

گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران: فرصت‌ها، موانع بازیافت و مدیریت پسماند

T ransition to a Circular Economy in Iran's Tire Industry: Opportunities and Barriers for Recycling and Waste Management

چکیده

این پژوهش باهدف شناسایی فرصت‌ها و موانع گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران انجام شده و به‌طور ویژه بر بازیافت و مدیریت پسماند تایرهای فرسوده تمرکز دارد. اهمیت این موضوع از آن‌جهت است که تایرهای فرسوده در صورت نبود نظام مدیریت کارآمد، می‌توانند به منابع آلودگی محیط‌زیست، اتلاف منابع طبیعی و ایجاد هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی منجر شود. روش پژوهش کیفی بوده و چارچوب تحلیل بر اساس رویکرد سیستم‌های ابتکاری انتقادی طراحی شده است. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۲ خبره منتخب از حوزه‌های تولید تایر، بازیافت، مدیریت پسماند، بازار و توزیع، نهادهای مرتبط و خبرگان میدانی زنجیره جمع‌آوری شد. پاسخ‌ها بر اساس دوازده سؤال مرزی و در قالب مقایسه وضعیت موجود و وضعیت مطلوب تحلیل شد و در چهار بُعد انگیزش، کنترل، دانش و مشروعیت دسته‌بندی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در وضعیت موجود، نگاه غالب بیشتر بر کنترل کمی و کوتاه‌مدت مسئله، مانند افزایش میزان جمع‌آوری و کاهش انباشت تایرها، متمرکز است. در مقابل، در وضعیت مطلوب، حفظ ارزش مادی تایر فرسوده، ارتقای کیفیت فرآورده‌های بازیافتی، شفافیت، ردیابی جریان مواد، توسعه فناوری‌های نوین و ایجاد بازار پایدار برای فرآورده‌های به‌دست آمده از بازیافت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. همچنین پراکندگی تصمیم‌گیری، ناپیوستگی منابع و مشوق‌ها، بی‌ثباتی محیط تصمیم‌گیری، کمبود داده‌های یکپارچه، ضعف تضمین کیفیت و محدودیت شفافیت و پاسخ‌گویی از مهم‌ترین عوامل کندکننده گذار به اقتصاد چرخشی محسوب می‌شوند. بر اساس نتیجه‌ها، مجموعه‌ای از پیشنهادها برای تقویت سیاست‌گذاری، هماهنگی نهادی، بهبود نظام داده، استانداردسازی کیفیت و توسعه بازار فرآورده‌های بازیافتی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: اقتصاد چرخشی، صنعت تایر ایران، تایرهای فرسوده، بازیافت تایر، مدیریت پسماند، سیستم‌های ابتکاری انتقادی (CSH)

نوع مقاله: پژوهشی

محمد رضا فتحی^{۱*} و کورش عابدینی دستگردی^۲

۱- دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌های فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، موسسه آموزش عالی الکترونیکی نور طوبی، ایران

ایمیل نویسنده و عهده‌دار مکاتبات: Reza.fathi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۲/۲

مقدمه

تایرهای فرسوده به‌طور گسترده به‌عنوان یکی از جریان‌های اصلی پسماند صنعتی/مصرفی در جهان شناخته می‌شوند. سالانه حدود ۱/۵ میلیارد حلقه تایرهای فرسوده (تایرهای پایان عمر) در سطح جهانی تولید می‌شود و اگر روندهای فعلی ادامه یابد، برآوردها تا سال ۲۰۳۰ از تولید ۵ میلیارد تایر پایان عمر در سال حکایت دارد (ماگاگولا و همکاران، ۲۰۲۳؛ حسن و رودریگ، ۲۰۲۴). این تایرها زیست تخریب‌ناپذیرند، فضای قابل‌توجهی از محل‌های دفن را اشغال می‌کنند و از طریق خطر آتش‌سوزی، ایجاد شرایط برای تکثیر ناقلان بیماری، انتشار آلاینده‌های سمی و آلودگی میکروپتایی، خطرات بلندمدت محیط‌زیستی و سلامت ایجاد می‌کنند (دابیتچ - میلیتچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ آویلس - پالاسیوس و رودریگز - اولایا، ۲۰۲۱؛ رومیانتسوا و همکاران، ۲۰۲۰؛ مایر و همکاران، ۲۰۲۴). در بسیاری از کشورها از جمله ایران، باوجود ارزش بالای مادی و انرژی موجود در تایرهای پایان عمر، هم‌چنان بخش قابل‌توجهی از این پسماندها دفن یا رهاسازی می‌شود (ماگاگولا و همکاران، ۲۰۲۳؛ رومیانتسوا و همکاران، ۲۰۲۰؛ زارعی و همکاران، ۲۰۱۸). در چارچوب اقتصاد چرخشی (اقتصاد چرخشی)، تایرها به‌جای آن‌که فقط پسماند تلقی شوند، به‌عنوان ذخایر منابع در نظر گرفته می‌شود و هدف، افزایش طول عمر منابع و بازتولید مکرر ارزش از طریق سلسله‌مراتب «آرها» شامل کاهش، استفاده مجدد، بازیافت، بازطراحی، تعمیر، نوسازی، و بازیابی است (آرائوخو - موررا و همکاران، ۲۰۲۱؛ چارنا - یوشکیه‌ویچ و همکاران، ۲۰۲۳؛ کناچی‌کووا و همکاران، ۲۰۲۲). در مورد تایرها، این رویکرد هم مرحله طراحی محصول و دوره مصرف را در برمی‌گیرد و هم راهبردهای پایان عمر و نیز نگاه سیستمی به کل چرخه حیات را. در مرحله طراحی و مصرف، تمرکز بر بهبود دوام تایر، افزایش بهره‌وری سوخت، ارتقای قابلیت تعمیر و امکان

