

وابستگی وارداتی، روند واردات و ضرورت فناوریهای نوین

ایران یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان روغن‌های گیاهی خام در منطقه است. نیاز سالانه کشور به روغن خوراکی حدود ۱.۵ تا ۱.۸ میلیون تن برآورد می‌شود، در حالی که بخش زیادی از این نیاز از طریق واردات تأمین می‌گردد. تقریباً ۸۵ تا ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور به شکل روغن خام یا دانه‌های روغنی وارد می‌شود و تنها بخش اندکی از خوراک مورد نیاز از تولید داخلی تأمین می‌گردد. در سال‌های اخیر نیز روند واردات نشان می‌دهد که این وابستگی همچنان پابرجاست. برای مثال، در سال ۲۰۱۹ ایران بیش از ۸۰۰ هزار تن روغن خام تنها در ۷ ماه نخست سال وارد کرده و این میزان حدود ۸۵ درصد از نیاز کشور را پوشش داده است. همچنین در نیمه اول سال ۲۰۲۳، مجموع واردات روغن‌های خوراکی به حدود ۹۶۴ هزار تن رسید که سهم قابل توجهی از آن به صورت روغن خام بوده است (جهادکشاورزی، ۱۴۰۲). این حجم واردات موجب می‌شود که نرخ وابستگی ارزی صنعت روغن بالا باشد و نوسانات ارز، هزینه تأمین مواد اولیه و نگرانی‌های سیاسی و تجاری تأثیر مستقیم بر قیمت و عرضه روغن در بازار داخلی داشته باشند. بدین ترتیب، افزایش ظرفیت تولید داخلی به تنهایی نمی‌تواند مشکل اصلی را حل کند، اگرچه افزایش سطح زیرکشت دانه‌های روغنی نیز برای کاهش وابستگی در بلندمدت ضروری است. در چنین شرایطی، کسب بیشترین بهره از هر تن روغن وارداتی اهمیت اقتصادی زیادی پیدا می‌کند. کاهش تلفات فرآیندی، افزایش راندمان استحصال و بهبود کیفیت محصول نهایی می‌تواند به‌طور مستقیم باعث کاهش هزینه‌های تولید و صرفه‌جویی ارزی شود (Azizi and Karimi, 2023). فناوری‌های نوین در فرآوری، مانند دگامینگ آنزیمی، پالایش فیزیکی و سیستم‌های هوشمند کنترل کیفیت نه صرفاً به عنوان ابزارهای فناورانه، بلکه به عنوان راهکارهای اقتصادی برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بازدهی مطرح هستند. به‌عنوان مثال، روش‌های سنتی خنثی‌سازی با قلیا و پالایش می‌تواند باعث از بین رفتن درصدی از روغن خنثی شود؛ در مقابل، استفاده از دگامینگ آنزیمی می‌تواند این تلفات را کاهش دهد و بازده استحصال را افزایش دهد. این تفاوت در راندمان حتی اگر فقط ۱ تا ۲ درصد باشد، در مقیاس واردات سالانه کشور به معنای صرفه‌جویی ده‌ها میلیون دلاری است. علاوه بر این، تجهیز خطوط تولید به پایش‌های آنلاین کیفیت و کنترل پارامترهای فرآیند باعث می‌شود که وابستگی به آزمون‌های دوره‌ای و افت کیفیت محصول کاهش یابد و توان کارخانه‌ها در تولید محصول یکنواخت و با کیفیت بالاتر افزایش یابد. در نهایت، برای ایران در وضعیت فعلی، افزایش ظرفیت تولید و کاهش وابستگی به واردات باید با بهبود فناوری فرآوری همراه شود. این ترکیب باعث می‌شود صنعت روغن:

- هزینه‌های واردات را کاهش دهد
- از نوسانات قیمت جهانی کمتر آسیب ببیند
- کیفیت محصول نهایی را بالا ببرد
- و در بلندمدت سهم بیشتری از بازار داخلی و منطقه‌ای به دست آورد (Nde and Foncha 2020).

امروزه تمرکز اصلی صنعت بر سه محور است:

- ۱- افزایش کیفیت تغذیه‌ای
- ۲- کاهش ضایعات
- ۳- بهینه‌سازی مصرف انرژی.

تحول در مرحله استخراج: از حلال‌های نفتی تا فناوری‌های پاک

در روش‌های سنتی، استخراج روغن غالباً با حلال‌هایی مانند هگزان انجام می‌شود. اگرچه این روش بازده بالایی دارد، اما نگرانی‌هایی درباره باقی‌ماندن حلال و اثرات زیست‌محیطی وجود دارد. یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌ها در این زمینه، استخراج با CO_2 فوق‌بحرانی است. در این روش، دی‌اکسیدکربن تحت فشار بالا به حالتی می‌رسد که هم‌زمان ویژگی گاز و مایع را دارد. در این وضعیت، CO_2 می‌تواند به بافت دانه نفوذ کرده و روغن

را بدون تخریب حرارتی استخراج کند. مزیت اصلی این روش، حفظ ترکیبات ارزشمند مانند ویتامین E و فیتواسترول‌هاست. با این حال، هزینه سرمایه‌گذاری بالا باعث شده استفاده از آن بیشتر در تولید روغن‌های با ارزش افزوده بالا رواج داشته باشد. در کنار آن، بهبود فناوری پرس سرد با کنترل دقیق دما نیز باعث شده روغن‌های بکر با کیفیت بالاتر و پایداری اکسیداتیو بیشتر تولید شوند.

