinutritional factors) و افزایش ارزش تغذیه ای پوست میوه ها می شود (Anyiam et al., ۲۰۲۳; Tejada-Ortigoza et al., ۲۰۲۲). لازم به ذکر است که منظور از فاکتورهای ضد تغذیه ای ترکیبات طبیعی یا ساختگی هستند که در جذب مواد مغذی اختلال ایجاد می کنند.

مزایای تخمیر در افزایش هضم پذیری، افزایش محتوای پروتئین و کاهش فاکتورهای ضد تغذیه ای می باشد. تخمیر می تواند ساختار فیبرهای موجود در پوست میوه ها را تجزیه کرده و باعث بهبود هضم پذیری این مواد توسط دام ها شود. همچنین تخمیر می تواند با افزایش محتوای پروتئین و برخی ترکیبات مغذی، ارزش تغذیه ای پوست میوه ها را افزایش دهد. به علاوه برخی از ترکیبات ضد تغذیه ای موجود در پوست میوه ها مانند تانن ها و اسید فیتیک با فرآیند تخمیر کاهش می یابند (Anyiam et al., ۲۰۲۳).

پلت سازی (Pelletization)

پلت سازی یکی دیگر از روش های تبدیل پوست میوه به خوراک دام است که شامل فشردن پوست میوه ها به شکل پلت های کوچک یا گرانول های کوچک است. این روش باعث افزایش تراکم مواد و کاهش حجم آن ها می شود، که نگهداری و حمل و نقل آن ها را آسان تر می کند. پلت سازی همانند سایر روش های استفاده از پوست میوه مزایایی از جمله بهبود قابلیت مصرف به دلیل تمایل بیشتر دام برای مصرف، کاهش پسماند و افزایش ماندگاری را به دلیل کاهش تماس با هوا و تراکم بیشتر دارد (Prommachart et al., ۲۰۲۴).

استفاده از آنزیم ها (Enzymatic Treatment)

استفاده از آنزیم ها یکی از روش های نوین در فرآوری پوست میوه ها است که به بهبود کیفیت تغذیه ای و هضم پذیری آن ها کمک می کند. آنزیم ها می توانند به تجزیه سلولز، همی سلولز و لیگنین موجود در پوست میوه ها بپردازند و باعث افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی توسط دام ها شوند (da Silva et al., ۲۰۲۳).

مزایای استفاده از آنزیمها در افزایش ارزش تغذیه ای و کاهش عوامل ضد تغذیه ای پوست میوه می باشد. آنزیمها ساختارهای پیچیده را تجزیه کرده و باعث آزاد شدن ترکیبات مغذی می شوند که در رشد و سلامت دام تاثیر مثبت دارند. از طرفی دیگر نیز باعث کاهش تاننها و فیبرهای سخت می شوند (Das et al., ۲۰۲۴; Fanyin – Martin et al., ۲۰۲۳).

تکنولوژی های حرارتی (Thermal Processing)

فرآوری های حرارتی مانند بخاردهی یا پختن می توانند به بهبود هضم پذیری و از بین بردن عوامل ضدتغذیه ای در پوست میوهها کمک کنند. این تکنولوژی ها به ویژه در فرآوری پوست های سخت تر مانند نارگیل یا آناناس مؤثر هستند. از مزایای تکنولوژی های حرارتی می توان کاهش میکروبها و آلودگی ها و بهبود قابلیت مصرف را نام برد. پختن یا بخاردهی می تواند بافت پوست میوهها را نرم تر کرده و مصرف آنها را برای دامها آسان تر کند. انتخاب روش مناسب برای تبدیل پوست میوه به خوراک دام به عوامل متعددی از جمله نوع میوه، امکانات فرآوری و نیازهای تغذیه ای دامها بستگی دارد. هر یک از این روشها می تواند با توجه به شرایط خاص، به بهینه سازی استفاده از ضایعات کشاورزی و تأمین خوراک مناسب برای دامها کمک کند (Taharuddin et al., ۲۰۲۳).