روکش‌پذیری است تا تولید پسماند در مبدأ کاهش یابد (چارنا - یوشکیه‌ویچ و همکاران، ۲۰۲۳؛ آرائوخو - موررا و همکاران، ۲۰۲۱؛ کناچی‌کووا و همکاران، ۲۰۲۲). در مرحله پایان عمر نیز اولویت با روکش‌گذاری، بازیافت مادی (شامل گرانول‌ها، تایر دی ولکانیزه‌شده، فراورده‌های پیرولیز ارتقایافته و استفاده از مواد خام ثانویه در ساخت‌وساز، آسفالت و تایرهای جدید) است و در مرتبه بعد، بازیابی انرژی قرار می‌گیرد (دابیتچ - میلیتچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ چارنا - یوشکیه‌ویچ و همکاران، ۲۰۲۳؛ گوئورت، ۲۰۲۴؛ ماگاگولا و همکاران، ۲۰۲۳؛ حسن و رودریگ، ۲۰۲۴؛ وو و همکاران، ۲۰۲۴). از منظر سیستمی نیز ایجاد سازوکارهای لجستیک معکوس و استقرار مسئولیت‌پذیری توسعه‌یافته تولیدکننده (مسئولیت‌پذیری توسعه‌یافته تولیدکننده) یا مسئولیت‌پذیری جمعی تولیدکننده (مسئولیت‌پذیری جمعی تولیدکننده) به‌گونه‌ای مطرح است که تایرهای پایان عمر را به جریان استفاده مولد بازگرداند و هم نیاز به منابع بکر را کاهش دهد و هم ردپای کربنی را کم کند (دابیتچ - میلیتچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ گوئورت، ۲۰۲۴؛ آویلس - پالاسیوس و رودریگز - اولایا، ۲۰۲۱؛ لی و همکاران، ۲۰۲۰). شواهد نشان می‌دهد که مدیریت تایرهای فرسوده در چارچوب اقتصاد چرخشی، در مقایسه با دفن یا رهاسازی مهراننده، انتشار گازهای گلخانه‌ای را به‌طور معناداری کاهش داده و شاخص‌های پایداری را ارتقا می‌بخشد (گوئورت، ۲۰۲۴؛ آویلس - پالاسیوس و رودریگز - اولایا، ۲۰۲۱؛ وو و همکاران، ۲۰۲۴). بااین‌حال، تحقق این ظرفیت مستلزم تغییرات هماهنگ در فناوری، مدل‌های کسب‌وکار، تنظیم‌گری و رفتار ذی‌نفعان در کل چرخه عمر تایر است (دابیتچ - میلیتچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ آرائوخو - موررا و همکاران، ۲۰۲۱؛ سالمپرا و همکاران، ۲۰۲۱؛ لی و همکاران، ۲۰۲۰). گذار بخش تایر از الگوی خطی به چرخشی، یک چالش پیچیده اجتماعی - فنی است؛ زیرا مجموعه‌ای از تولیدکنندگان، واردکنندگان،

بازیافت‌کنندگان، شهرداری‌ها، تنظیم‌گران، بازیگران غیررسمی و مصرف‌کنندگان را در بر می‌گیرد و در آن تعارض منافع، عدم تقارن اطلاعات و خلأهای تنظیم‌گری وجود دارد (دابیتچ - میلیتچ و همکاران، ۲۰۲۱؛ سونده و همکاران، ۲۰۲۴؛ سالمنپرا و همکاران، ۲۰۲۱؛ لی و همکاران، ۲۰۲۰). پژوهش‌های مرتبط با اقتصاد چرخشی در مدیریت پسماند نشان می‌دهد مجریان به‌طور معمول فقط موانعی را می‌بینند که نزدیک به فعالیت‌های خودشان است، درحالی‌که بازیگران میانی موانع سیستمی گسترده‌تری را در سراسر زنجیره ارزش درک می‌کنند (سالمنپرا و همکاران، ۲۰۲۱)، و نیز غلبه بر موانع مستلزم شناسایی ابعاد فنی، اقتصادی، تنظیم‌گری و اجتماعی درهم‌تنیده و هم‌راستاسازی چشم‌اندازها میان بازیگران متنوع است (سونده و همکاران، ۲۰۲۴؛ سالمنپرا و همکاران، ۲۰۲۱). در این چارچوب، سیستم‌های ابتکاری انتقادی (CSH) به‌عنوان یک روش‌شناسی انتقادی در مطالعات سیستمی برای چنین زمینه‌هایی مناسب است، زیرا قضاوت‌های مرزی را آشکار می‌کند (اینکه چه کسانی/چه چیزهایی در تحلیل لحاظ می‌شوند یا کنار گذاشته می‌شوند، منافع و دانش چه کسانی ملاک قرار می‌گیرد، و «موفقیت» چگونه تعریف می‌شود)، بازاندیشی درباره قدرت، مسئولیت‌ها و مفروضات را پشتیبانی می‌کند که در مناظرات اقتصاد چرخشی ضروری است (برای نمونه، موازنه میان بازیابی انرژی کم‌هزینه در برابر چرخش مادی با ارزش بالاتر؛ بخش رسمی در برابر غیررسمی؛ و اولویت‌های ملی در برابر محلی) (سونده و همکاران، ۲۰۲۴؛ سالمنپرا و همکاران، ۲۰۲۱) و کمک می‌کند فرصت‌ها و موانع سیستمی را در لایه‌های نهادی، تنظیم‌گری، زیرساختی و فرهنگی شناسایی کند؛ یعنی به‌طور دقیق همان عواملی که مطالعات مدیریت پسماند مبتنی بر اقتصاد چرخشی آن‌ها را حیاتی می‌دانند (سیاست‌ها، طراحی مسئولیت‌پذیری توسعه‌یافته تولیدکننده، جریان‌های اطلاعاتی، همکاری، و