نوآوری در پالایش: کاهش مواد شیمیایی و حفظ ترکیبات مفید

روغن خام حاوی فسفولیپیدها، اسیدهای چرب آزاد و رنگدانه‌هایی است که باید حذف شوند. در گذشته، این کار عمدتاً با روش‌های شیمیایی انجام می‌شد که موجب اتلاف بخشی از روغن و تولید پساب صنعتی می‌گردید.

۱. دگامینگ آنزیمی

در این روش از آنزیم‌هایی استفاده می‌شود که ساختار فسفولیپیدها را تجزیه کرده و جداسازی آن‌ها را آسان‌تر می‌کنند. این فناوری باعث:

- افزایش راندمان استحصال
- کاهش مصرف اسید
- کاهش ضایعات روغن

می‌شود. در واحدهای بزرگ صنعتی، حتی یک درصد افزایش بازده می‌تواند از نظر اقتصادی بسیار قابل توجه باشد.

۲. پالایش فیزیکی

در این فناوری، اسیدهای چرب آزاد با استفاده از تقطیر در خلأ و بخاردهی جدا می‌شوند، بدون آنکه نیاز به خنثی‌سازی قلبایی گسترده باشد. نتیجه این فرآیند، کاهش تولید صابون و پساب و همچنین حفظ بیشتر ترکیبات مفید است.

۳. مهندسی ساختار روغن: جایگزینی چربی‌های ترانس

یکی از مهم‌ترین تحولات صنعت روغن، حذف چربی‌های ترانس از زنجیره تولید بوده است. در گذشته برای سفت کردن روغن‌ها از هیدروژناسیون استفاده می‌شد که منجر به تولید اسیدهای چرب ترانس می‌گردید. امروزه فناوری اینتراستریفیکاسیون آنزیمی این مشکل را برطرف کرده است. در این روش، بدون تغییر میزان اشباع، جایگاه اسیدهای چرب در مولکول تری‌گلیسرید بازاریابی می‌شود و محصولی با نقطه ذوب مناسب و بدون چربی ترانس تولید می‌گردد. این فناوری در تولید مارگارین و چربی‌های قنادی اهمیت ویژه‌ای دارد.

۴. ورود صنعت روغن به عصر دیجیتال

کارخانه‌های مدرن امروزه از حسگرهای پیشرفته برای پایش لحظه‌ای کیفیت استفاده می‌کنند. اندازه‌گیری آنلاین شاخص پراکسید، اسید چرب آزاد و رطوبت باعث می‌شود کنترل کیفیت از حالت واکنشی به حالت پیش‌بینانه تبدیل شود. این تحول نه تنها کیفیت محصول را یکنواخت‌تر می‌کند، بلکه هزینه‌های تولید و برگشت محصول را نیز کاهش می‌دهد (Nde and Foncha 2020).

جمع‌بندی و چشم‌انداز

صنعت فرآوری روغن‌های گیاهی در حال حرکت از روش‌های سنتی مبتنی بر مواد شیمیایی و انرژی بالا، به سمت فناوری‌های هوشمند، آنزیمی و کم‌مصرف است. برای کشورهایی که با محدودیت منابع انرژی و وابستگی وارداتی روبه‌رو هستند، سرمایه‌گذاری در فناوری‌هایی مانند دگامینگ آنزیمی، پالایش فیزیکی پیشرفته و بهینه‌سازی سیستم‌های کنترل فرآیند می‌تواند گامی مؤثر در افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری باشد. آینده این صنعت نه فقط در استخراج بیشتر، بلکه در استخراج هوشمندانه‌تر و پایدارتر تعریف می‌شود.

منابع

۱. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۴۰۲. *ترازنامه محصولات کشاورزی و وضعیت دانه‌های روغنی در ایران*. تهران: معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی.
2. **Aziz, N. H., & Mousa, M. A.** 2017. *Comparative study on oil yield and quality from different oilseed crops*. *Journal of Food Engineering*, 210, 14-22
3. **Azizi, H., & Karimi, M.** 2023. *Factors influencing edible oil imports in Iran: An econometric analysis*. *Journal of Economic Policies in Agriculture*, 12(3), 45-62.
4. **Nde, D. B., & Foncha, A. C.** 2020. *Optimisation methods for the extraction of vegetable oils: A review*. *Processes*, 8(2), 209.