پیشنهادهای و توصیه ها

ایجاد زیرساخت های فرآوری صنعتی

- تجهیزات مناسب: باید زیرساخت های مناسب برای جمع آوری، پردازش، و ذخیره سازی پوست میوهها ایجاد شود. کارخانه های فرآوری ضایعات کشاورزی باید به تجهیزات لازم برای خشک کردن، آسیاب کردن، و فرآوری این ضایعات مجهز شوند.
- شبکه توزیع: شبکه هایی برای جمع آوری پوست میوهها از باغداران و کارخانه های فرآوری میوه ایجاد شود تا این پسماندها به صورت متمرکز به کارخانه های تولید خوراک دام منتقل شوند.

پژوهش و توسعه فناوری های نوین

استفاده از فناوری های بیوتکنولوژیکی و آنزیمی برای بهبود قابلیت هضم و ارزش تغذیه ای پوست میوهها می تواند بسیار مؤثر باشد. همچنین جهت اطمینان از کیفیت خوراکی های تولید شده از پوست میوهها، باید سیستم های کنترل کیفی دقیق و موثری ایجاد شود.

تشویق سیاست های دولتی و حمایت های مالی

- حمایت مالی از کشاورزان و تولیدکنندگان: دولت می تواند با ارائه یارانه ها و تسهیلات مالی به کشاورزان و تولیدکنندگان خوراک دام، استفاده از پوست میوهها را تشویق کند. همچنین، تسهیل دسترسی به تجهیزات فرآوری و ایجاد سیاست های حمایتی برای توسعه این بخش اهمیت زیادی دارد.
- تدوین قوانین و مقررات مشوق: تدوین قوانین و مقرراتی که از استفاده از ضایعات کشاورزی به عنوان خوراک دام حمایت کند، می تواند مشوقی برای فعالان این حوزه باشد.
- افزایش آگاهی عمومی و بازاریابی
- تبلیغات و آگاهی رسانی: کمپین های آگاهی رسانی در مورد مزایای محیط زیستی و اقتصادی استفاده از پوست میوهها باید توسعه یابند تا کشاورزان و دامداران بیشتری ترغیب به استفاده از این روشها شوند.
- بازاریابی محصولات جدید: خوراک های دامی که از پوست میوهها تولید می شوند، باید به طور مناسب در بازار عرضه و به مشتریان معرفی شوند. این کار می تواند به تقویت زنجیره ارزش و ایجاد تقاضای بیشتر در بازار منجر شود.
- این پیشنهادات اجرایی می توانند به موفقیت بیشتر این روش کمک کنند و همزمان پایداری و بهره وری کشاورزی را افزایش دهند.

نتیجه گیری

استفاده از پسماند پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام، یکی از راهکارهای نوین و مؤثر در مدیریت ضایعات کشاورزی است که مزایای متعددی را به همراه دارد. از منظر ارزش غذایی، پوست میوه‌ها حاوی مقادیر قابل توجهی پروتئین، لیپید، فیبر، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که می‌توانند به عنوان مکمل غذایی در خوراک دام مورد استفاده قرار گیرند. این مواد علاوه بر تقویت رشد و سلامت دام‌ها، به کاهش هزینه‌های مربوط به خوراک دام نیز کمک می‌کنند. در بخش فرصت‌های اقتصادی، استفاده از این منابع می‌تواند به کاهش هزینه‌های خوراک دام و همچنین ایجاد فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف از جمله فرآوری و توزیع کمک کند. این امر در نهایت به تقویت اقتصاد محلی و ملی منجر خواهد شد. از دیدگاه محیط زیستی، استفاده از پوست میوه‌ها در خوراک دام نه تنها به کاهش پسماند کشاورزی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش آلودگی و حفظ منابع طبیعی نیز منجر شود. این راهکار به بهبود چرخه مواد و کاهش اثرات منفی ضایعات بر محیط زیست کمک می‌کند. با این حال، چالش‌ها و تهدیدهای مختلفی نیز در این مسیر وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به مشکلات ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل، و احتمال وجود سموم در پوست میوه‌ها اشاره کرد. برای رفع این مشکلات، نیاز به تکنولوژی‌های مناسب و مدیریت صحیح در این زمینه احساس می‌شود. در نهایت، با به کارگیری راهبردهای مدیریتی مناسب و ترویج استفاده از پوست میوه‌ها به عنوان خوراک دام در کشور ایران، می‌توان به توسعه پایدار کشاورزی، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری اقتصادی دست یافت. ایجاد زیرساخت‌های لازم و حمایت‌های دولتی از جمله عوامل کلیدی برای موفقیت این رویکرد خواهند بود.