مشوق‌های اقتصادی) (گوئورت، ۲۰۲۴؛ آویلس - پالاسیوس و رودریگز - اولایا، ۲۰۲۱؛ سونده و همکاران، ۲۰۲۴؛ سالمنپرا و همکاران، ۲۰۲۱؛ دادامو و همکاران، ۲۰۲۲؛ لی و همکاران، ۲۰۲۰). چارچوب‌بندی مطالعه صنعت تایر ایران در این مسیر با استفاده از سیستم‌های ابتکاری انتقادی این امکان را فراهم می‌کند که فراتر از مقایسه گزینه‌های فناورانه، به‌صورت نظام‌مند بررسی شود چه کسانی منتفع می‌شوند، چه کسانی ریسک‌ها را متحمل می‌شوند، و ترتیبات نهادی چگونه می‌تواند برای پشتیبانی از یک گذار در واقع چرخشی بازطراحی شود. این گذار در ایران به‌طور ویژه فوریت دارد. ایران در حال حاضر مقادیر قابل‌توجهی تایرهای پایان عمر تولید می‌کند. برای دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵، میزان تولید ملی تایر پایان عمر حدود ۲۰۰.۰۰۰ تا ۳۴۰.۰۰۰ تن در سال (۲/۹۵ تا ۴/۵۲ کیلوگرم به‌ازای هر نفر در سال) برآورد شده است و روند کلی آن افزایشی گزارش شده است (زارعی و همکاران، ۲۰۱۸). یک مطالعه موردی در تبریز نیز نشان می‌دهد حدود ۶/۳۹۰ تن تایرهای پایان عمر در سال دفن یا رهاسازی می‌شود که مخاطرات جدی بهداشتی و محیط‌زیستی ایجاد می‌کند (زارعی و همکاران، ۲۰۱۸). این مطالعه نتیجه‌گیری می‌کند که تولید تایر پایان عمر باید در مبدأ کاهش یابد، استفاده مجدد و بازیافت باید در اولویت قرار گیرد و دفن تایرهای پایان عمر باید به‌تدریج ممنوع شود و استقرار مسئولیت‌پذیری توسعه‌یافته تولیدکننده (مسئولیت‌پذیری توسعه‌یافته تولیدکننده) به‌عنوان ابزار سیاستی کلیدی مورد توجه قرار گیرد (زارعی و همکاران، ۲۰۱۸). هم‌زمان، تجربه بین‌المللی نشان می‌دهد سیستم‌های تایر پایان عمر مبتنی بر اقتصاد چرخشی خوش طراحی شده (برای نمونه، سازوکارهای مسئولیت‌پذیری جمعی تولیدکننده، بازیافت پیشرفته و ادغام در بخش ساخت‌وساز و تولید تایر جدید) می‌توانند تایرهای پایان عمر را از یک مخاطره مدیریت نشده به یک منبع ثانویه راهبردی با مزایای اقلیمی و کارایی منابع تبدیل کنند (دابیتچ - میلیتچ

و همکاران، ۲۰۲۱؛ چارنا- یوشکیه‌ویچ و همکاران، ۲۰۲۳؛ گوئورت، ۲۰۲۴؛ آویلس- پالاسیوس و رودریگز - اولایا، ۲۰۲۱؛ ماگاکولا و همکاران، ۲۰۲۳؛ حسن و رودریگ، ۲۰۲۴؛ رحمانیفر و همکاران، ۲۰۲۳؛ وو و همکاران، ۲۰۲۴). قراردادن صنعت تایر ایران در این مسیر جهانی اقتصاد چرخشی درحالی‌که با سیستم‌های ابتکاری انتقادی موانع نهادی، تنظیم‌گری و زیرساختی خاص زمینه آشکار می‌شود هم فرصت و هم ضرورت یک گذار هدفمند در ایران را برجسته می‌کند.

