

مدل های جهانی اقتصاد چرخشی و راهبردهای پایداری در صنعت تایر

عبدالرسول عاشورزاده^{۱*} و شیفته شهابی^۲

۱- مدیر اداره تجاری سازی محصول، گروه صنعتی بارز، کرمان

۲- مدیر واحد نوآوری و پژوهش های مواد، آمیزه و محصول، گروه صنعتی بارز، کرمان

r.ashoorzade@gmail.com

چکیده: اقتصاد چرخشی به عنوان رویکردی نوین در مدیریت منابع و کاهش پسماند، در سال های اخیر توجه بسیاری از صنایع را به خود جلب کرده است. صنعت تایر، به عنوان یکی از صنایع پرمصرف منابع و تولیدکننده پسماندهای گسترده، نقشی کلیدی در تحقق اهداف اقتصاد چرخشی ایفا می کند. این مقاله به بررسی رویکردهای شرکت های پیشرو تایر سازی در جهان، از جمله کنتیننتال، میشلن و بریجستون در پیاده سازی اصول اقتصاد چرخشی می پردازد. استفاده از مواد بازیافتی، طراحی محصولات با قابلیت بازیافت بیشتر و نوآوری در فرایندهای تولید از جمله راهکارهای این شرکت ها برای کاهش ضایعات و ارتقای پایداری زیست محیطی است. نتایج نشان می دهد که اتخاذ مدل های اقتصاد چرخشی نه تنها به کاهش اثرات زیست محیطی کمک می کند، بلکه فرصتی برای ایجاد ارزش افزوده اقتصادی و تقویت رقابت پذیری در این صنعت به شمار می آید. صنعت تایر با تمرکز بر راهبردهایی چون نوآوری در مواد پایدار، طراحی چرخشی و بازیافت پیشرفته، در حال تسریع گذار به سوی اقتصاد چرخشی است.

واژه های کلیدی: اقتصاد چرخشی، مدل های جهانی، توسعه پایدار، بازیافت، صنعت تایر

مقدمه

صنعت تایر، به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از صنعت حمل و نقل جهانی، در تقابلی مستقیم با دو چالش بزرگ عصر حاضر قرار دارد؛ افزایش تقاضای ناشی از رشد اقتصادی و ضرورت فوری حرکت به سوی توسعه پایدار. سالانه میلیون ها تن تایر فرسوده در سراسر جهان تولید می شود که دفع نامناسب آن ها، تهدیدی جدی برای محیط زیست، از طریق آلودگی خاک، آب و انتشار گازهای گلخانه ای محسوب می شود. در مقابل این چالش، اقتصاد خطی (تولید-مصرف-دورانداختن) دیگر پاسخگو نیست و گذار به اقتصاد چرخشی را بیش از پیش آشکار ساخته است. این گذار تنها یک انتخاب زیست محیطی نیست، بلکه یک ضرورت راهبردی و اقتصادی برای شرکت های پیشرو در صنعت تایر صنعت است. فشارهای فزاینده از سوی نهادهایی مانند اتحادیه اروپا، افزایش آگاهی مصرف کنندگان و نوسانات قیمت مواد اولیه، غول های این صنعت را بر آن داشته تا با بازتعریف مدل های کسب و کار خود، پایداری را در هسته مرکزی استراتژی های بلندمدت خویش قرار دهند. صنعت خودرو با یک تغییر مواجه است. پایداری زیست محیطی در حال تبدیل شدن به یک امر عادی جدید است. نسلی با درک جامع و عمیق از پایداری در حال رشد است، این نسل مشتریان فردا هستند و این مشتریان تقاضاهای جدیدی از محصولات و شرکت های سازنده آن ها دارند. برای موفق ماندن، باید در خط مقدم این جنبش بود. با افزایش جمعیت جهانی و رفاه، مصرف به طرز چشم گیری افزایش یافته است. پلیمرها، ترموپلاستیک ها، ترموست ها و الاستومرها در طول بیش از شش دهه، از دهه ۱۹۵۰ به بعد رشد قابل توجهی داشته اند. انتظار می رود این نرخ در سال های آینده به شدت کاهش یابد، زیرا فشار به سمت بازیافت مواد پلاستیکی افزایش یافته است. اروپا و دیگر انجمن ها تمرکز خود را از ایجاد شغل و ارزش در صنعت به سمت بازیافت و جلوگیری از آلودگی تغییر داده اند [۱]. مطالعه حاضر باهدف واکاوی راهبردهای نوآورانه و مدل های اقتصادی پایدار در صنعت تایر جهان انجام شده است. این پژوهش به بررسی اقدامات عینی و برنامه های شرکت های پیشگامی همچون میشلن، بریجستون و کنتیننتال می پردازد.