منابع

- Abdelrahman, K. N., Abdel Ghany, A. G. A., Saber, R. A., Osman, A., Sitohy, B., & Sitohy, M. (2024). Anthocyanins from pomegranate peel (*Punica granatum*), chili pepper fruit (*Capsicum annum*), and bougainvillea flowers (*Bougainvillea spectabilis*) with multiple biofunctions: Antibacterial, antioxidant, and anticancer. *Heliyon*, 10(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32222>
- Anyiam, P. N., Nwuke, C. P., Uhwo, E. N., Ije, U. E., Salvador, E. M., Mahumbi, B. M., & Boyiako, B. H. (2023). Effect of fermentation time on nutritional, antinutritional factors and in-vitro protein digestibility of macrotermes nigeriensis-cassava mahewu. *Measurement: Food*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.meaf00.2023.100096>
- Aung, K. T., Win, K. S., Mu, K. S., Aung, M., & Kyawt, Y. Y. (2024a). A diet containing mango peel silage impacts upon feed intake, energy supply and growth performances of male dairy calves. *Animal - Open Space*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2024.100069>
- Aung, K. T., Win, K. S., Mu, K. S., Aung, M., & Kyawt, Y. Y. (2024b). A diet containing mango peel silage impacts upon feed intake, energy supply and growth performances of male dairy calves. *Animal - Open Space*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2024.100069>
- Bello, U., Amran, N. A., Hazwan Ruslan, M. S., Yáñez, E. H., Suparmaniam, U., Adamu, H., Abba, S. I., Tafida, U. I., & Mahmoud, A. A. (2024). Enhancing oxidative stability of biodiesel using fruit peel

waste extracts blend: Comparison of predictive modelling via RSM and ANN techniques. *Results in Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101853>

Bello, U., Amran, N. A., & Ruslan, M. S. H. (2023). Improving antioxidant scavenging effect of fruit peel waste extracts and their applicability in biodiesel stability enhancement. *Journal of Saudi Chemical Society*, 27(4). <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2023.101653>

Clark, J. H. (2017). From waste to wealth using green chemistry: The way to long term stability. In *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* (Vol. 8, pp. 10–13). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2017.07.008>

Coffey, D., Dawson, K., Ferket, P., & Connolly, A. (2016). Review of the feed industry from a historical perspective and implications for its future. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 4. <https://doi.org/10.1017/jan.2015.11>

da Silva, A. F. V., Santos, L. A. dos, de Melo, A. H. F., Jucá, J. F. T., Santos, A. F. de M. S., & Porto, T. S. (2023). Use of Cellulase Obtained from Solid-State Fermentation of Orange and Passion Fruit Peels as an Enzymatic Pre-treatment Step for Anaerobic Digestion. *Bioenergy Research*. <https://doi.org/10.1007/s12155-023-10691-7>

Dana, H., & Sonia, A. (2024). Physicochemical Properties of Apple Purees and Peel Extract for Potential Use in Pastry Products. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/app14052011>

Das, S. C., Khan, O., Khadem, A. H., Rahman, M. A., Bedoura, S., Uddin, M. A., & Islam, M. S. (2024). Evaluating the biocatalytic potential of fruit peel-derived eco-enzymes for sustainable textile wastewater treatment. *Results in Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101898>

Diarra, S. S. (2018). Peel meals as feed ingredients in poultry diets: Chemical composition, dietary recommendations and prospects. In *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (Vol. 102, Issue 5, pp. 1284–1295). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/jpn.12954>

El Barnossi, A., Moussaid, F., & Iraqi Housseini, A. (2021). Tangerine, banana and pomegranate peels valorisation for sustainable environment: A review. In *Biotechnology Reports* (Vol. 29). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00574>

Fanyin – Martin, A., Asiedu, N. Y., Ami, J., Acheampong, N. A., & Mensah, M. (2023). Modeling and optimization of reducing sugar concentration of SternEnzym hydrolyzed fruit peels via response surface methodology. *Scientific African*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01741>

Fonseca, A. M. A., Geraldi, M. V., Junior, M. R. M., Silvestre, A. J. D., & Rocha, S. M. (2022). Purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*): A comprehensive review on the nutritional value, phytochemical profile and associated health effects. In *Food Research International* (Vol. 160). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111665>

