

توسعه فرآیند یک انقلاب پایدار می‌خواهد

• دکتر ابراهیم اسکندری

دنیایی را تصور کنید که هیچ چیز در آن به هدر نمی‌رود. منابع مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرند، انرژی صرفه‌جویی می‌شود و زباله‌ها به نهاده‌هایی ارزشمند بدل می‌شوند. این چشم‌انداز یک اقتصاد چرخشی است، مدلی دگرگون‌کننده که رویکرد سنتی «بگیر، بساز، دور ریختن» فرآیندهای صنعتی را به چالش می‌کشد. این مدل دگرگون‌کننده فقط مربوط به مسئولیت زیست‌محیطی نیست. این در مورد باز کردن یک قلمرو جدید از فرصت‌های اقتصادی و شیوه‌های نوآورانه است که طول عمر و پایداری در مراقبت‌های بهداشتی را تضمین می‌کند.

اما دقیقاً اقتصاد چرخشی چیست و چگونه با انتظارات نظارتی هماهنگ می‌شود؟ مهم‌تر از همه، چگونه تولیدکنندگان در صنعت دارو می‌توانند آن را در فرآیندهای خود ادغام کنند؟ بیایید کاوش را آغاز کنیم.

اقتصاد چرخشی چیست؟

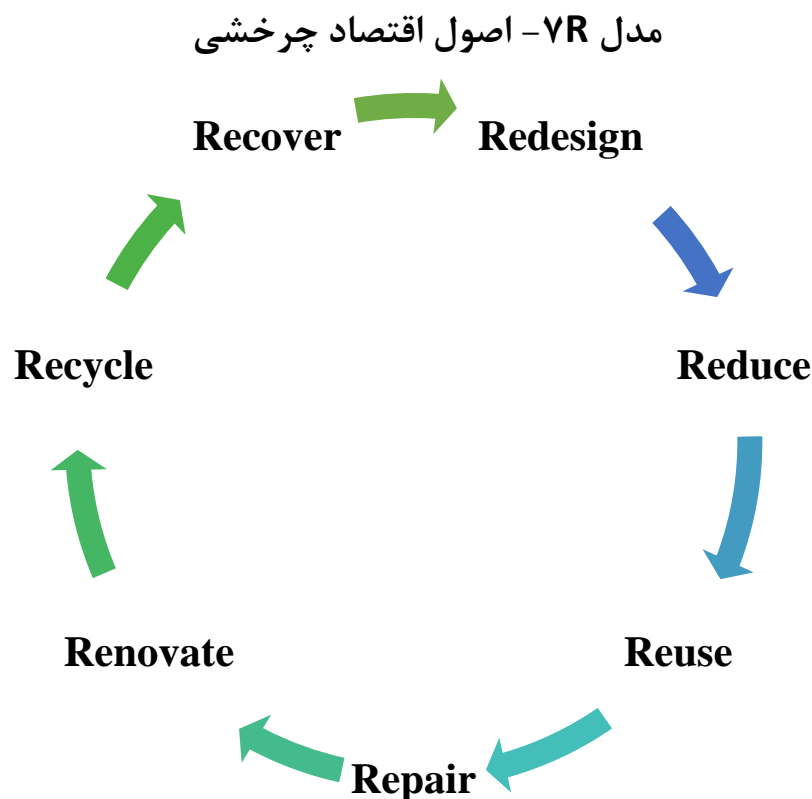
اقتصاد چرخشی حول محور به حداقل رساندن ضایعات و به حداکثر رساندن بهره‌وری منابع با استفاده از مواد تا حد ممکن، می‌چرخد. برخلاف مدل‌های خطی که منابعی محدود را مصرف، و ضایعات تولید می‌کنند، سیستم‌های چرخشی بر روی موارد زیر تمرکز دارند:

کاهش مصرف مواد اولیه، استفاده مجدد از محصولات جانبی یا حلال‌ها، بازیافت پسماندها به نهاده‌های ارزشمند

در جهانی که برای پایداری تلاش می‌کند، صنعت داروسازی در نقطه‌ای بسیار مهم قرار دارد، در کنار کارکرد اولیه ایجاد رفاه از نظر سلامت و کیفیت زندگی، ذی‌نفعان به‌طور همزمان از صنعت داروسازی می‌خواهند که به‌طرزی فزاینده از نیاز به پیگیری توسعه پایدار آگاه باشد. یکی از مشکلات عمده این صنعت تولید پسماند و پساب است. با توجه به تقاضای جهانی بالاتر برای محصولات دارویی و زنجیره‌های تامین پیچیده در سراسر جهان، پسماندهای دارویی به‌طور مداوم در حال افزایش است. این تولید عظیم پسماندها نتیجه مفهوم سنتی اقتصاد خطی است. این مفهوم نه تنها باعث ایجاد پسماند می‌شود، بلکه ناپایدار است.