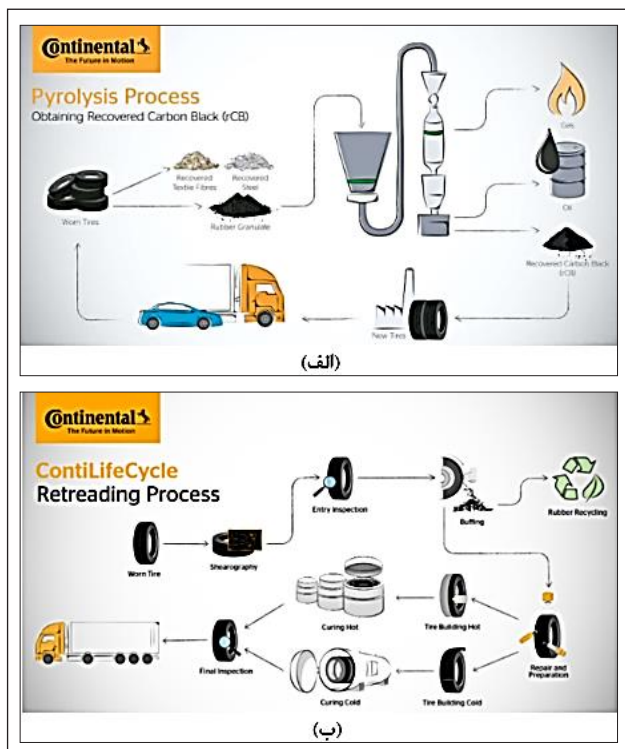
نمونه های جهانی از پیاده سازی اقتصاد چرخشی در صنعت تایر

۱- رویکردهای نوآورانه شرکت کنتیننتال در راستای اقتصاد چرخشی در صنعت تایر برای سالیان متمادی، مدیریت پایدار و مسئولانه بخشی جدایی ناپذیر از استراتژی و

توسعه شرکت کنتیننتال بوده است. کنتیننتال برای این که تایرهای آینده را از نظر تولید، استفاده و قابلیت بازیافت حتی از نظر انرژی کارآمدتر و سازگار با محیط زیست کند، به طور سیستماتیک در تحقیق و توسعه فناوری های جدید، مواد جایگزین و فرایندهای تولید سازگار با محیط زیست سرمایه گذاری می کند. کنتیننتال در پی آن است که واردات کائوچو طبیعی را به طور انحصاری از مناطق استوایی متوقف کند و آن را تا حد امکان نزدیک به کارخانه های تایر خود تولید کند تا از جنگل زدایی مداوم و افزایش انتشار CO₂ به دلیل مسیرهای حمل و نقل طولانی جلوگیری کند. این شرکت به همراه شرکای خود در پروژه Taraxagum از سال ۲۰۱۱ روی این موضوع کار کرده است. صنعت تایر بزرگترین مصرف کننده تولید جهانی کائوچو است که بیش از ۷۰٪ را به خود اختصاص داده است. بنابراین، این شرکت از یک رویکرد یکپارچه باهدف پایداری تر کردن زنجیره تأمین برای کائوچو طبیعی استفاده می کند. افزون بر درصد بالایی از مواد تجدیدپذیر و بازیافتی، یک گروه محصولی به نام Conti GreenConcept استانداردهای جدیدی را با فناوری سبک وزن نوآورانه خود تعیین می کند. این تایرها حدود ۴۰ درصد سبک تر از تایرهای استاندارد امروزی است. این کاهش وزن با یک پروفایل ترد بهینه، یک سایدوال خاص و یک ساختار کارکاس نوآورانه با وزن هسته بهینه امکان پذیر شده است. مواد خام تجدیدپذیر مورد استفاده در Conti GreenConcept حدود ۳۵ درصد است [۲]. هدف کنتیننتال این است که حداکثر تا سال ۲۰۵۰ مواد پایدار را به طور انحصاری در محصولات تایر خود استفاده کند.