پیشینه پژوهش

دابیچ - میلیتیچ و همکاران (۲۰۲۱) نخستین مرور انتقادی جامع از کل حوزه مدیریت تایرهای پایان عمر را ارائه کردند تا خلأ نبود یک مرور فراگیر در این زمینه را پوشش دهند. این پژوهش با انجام یک تحلیل محتوای گسترده بر روی ۱۵۱ مطالعه داوری‌شده منتشرشده در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰، ادبیات موجود را گردآوری، تحلیل، دسته‌بندی و به‌صورت انتقادی مرور کرد. اهداف مطالعه شامل ارائه تصویری از پژوهش‌های روز، انجام تحلیل انتقادی، برجسته‌سازی شکاف‌های اصلی و پیشنهاد جهت‌گیری‌های مهم پژوهشی برای آینده بود و هم‌زمان بر اهمیت مدیریت صحیح تایرهای پایان عمر برای اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار تأکید داشت. چارنا - یوشکیه‌ویچ و همکاران (۲۰۲۳) مسیرهای مدیریت پسماند تایر روکش‌گذاری، بازیابی انرژی و بازیابی مواد را مرور کردند و ظرفیت آن‌ها را برای کاهش آلودگی محیط‌زیست ارزیابی کردند. این مطالعه کاربرد تایرهای مستعمل را برای حذف فلزات سنگین، رنگ‌ها، ترکیبات دارویی و BTEX از محلول‌های آبی برجسته کرد، به کارایی بالای حذف رنگ‌ها (۷۲٪) اشاره داشت و عوامل کلیدی مؤثر بر جذب را مانند pH (بازه بهینه ۶ تا ۷)، غلظت، زمان تماس و ویژگی‌های جاذب شناسایی کرد؛ هم‌چنین نتیجه گرفت که بخش‌های جامد

به‌دست آمده از فرایندهای احتراق نیز می‌توانند در کاربردهای محیط‌زیستی مبتنی بر اقتصاد چرخشی مورد استفاده قرار گیرند. گوئورت (۲۰۲۴) فناوری‌های بازیافت تایرهای فرسوده را مرور کرد و ارزش آن‌ها را از منظر اقتصاد چرخشی در پاسخ به افزایش آثار محیط‌زیستی و رشد دفع غیرقانونی مرتبط با محدودبودن گزینه‌های بازیافت ارزیابی کرد. این مطالعه مسیرهای بازیابی مکانیکی، حرارتی و شیمیایی را مقایسه کرد و نشان داد بسیاری از فرایندها موجب افت کیفیت تایر می‌شوند و در نتیجه، استفاده مجدد را به کاربردهای کم‌ارزش محدود می‌کنند (برای مثال بازیابی انرژی یا استفاده به‌عنوان پرکننده در جاده‌ها و زمین‌های ورزشی)؛ درعین حال، دی ولکانیزاسیون زیست‌فناورانه با استفاده از میکروارگانیسم‌ها/آنزیم‌ها را به‌عنوان مسیر امیدبخش برای استفاده مجدد باارزش بالاتر، مانند تولید تایرهای جدید، برجسته کرد. آویلس - پالاسیوس و همکاران (۲۰۲۱) پایداری مدل‌های مدیریت پسماند در اقتصادهای چرخشی را به‌صورت تجربی ارزیابی کردند و رویکردهایی که چرخه‌ای‌سازی را ترویج می‌کند با رویکردهایی که این پرسش را مطرح می‌کند؛ آیا سیستم‌های چرخشی به‌خودی‌خود پایدار هستند یا خیر، مقایسه کردند. این مطالعه با استفاده از ردپای کربن به‌عنوان شاخص اصلی پایداری، یک مدل مبتنی بر SBA را برای سیستم‌های جمع‌آوری تایرهای پایان عمر توسعه داد و به کار گرفت و بر SIGNUS به‌عنوان طرح اصلی مسئولیت‌پذیری جمعی تولیدکننده در اسپانیا تمرکز کرد. نتیجه‌ها نشان داد ردپای کربن در چارچوب مسئولیت‌پذیری جمعی تولیدکننده به‌طور قابل‌توجهی کمتر از فرایندهای غیرخطی است و بر ضرورت بازطراحی این سیستم‌ها برای کاهش پسماند و بهبود کارایی کلی سیستم، باوجود پیامدهای جانبی، تأکید کرد. ماگاکولا و همکاران (۲۰۲۳) با انجام یک تحلیل کتاب‌سنجی و تلفیق فرایندهای کلیدی و رویکردهای مدیریتی، پیشرفت‌های اخیر در حوزه تایرهای فرسوده را مرور

کردند. این پژوهش با استفاده از کلیدواژه‌های هدفمند مربوط به تایرهای فرسوده، انتشارات بازه ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۳ را استخراج کرد، از افزایش ۸۰ درصدی پژوهش‌های بازیافت با پیشتازی چین و ایالات متحده گزارش داد و پیرولیز و دی‌ولکانیزاسیون را به‌عنوان پیشرفت‌های مهم اقتصاد چرخشی معرفی کرد که تولید سوخت و تایر قابل‌استفاده مجدد را ممکن می‌سازند. همچنین ابعاد مسئله را برجسته کرد حدود ۱.۵ میلیارد حلقه تایر فرسوده (حدود ۲۶ میلیون تن) در سال تولید می‌شود و ویژگی‌های ماده و مسیرهای کاربردی (مانند کاربردهای مهندسی عمران و پرکردن) را برای پشتیبانی از راهکارهای دفع دوستدار محیط‌زیست و مقرون‌به‌صرفه و کاهش انباشت محیط‌زیستی مورد بحث قرارداد. حسن و همکاران (۲۰۲۴) کاربرد تایر پایان عمر در مهندسی عمران و ساخت‌وساز را به‌عنوان مسیری برای پایداری و اقتصاد چرخشی، در شرایط افزایش تقاضای جهانی برای تایر و رشد انباشت پسماند، مرور کردند. این مطالعه پیشرفت‌های پژوهشی اخیر و چالش‌های کلیدی در کاربردهای ساختمانی مرتبط با تایرهای پایان عمر را جمع‌بندی کرد و همچنین مواد ساختمانی تجاری موجود مبتنی بر تایر بازیافتی را از جمله ویژگی‌ها، استانداردهای آزمون مرتبط و الزامات گواهی‌نامه - بررسی کرد و طبق ادعای نویسندگان برجسته ساخت که این نخستین مرور است که به‌طور مشخص فرآورده‌های تجاری را برای کاربردهای مهندسی عمران پوشش می‌دهد. چاپونان و همکاران (۲۰۲۴) یک مرور نظام‌مند ادبیات را برای شناسایی فناوری‌های نوظهور مبتنی بر اقتصاد چرخشی در بهره‌برداری از پسماند تایرهای تایری، در مواجهه با چالش‌های مستمر دفع نامناسب و تولید بالای سالانه، انجام دادند. این پژوهش با به‌کارگیری روش PICOC برای تعریف سؤال پژوهش و عبارت جست‌وجو و با اعمال غربالگری مبتنی بر PRISMA همراه با معیارهای ورود و خروج، ۳۱ مقاله را از پایگاه‌های اسکوپوس و ساینس‌دایرکت