برای پایدارتر شدن، صنعت داروسازی باید به سمت مفاهیم اقتصاد چرخشی حرکت کند. در صنعت داروسازی، به‌ویژه در توسعه فرآیند ماده اولیه دارویی، پذیرش اصول اقتصاد چرخشی فقط یک هدف پایداری نیست، بلکه یک الزام تجاری است.

در صنعت داروسازی، مدل اقتصاد چرخشی را می‌توان در مراحل مختلف تولید، توزیع، مصرف و امحای دارو به کار برد. این مدل بر طراحی حذف کردن پساب‌ها از سیستم، نوآوری بر پایه مواد پایدار و نزدیک شدن به جریان منابع به‌صورت لوپ تمرکز دارد.



انتقال از مدل‌های خطی به چرخشی

به‌طور سنتی، صنعت داروسازی بر اساس یک مدل خطی عمل می‌کند: مواد خام استخراج می‌شوند، داروها تولید، و مصرف می‌شوند و در نهایت بقایای آن امحاء می‌شوند. این مدل دارای چندین اشکال است، از جمله استفاده ناکارآمد از منابع، سطوح بالای ضایعات، و اثرات زیست‌محیطی قابل توجه به دلیل دفع مواد غیرقابل تجزیه و ترکیبات دارویی پرخطر.

تغییر به سمت اقتصاد چرخشی در داروسازی شامل بازاندیشی و طراحی مجدد این فرآیند خطی برای پایدارتر کردن آن است. جنبه‌های کلیدی عبارتند از:

- منبع‌یابی پایدار
- استفاده از منابع تجدیدپذیر یا پایدارتر برای مواد خام
- فرآیندهای تولید سازگار با محیط زیست
- کاهش مصرف انرژی، به حداقل رساندن ضایعات و کاهش ردپای کربن در فرآیندهای تولید
- افزایش عمر محصول
- توسعه داروها و بسته‌بندی‌هایی که به گونه‌ای طراحی شده‌اند که طولانی‌تر دوام یابند، دوباره مورد استفاده قرار گیرند یا به راحتی بازیافت شوند
- پیاده‌سازی سیستم‌هایی برای جمع‌آوری داروهای مصرف نشده یا تاریخ مصرف گذشته برای بازیافت یا استفاده مجدد ایمن
- استخراج مواد با ارزش از جریان ضایعات دارویی که می‌توانند در فرآیندهای دیگر مورد استفاده مجدد قرار گیرند

استراتژی‌های بازیابی منابع در صنعت داروسازی

- **بازیابی حلال‌ها:** حلال‌ها نقشی مهم در تولید دارو دارند که به‌طور گسترده در سنتز و خالص‌سازی داروها استفاده می‌شود. سیستم‌های بازیابی حلال اکنون به‌طوری فزاینده در فرآیندهای تولید ادغام می‌شوند. به‌طور مثال یک سازنده API واحدهای بازیابی حلال را برای بازیافت بیش از ۹۰ درصد حلال‌های استفاده شده در فرآیند تولید داروهای دیابت اجرا کرد.
- **استفاده از انواع فیلتراسیون:** برای جداسازی حلال‌ها و مواد با ارزش از مواد دیگر را در فراهم می‌کنند و دوباره این مواد را در چرخه تولید مورد استفاده قرار داد.
- **بازیافت کاتالیست‌ها:** کاتالیزورها برای تسریع واکنش‌های شیمیایی در تولید دارو استفاده می‌شوند. بازیافت کاتالیزورها به‌دلیل قیمت بالای آن‌ها می‌تواند به‌میزانی قابل توجه قیمت نهایی دارو را کاهش دهد.
- **نوآوری در بسته‌بندی دارویی:** تغییر به سمت مواد زیست تخریب‌پذیر (Biodegradable) در بسته‌بندی‌های دارویی ناشی از نیاز به کاهش اثرات زیست‌محیطی مرتبط با امحای مواد بسته‌بندی سنتی است که اغلب غیرقابل تجزیه هستند و به‌میزانی قابل توجه در تولید پسماندها نقش دارند.
- **مواد قابل بازیافت:** به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که پس از چرخه عمر اولیه‌شان در فرآیند تولید مجدداً استفاده شوند و نیاز به مواد جدید و حفظ منابع را کاهش دهند. بسته‌بندی پلی‌لاکتیک اسید، پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE).