شکل ۱- تایر پایدار، سبک وزن و کارآمد گروه محصولی Conti GreenConcept



شکل ۳- (الف) فرایند پیرولیز تایر (ب) فرایند روکش مجدد تایر

۲- راهبرد جامع شرکت بریجستون در مسیر پایداری

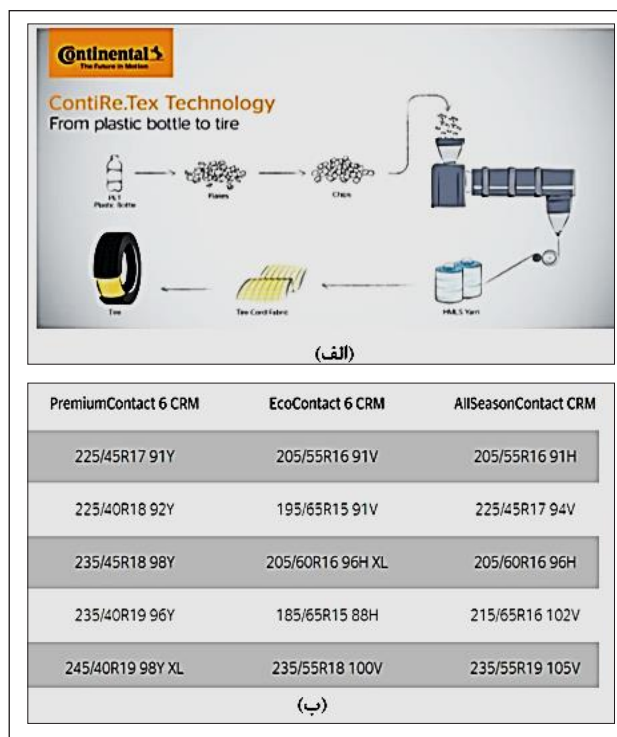
گروه بریجستون هم متعهد است که به‌طور پیوسته در جهت تحقق یک جامعه پایدارتر کار کند تا مزایای محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی بلندمدت را در تمام زنجیره تأمین خود به‌دست آورد. گروه بریجستون در حال تلاش برای دستیابی به هدف خود برای کاهش مصرف منابع، با استفاده پایدار از منابع و از طریق ترویج نوآوری‌های تکنولوژیکی و تجاری است. این گروه هدف خود را برای استفاده از ۱۰۰٪ مواد پایدار در محصولاتش به‌عنوان چشم‌انداز زیست‌محیطی بلندمدت برای سال ۲۰۵۰ تعیین کرده است. گروه بریجستون مواد پایدار را به‌عنوان موادی تعریف می‌کند که: از منابعی با تأمین مداوم به‌دست می‌آیند؛ می‌توانند به‌عنوان بخشی از کسب‌وکار گروه در بلندمدت استفاده شوند و در طول چرخه‌عمر خود از مرحله تأمین تا دور انداختن، تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی پایینی دارند. به‌عنوان مثال Bridgestone Turanza EV یک تایر ویژه برای خودروهای الکتریکی است که نخستین بار در آمریکای شمالی معرفی شد. این تایر از تکنولوژی ENLITEN بهره می‌برد که هدف آن بهبود عملکرد در تمام فصل‌ها، افزایش طول عمر تایر و استفاده از مواد بازیافتی و تجدیدپذیر است. برخی از ویژگی‌های کلیدی این تایر عبارت‌اند از: بهینه‌سازی مقاومت غلتشی برای افزایش کارایی انرژی خودروها، آمیزه جدید آج با فناوری PeakLife که طول عمر تایر را افزایش داده و باعث کاهش مصرف مواد خام می‌شود، سواری راحت و کم‌صدا به لطف فناوری QuietTrack، کارایی عالی در جاده‌های خیس و مقاومت در برابر لغزش (hydroplaning) به‌دلیل طراحی شیارهای خاص، و هم‌چنین در این تایر تا ۵۰٪ از مواد تجدیدپذیر و بازیافتی استفاده شده است (مانند سیلیکا حاصل از سبوس برنج و روغن سویا). بریجستون در تایرهای موتورسیکلت خود از مواد پایدار استفاده می‌کند. به‌عنوان مثال، در سری تایرهای BATTILAX HYPERSPORT S23 و BATTILAX SPORT TOURING T33، از ترکیبات جدیدی استفاده شده که افزون‌بر بهبود عملکرد، به کاهش اثرات زیست‌محیطی نیز کمک می‌کنند. این تایرها با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته طراحی شده‌اند تا میزان مصرف مواد اولیه کاهش یابد و دوام بیشتری داشته باشند [۴].