Ghosh, P. R., Fawcett, D., Sharma, S. B., & Poinern, G. E. J. (2016). Progress towards Sustainable Utilisation and Management of Food Wastes in the Global Economy. In *International Journal of Food Science* (Vol. 2016). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2016/3563478>

Gupta, E., Mishra, P., Mishra, N., Singh, P., & Sheikh, A. (2023). Topic: Utilization of fruit peel for the development of functional fruit peel bar. *Food Chemistry Advances*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100310>

Joseph Bassey, E., Cheng, J. H., & Sun, D. W. (2024). Comparative elucidation of bioactive and antioxidant properties of red dragon fruit peel as affected by electromagnetic and conventional drying approaches. *Food Chemistry*, 439. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138118>

Kotsou, K., Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2024). Exploiting Agri-Food Waste as Feed for *Tenebrio molitor* Larvae Rearing: A Review. In *Foods* (Vol. 13, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/foods13071027>

Magama, P., Chiyanzu, I., & Mulopo, J. (2022). A systematic review of sustainable fruit and vegetable waste recycling alternatives and possibilities for anaerobic biorefinery. In *Bioresource Technology Reports* (Vol. 18). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101031>

Mala, T., Piayura, S., & Itthivadhanapong, P. (2024). Characterization of dried pineapple (*Ananas comosus* L.) peel powder and its application as a novel functional food ingredient in cracker product. *Future Foods*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100322>

Marsiglia-Fuentes, R., Franco, J. M., & García-Zapateiro, L. A. (2024). Mango (*Mangifera indica*) seeds and peel-derived hydrocolloids: Gelling ability and emulsion stabilization. *Food and Bioprocesses Processing*, 147, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.05.020>

Nida, S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2023). Converting fruit waste to 3D printed food package casings: The case of banana peel. *Circular Economy*, 2(1). <https://doi.org/10.1016/j.cec.2022.100023>

Orrego, D., Olivares-Tenorio, M. L., Hoyos, L. V., Alvarez-Vasco, C., Klotz-Ceberio, B., & Caicedo, N. (2024). Towards a sustainable circular bioprocess: Pectic oligosaccharides (POS) enzymatic production using passion fruit peels. *LWT*, 207. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116681>

Pfukwa, T. M., Chikwanha, O. C., Katiyatiya, C. L. F., Fawole, O. A., Manley, M., & Mapiye, C. (2020). Southern African indigenous fruits and their byproducts: Prospects as food antioxidants. In *Journal of Functional Foods* (Vol. 75). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104220>

Prommachart, R., Phupaboon, S., Matra, M., Totakul, P., & Wanapat, M. (2024). Interaction of a source rich in phytonutrients (fruits peel pellets) and polyunsaturated oil (Tung oil) on in vitro ruminal fermentation, methane production, and nutrient digestibility. *Heliyon*, 10(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32885>

Rabinovich, V. A., Linnenberg, C., Theilen, U., & Weigand, H. (2024). Biogas Production Potential of Mixed Banana and Pineapple Waste as Assessed by Long-Term Laboratory-Scale Anaerobic Digestion. *Fermentation*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/fermentation10050261>

Rahman, M. S., Khan, S. S., Ahmed, M. W., Jony, M. E., Das, P. C., & Uddin, M. B. (2023). Extraction of pectin from Elephant Apple and Pomelo fruit peels: Valorization of fruit waste towards circular economy. *Food Chemistry Advances*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100544>

Rahmana Putra, N., Nur Rizkiyah, D., Nurfaiz Mohd Faizal, A., & Hazim Abdul Aziz, A. (2024). Mini review of unlocking the hidden potential for valorization of dragon fruit peels through green extraction methods. *Waste Management Bulletin*, 2(2), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.03.003>

Rather, J. A., Akhter, N., Ayaz, Q., Mir, S. A., Singh, A., Goksen, G., Majid, D., Makroo, H. A., & Dar, B. N. (2023). Fruit Peel Valorization, Phytochemical Profile, Biological Activity, and Applications in Food and Packaging Industries: Comprehensive Review. *Current Food Science and Technology Reports*, 1(2), 63–79. <https://doi.org/10.1007/s43555-023-00007-3>