- **تولید پیوسته (continues manufacture):** با طراحی مجدد فرآیندها برای افزایش بهره‌وری و استفاده از فرآیند پیوسته، مصرف انرژی و مواد را کاهش می‌دهد.
- **بازیافت داروهای استفاده نشده:** توزیع مجدد داروهای استفاده نشده می‌تواند دسترسی به داروهای ضروری را برای جوامع محروم بهبود بخشد و در نتیجه بهداشت عمومی را افزایش دهد. به‌طور مثال در استرالیا، برنامه‌هایی مانند NatRUM با هدف بازیافت داروهای استفاده نشده به‌طور موثر انجام می‌شود. یا در ایالت آیووا در ایالات متحده، برنامه SafeNetRx داروهای تجویزی استفاده نشده را از خانه‌های سالمندان و مراکز مراقبت طولانی‌مدت جمع‌آوری می‌کند. سپس این داروها بین بیمارانی که درآمدی پایین دارند یا بیمه نیستند، توزیع می‌شود.

چرا اقتصاد دایره‌ای در داروسازی اهمیت دارد؟

تبدیل از یک مدل خطی به یک مدل چرخشی در بخش داروسازی نشان‌دهنده یک تغییر تدریجی به سمت اقدامات پایدارتر، اقتصادی‌تر و سازگار با محیط‌زیست است. همان‌طور که این مدل مورد توجه قرار می‌گیرد، می‌تواند به مزایای بلندمدت هم برای محیط زیست و هم برای پایداری صنعت منجر شود.

استفاده مجدد از حلال‌ها، کاتالیزورها و سایر مواد، تقاضا برای مواد جدید را کاهش می‌دهد و به‌طور مستقیم هزینه‌های خرید را کاهش می‌دهد. استراتژی‌های مدیریت پسماند مؤثر، میزان زباله‌هایی را که نیاز به بازیابی و امحاء دارند، کاهش می‌دهد که منجر به کاهش هزینه‌های مدیریت پسماندها می‌شود. به‌عنوان مثال سیستم‌های بازیافت حلال، اغلب انرژی کمتری نسبت به فرآیندهای مورد نیاز برای تولید حلال‌های جدید از مواد خام را مصرف می‌کنند.

از نگاه **تمایز بازار**، شیوه‌های آگاهانه محیط زیست باعث افزایش شهرت برند و جذب مشتریان آگاه به محیط زیست می‌شود؛ و در نهایت از منظر **رهبری پایداری**، شرکت‌هایی که اصول اقتصاد چرخشی را اتخاذ می‌کنند خود را به‌عنوان پیشروان صنعت در پایداری قرار می‌دهند.

گذار به اقتصاد چرخشی دیگر اختیاری نیست - این یک ضرورت برای رقابتی ماندن و سازگاری در محیط نظارتی امروزی است. با ادغام شیوه‌های پایدار، سازندگان API نه تنها می‌توانند اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهند، بلکه فرصت‌های اقتصادی را نیز باز می‌کنند. بنابراین، بیاید در تولید API تجدید نظر، طراحی مجدد و متحول کنیم - چالش‌ها را به فرصت‌هایی برای آینده‌ای سبزتر و انعطاف پذیرتر تبدیل کنیم.

البته یک نکته بسیار مهم در مورد اقتصاد چرخشی این است که نهادهای نظارتی می‌توانند با برنامه‌ریزی صحیح، ارزیابی زیست‌محیطی وابسته به اقتصاد چرخشی را به‌عنوان مستند مورد نیاز برای ثبت و تولید دارو از تولیدکننده درخواست کنند.

شرکت‌ها باید ارزیابی ریسک اثرات زیست‌محیطی فرآیندهای خود را با در نظر گرفتن عواملی مانند کاهش منابع و آسیب احتمالی به اکوسیستم‌ها انجام دهند. انتظار شفافیت در شیوه‌های زیست‌محیطی، از جمله مستندات دقیق مدیریت پسماندها، بازیافت، و معیارهای مصرف انرژی به‌نظر می‌رسد و الزامی است.