۳- گام‌های نوآورانه شرکت میشلن در مدیریت چرخه حیات تایرها

برای میشلن، طراحی یک تایر کاملاً پایدار به معنای کاهش تأثیرات زیست‌محیطی

- بطری‌های PET بازیافتی در تولید تایرهای کنتینتال

افزون‌بر مواد خام تجدیدپذیر، Conti GreenConcept از ۱۷٪ مواد بازیافتی استفاده می‌کند. افزون‌بر فولاد و دوده بازآوری شده، کنتینتال هم‌چنین برای اولین بار از پلی‌استر بطری‌های پلاستیکی بازیافتی در تایر استفاده می‌کند. آزمایشگاه کنتینتال و تست‌های تایر نشان می‌دهد که الیاف ساخته‌شده از مواد خام ثانویه به همان اندازه الیافی که تا به امروز استفاده شده‌اند، از نظر استحکام در پارگی، چقرمگی و پایداری حرارتی برای تایرها مناسب هستند. برای این کار، بطری‌های PET با استفاده از یک تکنیک مکانیکی بازآوری می‌شوند که نخ پلی‌استر را برای نیازهای مکانیکی سنگین تایر بدون هیچ‌یک از مراحل شیمیایی میانی که قبلاً مورد نیاز بود، کاربردی می‌کند. از طریق فناوری ContiRe.Tex، یک بطری PET به مواد با کارایی بالا تبدیل می‌شود. یک تایر معمولی خودرو در حال حاضر دارای حدود ۴۰۰ گرم نخ پلی‌استر است. با فناوری ContiRe.Tex، تولیدکننده تایر جای‌گزینی با انرژی کارآمدتر و سازگار با محیط‌زیست ایجاد کرده است که به آن امکان می‌دهد بسته به اندازه تایر تا ۴۰ بطری پلاستیکی برای هر تایر مجدداً استفاده کند [۲].