Riolo, M., Villena, A. M., Calpe, J., Luz, C., Meca, G., Tuccitto, N., & Cacciola, S. O. (2024). A circular economy approach: A new formulation based on a lemon peel medium activated with lactobacilli for sustainable control of post-harvest fungal rots in fresh citrus fruit. *Biological Control*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105443>

Sajid, R., Abbas, Z., Nazir, M., Saleem, M., Riaz, N., Tousif, M. I., Tauseef, S., Zengin, G., Uba, A. I., Hussain, A. I., Ali, M. S., Hashem, A., Almutairi, K. F., Avila-Quezada, G. D., & Abd_Allah, E. F. (2024). Valorization of hydro-distillate of fruit peels of Citrus paradisi macfad. Cultivar. Foster: Chemical profiling, antioxidant evaluation and in vitro and in silico enzyme inhibition studies. *Heliyon*, 10(17). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36226>

Saleem, M., & Saeed, M. T. (2020). Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 805–810. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.02.013>

Sena, J. A. B., Villela, S. D. J., Santos, R. A., Pereira, I. G., Castro, G. H. F., Mourthé, M. H. F., Bonfá, C. S., & Martins, P. G. M. A. (2015). Intake, digestibility, performance, and carcass traits of rams provided with dehydrated passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel, as a substitute of Tifton 85 (*Cynodon* spp.). *Small Ruminant Research*, 129, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.05.005>

Singh, S., Singh, J., Kandoria, A., Quadar, J., Bhat, S. A., Chowdhary, A. B., & Vig, A. P. (2020). Bioconversion of different organic waste into fortified vermicompost with the help of earthworm: A comprehensive review. In *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* (Vol. 9, Issue 4, pp. 423–439). Islamic Azad University. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2020.1893367.1037>

Soleimanzadeh, A., Mizani, S., Mirzaei, G., Bavarsad, E. T., Farhoodi, M., Esfandiari, Z., & Rostami, M. (2024). Recent advances in characterizing the physical and functional properties of active packaging films containing pomegranate peel. In *Food Chemistry: X* (Vol. 22). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101416>

Sugiharto, S. (2023). The effect of using fruit peel on broiler growth and health. In *Veterinary World* (Vol. 16, Issue 5, pp. 987–1000). Veterinary World. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.987-1000>

Taharuddin, N. H., Jumaidin, R., Mansor, M. R., Yusof, F. A. M., & Alamjuri, R. H. (2023). Characterization of Potential Cellulose from *Hylocereus Polyrhizus* (Dragon Fruit) peel: A Study on Physicochemical and Thermal Properties. *Journal of Renewable Materials*, 11(1), 131–145. <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.021528>

Tejada-Ortigoza, V., Garcia-Amezquita, L. E., Campanella, O. H., Hamaker, B. R., & Welte-Chanes, J. (2022). Extrusion effect on in vitro fecal fermentation of fruit peels used as dietary fiber sources. *LWT*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112569>

The Evaluation of Opportunities and Challenges in Using Fruit Peel Waste as Animal Feed

Fatemeh Momemiha

**Center for Solid Waste Research (CSWR),
Institute for Environmental Research, Tehran
University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

Mohammad Hasanzadeh¹

**Department of Environmental Health
Engineering ,School of Public Health and
Safety, Shahid Beheshti University of Medical
Sciences, Tehran, Iran**

Abstract

Food security and agricultural waste management are among the critical challenges facing the world today. Utilizing fruit peel waste as animal feed presents an innovative economic and environmental solution that can help reduce agricultural waste and improve food security. This paper evaluates the opportunities and challenges of using fruit peels as animal feed. The economic potentials, including cost reduction in animal feed and the creation of new job opportunities, are examined, alongside the environmental impacts, such as waste reduction and positive effects on material cycles. Moreover, the challenges associated with using fruit peels in animal feed, including processing difficulties, nutritional limitations, and health concerns, are addressed. Finally, executive recommendations are provided for optimizing the use of this waste in Iran, with an emphasis on comprehensive and sustainable resource management. The results of this study indicate that utilizing fruit peel waste can be an effective strategy in waste management and contribute to the sustainable development of agriculture.

Keywords: Fruit peel, Waste, Animal feed, Agriculture, Environment

1-Corresponding Author