انتخاب کرد. یافته‌ها پیرولیز، گازی‌سازی، احتراق و کاربرد در تولید مصالح ساختمانی را به‌عنوان گزینه‌های امیدبخش‌تر برجسته کرد، پیرولیز را به دلیل تولید فرآورده‌های جانبی با ارزش بالاتر مورد تأکید قرارداد و گازی‌سازی/احتراق را از منظر امکان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مهم دانست و در نهایت نتیجه گرفت که فناوری‌های مبتنی بر اقتصاد چرخشی برای بهینه‌سازی ارزش پسماند تایر و کاهش آثار محیط‌زیستی ضروری هستند. اعتمادی و همکاران (۲۰۲۵) با به‌کارگیری سیستم‌های ابتکاری انتقادی و سایر روش‌های سیستم‌نگر در بخش انرژی، بر مشارکت ذی‌نفعان و پایداری بلندمدت تأکید کردند، و ابراهیمی و همکاران (۲۰۲۵) استفاده از سیستم‌های ابتکاری انتقادی را برای تحلیل شبکه آب - انرژی - غذا در ایران به کار گرفتند و نقاط ضعف تصمیم‌گیری پراکنده، برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و همکاری بین‌رشته‌ای ناکافی را شناسایی کردند؛ به همین ترتیب، فتحی و همکاران (۲۰۲۵) دآوری‌های مرزی ذی‌نفعان در شرکت گاز ایران را بررسی کردند و شکاف‌های موجود و نیاز به انرژی پاک و تخصص چندرشته‌ای را نشان دادند. این مطالعات به‌وضوح کاربرد سیستم‌های ابتکاری انتقادی را در شناسایی نارسایی‌های سیستمی و اطلاع‌رسانی به طراحی و حکمرانی سیستم‌های پیچیده تأیید می‌کنند که رویکرد مشابه می‌تواند در تحلیل و طراحی گذار به اقتصاد چرخشی صنعت تایر ایران نیز به کار گرفته شود.

روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه، برای واکاوی نظام‌مند فرصت‌ها و محدودیت‌های حرکت صنعت تایر ایران به‌سوی اقتصاد چرخشی با تأکید بر بازیافت و سامان‌دهی تایرهای پایان عمر از یک طرح پژوهشی کیفی بهره گرفته شد که چارچوب تحلیل آن بر مبنای «سیستم‌های ابتکاری انتقادی» استوار است. مشارکت‌کنندگان پژوهش از میان طیفی از خبرگان و کنشگران کلیدی انتخاب

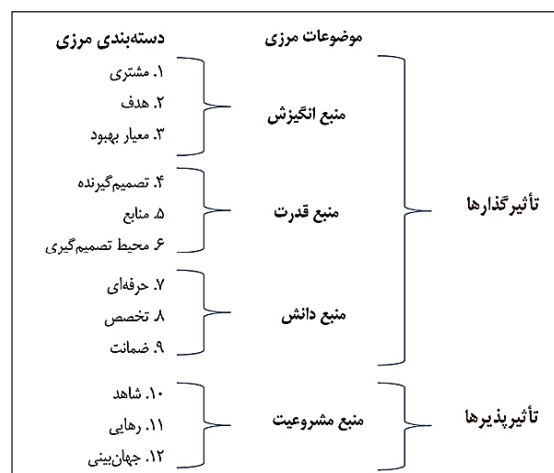
شدند؛ از جمله متخصصان تولید تایلر و تایر، فعالان حوزه پسماند و بازیافت تایر، کارشناسان سیاست‌گذاری صنعتی و محیط‌زیست، نمایندگان نهادهای تنظیم‌گر و نظارتی، و بازیگران مرتبط با زنجیره تأمین، توزیع و بازار. گردآوری داده‌ها از طریق انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۲ نفر از خبرگان انجام شد؛ افرادی که بر پایه معیارهایی مانند حداقل ده سال تجربه تخصصی، سابقه فعالیت مدیریتی یا سیاستی و درگیری عملی با مسائل صنعت تایر، جریان تایرهای پایان عمر و سازوکارهای مدیریت و بازیافت پسماند انتخاب شدند. داده‌های حاصل باتکیه بر دوازده پرسش مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی و از طریق مقایسه منظم «وضع موجود» با «وضع مطلوب» تحلیل شد و در نتیجه، مجموعه‌ای از فرصت‌ها و موانع اثرگذار در سطوح نهادی، مقرراتی، زیرساختی، اقتصادی و اجتماعی شناسایی و صورت‌بندی شد. سپس برای انسجام‌بخشی به تفسیر نتیجه‌ها، یافته‌ها در چهار محور انگیزه، کنترل، تخصص و مشروعیت سامان‌دهی شد تا قضاوت‌های مرزی نهفته روشن شود، نقاط تعارض و شکاف‌های دیدگاهی میان ذی‌نفعان آشکار شود و تصویری دقیق‌تر از نحوه تعریف موفقیت در مدیریت تایرهای پایان عمر به دست آید. در نهایت این رویکرد تحلیلی، زمینه استخراج پیشنهادها، اجرای و سیاستی را فراهم کرد؛ پیشنهادهایی که می‌تواند در جهت تقویت سازوکارهای گذار واقعی به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران به کار گرفته شود.