شکل ۲- (الف) فرایند تولید نخ پلی‌استر از بطری‌های PET (ب) سه مدل تایر در پنج سایز، ساخته‌شده با بطری‌های PET در کنتینتال

افزون‌بر استفاده از مواد تجدیدپذیر، این شرکت به‌طور سیستماتیک روی استفاده از مواد خام بازیافتی در تولید تایر کار می‌کند. کنتینتال اخیراً یک قرارداد توسعه با شرکت Pyrum Innovations باهدف بهینه‌سازی بیشتر بازیافت مواد از تایرهای قدیمی امضا کرده است. برای انجام این کار، Pyrum تایرهای قدیمی را در یک کوره صنعتی با استفاده از فرایند پیرولیز به مواد تشکیل‌دهنده آن‌ها تبدیل می‌کند. به این ترتیب می‌توان مواد با ارزش موجود در تایرهای فرسوده را استخراج و مجدداً استفاده کرد [۳].

افزون‌بر پیرولیز، کنتینتال از پردازش مکانیکی تایرهای فرسوده نیز استفاده می‌کند. ماده‌ای به نام Conti-Reclaim از سال ۲۰۱۳ به‌عنوان بخشی از فرایند روکش مجدد تایر کامیون در کارخانه این شرکت در هانوفر به‌دست‌آمده است و سال‌ها است که در تولید تایر در کنتینتال استفاده می‌شود. برای گسترش دامنه کاربردهای لاستیک بازیافتی و بهینه‌سازی خواص، کنتینتال نه تنها از Conti-Reclaim بلکه از لاستیک بازیافتی سایر تأمین‌کنندگان نیز استفاده می‌کند [۲].

راهبردها تنها به کاهش ردپای کربن محدود نمی‌شوند، بلکه کل چرخه عمر تایر از تأمین مواد اولیه تا طراحی، تولید، استفاده و مدیریت پایان عمر را در برمی‌گیرد. مهم‌ترین راهبردها را می‌توان در محورهای؛ نوآوری در مواد اولیه، طراحی برای اقتصاد چرخشی، بهینه‌سازی کارایی و عملکرد در مرحله استفاده، مدیریت پایان عمر و توسعه فناوری‌های بازیافت پیشرفته، شفافیت و همکاری در زنجیره تأمین خلاصه کرد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، اقدامات چند شرکت پیشرو در صنعت تایر سازی در راستای تحقق اقتصاد چرخشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که هر سه شرکت با به‌کارگیری نوآوری‌های فناورانه، رویکردهای سبز و مدیریت پایدار، گام‌های مؤثری در کاهش ضایعات، افزایش بازدهی مواد اولیه و بهینه‌سازی چرخه عمر تایرها برداشته‌اند. کنتینتال با تمرکز بر بازیافت مواد و استفاده از مواد اولیه پایدار، رویکرد جامعی را در تولید تایرهای سبز در پیش گرفته است. بریجستون نیز با اجرای برنامه‌های کاهش ضایعات و بازطراحی محصولات برای چرخه عمر طولانی‌تر، نشان داده است که پایداری می‌تواند به یک استاندارد در صنعت تبدیل شود. در همین راستا، میشلن با توسعه فناوری‌های نوآورانه در بازیافت و تولید تایرهای قابل بازیابی، تعهد خود را به اقتصاد چرخشی و محیط زیست به‌خوبی به نمایش گذاشته است. این رویکردها نه تنها موجب کاهش اثرات زیست‌محیطی می‌شوند، بلکه از نظر اقتصادی نیز فرصت‌های جدیدی برای این شرکت‌ها ایجاد می‌کنند. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که پیاده‌سازی اصول اقتصاد چرخشی در صنعت تایر، راه‌کاری مؤثر برای ترکیب پایداری و سودآوری است که می‌تواند به الگویی برای دیگر صنایع تبدیل شود. هم‌چنین راهبردهای پایداری در صنعت تایر امروزه از حالت حاشیه‌ای به هسته مرکزی مدل‌های کسب و کار تبدیل شده‌اند. این راهبردها به‌صورت یک اکوسیستم به‌هم پیوسته عمل می‌کنند؛ به‌طوری‌که نوآوری در مواد، طراحی چرخشی را ممکن می‌سازد و فناوری‌های بازیافت پیشرفته، حلقه نهایی این چرخه را می‌بندند. موفقیت نهایی در گرو تداوم نوآوری، سرمایه‌گذاری و همکاری تمامی ذی‌نفعان این زنجیره ارزش است.

و اجتماعی آن به‌ویژه براساس تجزیه و تحلیل چرخه عمر تایر از طراحی تا ساخت، حمل و نقل، استفاده و بازیافت آن است. بیش از ۳۰ سال است که میشلن به‌طور سیستماتیک مقاومت غلظتی تایرهای خود را بهبود می‌بخشد و سهم عمده‌ای در صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هزینه دارد. در مرحله طراحی، میشلن از تست مجازی برای سرعت بخشیدن به توسعه تایر استفاده می‌کند. این شرکت قادر به شبیه‌سازی رفتار تایر در شدیدترین شرایط است. این به معنی نمونه‌های اولیه و آزمایش‌های کمتر است و در نتیجه انتشار CO_2 کاهش می‌یابد. میشلن از فناوری شبیه‌سازی برای سازندگانی مانند فراری، پورشه، کوروت، لکسوس و فورد پرفورمنس استفاده کرد. در سرمایه‌گذاری روی بازیابی مواد مورد استفاده در تایرها و دوباره وارد کردن آن‌ها به فرایند تولید تایرهای جدید تلاش می‌کند و به‌طور فعال در توسعه بخش بازیافت مشارکت دارد و به ظهور فناوری‌های تحول‌آفرین در همکاری با شرکای مختلف کمک می‌کند. حمل و نقل بهتر یکی دیگر از تعهدات گروه است که هدف آن کاهش ۱۵ درصدی انتشار CO_2 در لجستیک تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سال ۲۰۱۸ است. در زمینه تولید، میشلن متعهد شده است که اثرات زیست‌محیطی سایت‌های خود را کاهش دهد و تا سال ۲۰۵۰ هدف خود را برای رسیدن به انتشار صفر درصد CO_2 برای تمامی کارخانه‌های خود، قرار داده است. در پایان سال ۲۰۲۲، میشلن تایرهای خودرو و اتوبوسی را که برای استفاده در جاده تأیید شده بودند، معرفی کرد که به ترتیب حاوی ۴۵٪ و ۵۸٪ مواد تجدیدپذیر و بازیافتی بودند. در سال ۲۰۲۳، تایرهایی را برای مسابقات جهانی MotoE تأمین کرد که حاوی ۵۲٪ مواد تجدیدپذیر و بازیافتی بوده و قادر به دستیابی به سرعت‌های ۲۵۰ کیلومتر در ساعت در پیست هستند. نمونه دیگر، پروتوتایپ هیدروژنی Mission H24 و پورشه GT4 ePerformance هستند که با تایرهایی حاوی ۶۳٪ مواد تجدیدپذیر و بازیافتی تجهیز شده‌اند (شکل ۴) [۵].

راهبردهای پایداری در صنعت تایر

صنعت تایر در پاسخ به چالش‌های زیست‌محیطی و فشارهای فزاینده مقرراتی، مجموعه‌ای از راهبردهای پیچیده و به‌هم پیوسته را در پیش گرفته است. این



شکل ۴- (الف) Bridgestone Turanza (ب) نمونه پروتوتایپ هیدروژنی Mission H24 و پورشه GT4 ePerformance

مراجع

- [1] Markl, E., & Lackner, M. (2020). Devulcanization technologies for recycling of tire-derived rubber: A review. *Materials*, 13(5), 1246. <https://doi.org/10.3390/ma13051246>
- [2] <https://www.continental.com/en/sustainability/>
- [3] <https://www.continental.com/en/press/press-releases/20220314-cooperation-pyrum/>
- [4] <https://www.bridgestone.com/responsibilities/library/>
- [5] <https://www.michelin.com/en/media/magazine/explore-motorspo>