۱- رویکرد سیستم‌های ابتکاری انتقادی

سیستم‌های ابتکاری انتقادی به‌عنوان یکی از رهیافت‌های کلیدی در تفکر سیستمی انتقادی، با این هدف به کار گرفته می‌شود که داورهای مرزی، سازوکارهای قدرت، ذی‌نفعان کمتر دیده شده و پیش‌فرض‌های هنجاری نهفته در مسائل پیچیده اجتماعی - فنی را آشکار کند. مبنای این رویکرد آن است که هر نظام تصمیم‌گیری بر مجموعه‌ای از مرزهای آشکار

و پنهان استوار است؛ مرزهایی که مشخص می‌سازند چه افرادی ذی‌نفع قلمداد می‌شوند، کدام نوع دانش اعتبار بیشتری می‌یابد و منافع کدام گروه‌ها در اولویت قرار می‌گیرد. از این منظر، سیستم‌های ابتکاری انتقادی به‌ویژه برای بررسی مسائل گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر که با تعارض منافع، ابهام و عدم قطعیت دانشی و تنوع گسترده ذی‌نفعان همراه است، چارچوبی مناسب فراهم می‌کند. در این پژوهش، سیستم‌های ابتکاری انتقادی به‌عنوان چارچوب اصلی تحلیل کیفی برای گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر مورد استفاده قرار گرفت. پیاده‌سازی این رویکرد در چهار گام انجام شد. در گام نخست، حدود و مرزهای اولیه مسئله گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر تعیین شد و ذی‌نفعان محوری شامل نهادهای دولتی و تنظیم‌گر، تولیدکنندگان و واردکنندگان، بازیافت‌کنندگان و فعالان مدیریت پسماند، کنشگران بازار و توزیع، متخصصان فنی و سایر بازیگران نهادی شناسایی شدند. در گام دوم، دوازده سؤال مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی که در چهار بُعد «انگیزش»، «کنترل»، «دانش» و «مشروعیت» سامان‌دهی می‌شوند، مبنای تدوین سؤالات مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته قرار گرفت. این سؤالات به‌نحوی طراحی شدند که هم وضعیت موجود گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر و هم تصویر مطلوب از نگاه خبرگان را پوشش دهند. در گام سوم، پاسخ‌های خبرگان به پرسش‌های مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی با رویکرد مقایسه‌ای «آنچه هست» در برابر «آنچه باید باشد» تحلیل شد. این تحلیل امکان شناسایی شکاف‌های نهادی، تعارض‌های هنجاری، نادیده گرفتن یا کم‌رنگ کردن برخی ذی‌نفعان، و نیز ناهمخوانی میان اهداف اعلام شده و سازوکارهای اجرایی را فراهم ساخت. در گام چهارم، موارد به‌دست‌آمده بازبینی و یکپارچه‌سازی شد تا از هم‌پوشانی مفهومی جلوگیری شود و فهرستی منسجم و قابل‌استفاده برای تحلیل علی در مرحله بعد فراهم آید. همان‌گونه که در شکل (۱) نشان داده شده است، تمرکز سیستم‌های ابتکاری انتقادی بر

چهار منبع نفوذ و دوازده سؤال مرزی، امکان تحلیل نظام‌مند داوری‌های مرزی و شناسایی شکاف‌های گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر را مهیا می‌سازد.



شکل ۱- چارچوب مفهومی سیستم‌های ابتکاری انتقادی

به‌ویژه حوزه بازیافت و مدیریت تایرهای پایان عمر، به‌خودی‌خود متنوع و گاه متعارض است. این تفاوت‌ها از نقش‌ها و منافع حرفه‌ای متفاوت، جایگاه‌های سازمانی گوناگون، تجربه‌های فنی و عملی متنوع، و نیز برداشت‌های متفاوت از اولویت‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی می‌شود. در نتیجه، مسائل مرتبط با گذار به اقتصاد چرخشی در این صنعت بر اساس داوری‌های مرزی مختلف صورت‌بندی و تفسیر می‌شود؛ داوری‌هایی که تعیین می‌کنند کدام موضوعات به‌عنوان «مانع» یا «فرصت» برجسته شوند، چه ریسک‌هایی پررنگ یا نادیده گرفته شوند و چه راهکارهایی عملی، قابل‌دفاع یا اثربخش تلقی شوند. به‌جای تلاش برای تحمیل یک تفسیر واحد یا رسیدن به اجماع ظاهری، سیستم‌های ابتکاری انتقادی این تکرر دیدگاه‌ها را به‌عنوان منبعی تحلیلی و معنادار برای فهم عمیق‌تر مسئله به کار می‌گیرد. سیستم‌های ابتکاری انتقادی با مقایسه نظام‌مند پاسخ‌های خبرگان به نسخه‌های «وضعیت موجود» (What is) و «وضعیت مطلوب» (What ought to be) پرسش‌های مرزی، امکان آشکارسازی مفروضات ضمنی، نقاط کور تصمیم‌گیری و زمینه‌های ساختاری شکل‌گیری موانع و ازدست‌رفتن فرصت‌ها را فراهم می‌سازد؛ مواردی که به‌طور معمول در تحلیل‌های فقط فنی یا اقتصادی به‌طور کامل دیده نمی‌شوند. در این پژوهش، پاسخ‌ها بر پایه دوازده سؤال مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی و در چهار بُعد اصلی «انگیزش»، «کنترل»، «دانش» و «مشروعیت» تحلیل شد و برای هر بُعد، وضعیت موجود گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران با وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان مقایسه شد. این مقایسه افزون‌بر روشن کردن تفاوت‌های ارزشی و ترجیحات ذی‌نفعان، شکاف‌هایی را نشان داد که می‌توانند به‌عنوان ریشه‌های کلیدی موانع و نیز نقاط اتکای شکل‌گیری فرصت‌های مؤثر در گذار به اقتصاد چرخشی تفسیر شوند. جدول (۱) جمع‌بندی تلفیقی این داوری‌های مرزی را ارائه می‌دهد.

شکل (۱) مدل مفهومی سیستم‌های ابتکاری انتقادی را ترسیم می‌کند؛ مدلی که بر چهار منبع نفوذ «انگیزش»، «کنترل»، «دانش» و «مشروعیت» استوار است و برای هر یک، مجموعه‌ای از دوازده سؤال مرزی را در بر می‌گیرد. در این پژوهش، پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها با رویکرد مقایسه‌ای میان «وضعیت موجود» و «وضعیت مطلوب» انجام شد تا داوری‌های مرزی مؤثر بر گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران و نیز مهم‌ترین فرصت‌ها و موانع مرتبط با بازیافت و مدیریت تایرهای پایان عمر شناسایی و استخراج شود. نتیجه‌های به‌دست آمده از این مرحله، مبنای صورت‌بندی و جمع‌بندی یافته‌های پژوهش قرار گرفت و به‌عنوان چارچوبی برای تفسیر منسجم چالش‌ها و ارائه پیشنهادها سیاستی و اجرایی در ادامه مطالعه به کار رفت.

نتیجه‌ها و بحث

دیدگاه‌های خبرگان و کنشگران مرتبط با صنعت تایر ایران و

جدول ۱- داوری‌های مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران

تأمل انتقادی (شکاف موجود - مطلوب)	وضعیت مطلوب (What Ought to Be)	وضعیت موجود (What Is)	تمرکز مرزی	بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی
هدف‌گذاری کوتاه‌مدت، مسیرها را به سمت دفع/بازیابی کم‌ارزش سوق می‌دهد و انگیزه سرمایه‌گذاری در فناوری‌ها و بازارهای باارزش افزوده بالاتر را تضعیف می‌کند.	هدف باید به‌صورت صریح بر «حفظ ارزش ماده»، کاهش تولید پسماند در مبدأ، افزایش روکش‌گذاری و بازیافت باکیفیت، کاهش اثرات محیط‌زیستی، و ایجاد بازار پایدار برای فرآورده‌های بازیافتی استوار باشد.	هدف غالب در مدیریت تایرهای پایان عمر، کنترل حداقلی پیامدها و جمع‌آوری/دفع با کمترین هزینه و کمترین تنش اجرایی است؛ تمرکز بر رفع مشکل‌های فوری (انباشت، شکایت‌ها، آتش‌سوزی) بیشتر از ایجاد چرخه‌های ارزش است.	هدف سیستم	انگیزش
تعریف محدود ذی‌نفعان موجب می‌شود هزینه‌های بیرونی (آلودگی، ریسک آتش‌سوزی، سلامت) و نیز ظرفیت‌های واقعی زنجیره (به‌ویژه بخش غیررسمی) در طراحی راه‌حل‌ها لحاظ نشود.	ذی‌نفعان باید شبکه‌ای و زنجیره‌ای تعریف شوند و شامل تولیدکنندگان/واردکنندگان، توزیع‌کنندگان، ناوگان، شهرداری‌ها، محیط‌زیست و بهداشت، بخش غیررسمی، و جامعه محلی/مصرف‌کننده باشد.	ذی‌نفعان اصلی در عمل «جمع‌آور/تفکیک‌کننده»، «بازیافت‌کننده» و بخشی از شبکه‌های بازار و توزیع‌اند؛ نقش مصرف‌کنندگان، ناوگان حمل‌ونقل، شهرداری‌ها، و ساکنان مناطق مجاور محل‌های انباشت/فراوری کمتر در تصمیم‌سازی دیده می‌شود.	ذی‌نفعان	
تمرکز بر کمیت خروج تایر از محیط، می‌تواند به «جابه‌جایی مشکل» (از انباشت به فراوری کم‌کیفیت/پراکندگی) منجر شود و کیفیت و ایمنی را به حاشیه ببرد.	معیارها باید ترکیبی باشند: نرخ روکش‌گذاری، سهم بازیافت مادی با استاندارد، شاخص‌های کیفیت محصول بازیافتی، کاهش دفن/راه‌سازی، ردیابی و شفافیت جریان، و کاهش اثرات محیط‌زیستی و کربنی.	معیارها عمدتاً کمی و اجرایی‌اند: مقدار جمع‌آوری، تعداد نقاط پاک‌سازی‌شده، یا میزان خروج تایر از انباشتگاه‌ها؛ کیفیت خروجی‌های بازیافت، ردیابی جریان، و اثرات محیط‌زیستی کمتر معیار رسمی ارزیابی است.	معیار موفقیت/ بهبود	
پراکندگی تصمیم‌گیری بدون هماهنگی، باعث ناهمخوانی سیاست‌ها، ناپایداری قواعد و کاهش سرمایه‌گذاری بلندمدت در فناوری و زیرساخت بازیافت می‌شود.	تصمیم‌گیری باید با یک سازوکار هماهنگ‌کننده بین‌بخشی انجام شود که وظایف و اختیارات روشن، اهداف مشترک، و نمایندگی واقعی زنجیره (تولید تا پسماند) را تضمین کند.	تصمیم‌گیری پراکنده و چندمرکزی است و بین نهادهای مختلف، بخش خصوصی و شهرداری‌ها توزیع شده اما سازوکار یکپارچه برای هم‌راستاسازی اهداف وجود ندارد؛ نقش تشکلهای تخصصی و بازیافت‌کنندگان در تنظیم‌گری یکدست نیست.	تصمیم‌گیرندگان	کنترل
کمبود منابع و ناپایداری حمایت‌ها، مسیر بازار را به سمت گزینه‌های کم‌هزینه و کم‌کیفیت سوق می‌دهد و امکان شکل‌گیری حلقه‌های ارزش پایدار را کاهش می‌دهد.	منابع باید پایدار، قابل‌پیش‌بینی و هدفمند شود: حمایت از زیرساخت جمع‌آوری و لجستیک معکوس، آزمایشگاه‌های کیفیت، استانداردسازی، و مشوق‌های اقتصادی برای فرآورده‌های بازیافتی باکیفیت.	منابع مالی و زیرساختی برای جمع‌آوری، تفکیک، حمل و فراوری پایدار محدود است؛ مشوق‌ها ناپیوسته و بیشتر واکنشی است؛ دسترسی به داده، تجهیزات پایش و استانداردسازی کافی نیست.	منابع و اهرم‌ها	
وقتی محیط تصمیم‌گیری بی‌ثبات است، بازیگران به راه‌حل‌های کوتاه‌مدت متمایل می‌شوند و کیفیت، ایمنی و سرمایه‌گذاری بلندمدت قربانی می‌شود.	محیط تصمیم‌گیری باید با قواعد پایدار، شفافیت اطلاعات، استانداردهای اجرایی، و سیاست‌های کاهش ریسک بازار (خرید تضمینی/قراردادهای بلندمدت/تسهیل زنجیره تأمین) قابل‌پیش‌بینی‌تر شود.	محیط تصمیم‌گیری با عدم قطعیت‌های جدی همراه است: نوسان قیمت مواد، هزینه انرژی و حمل، نبود بازار مطمئن برای خروجی‌ها، ضعف نظارت یکپارچه، و حضور هم‌زمان بخش رسمی و غیررسمی بدون قواعد روشن.	محدودیت‌ها/ محیط تصمیم‌گیری	

ادامه جدول ۱-

تأمل انتقادی (شکاف موجود - مطلوب)	وضعیت مطلوب (What Ought to Be)	وضعیت موجود (What Is)	تمرکز مرزی	بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی
نبود داده قابل‌انکاء، تصمیم‌ها را بر حدس و تجربه‌های جزیره‌ای استوار می‌کند و اختلاف‌نظرها درباره «بهترین مسیر» را تشدید می‌سازد.	دانش معتبر باید ترکیبی باشد: داده‌های میدانی زنجیره، پایش محیط‌زیستی، استانداردهای کیفیت، و تجربه عملی بازیافت‌کنندگان و ناوگان؛ و به یک سامانه داده/ردیابی قابل‌اعتماد متصل شود.	دانش غالب، فنی و اجرایی محدود به هر حلقه است (جمع‌آوری، پیرولیز، گرانول‌سازی، روکش و...)، اما داده‌های جامع درباره جریان مواد، ترکیب تایرها، کیفیت خروجی‌ها، و اثرات محیط‌زیستی یکپارچه و قابل‌انکاء نیست.	دانش معتبر	دانش
شکاف میان دانش رسمی و تجربه میدانی، منجر به سیاست‌های غیرقابل‌اجرا یا مقرراتی می‌شود که با واقعیت بازار و ظرفیت‌ها هم‌خوانی ندارد.	کارشناسان باید چندمنبعی تعریف شوند: متخصصان دانشگاهی و استاندارد، همراه با خبرگان عملیاتی زنجیره (جمع‌آوری، روکش، بازیافت، حمل‌ونقل) به‌عنوان صاحبان دانش مشروع.	تعریف «کارشناس» عمدتاً رسمی و نهادی است و مشارکت میدانی بازیافت‌کنندگان، جمع‌آوران، روکش‌کاران و ناوگان در تصمیم‌سازی محدود یا نامنظم است.	کارشناسان/ صاحبان دانش	
بدون تضمین کیفیت، فرآورده‌های بازیافتی وارد کاربردهای کم‌ارزش می‌شوند، بازار شکل نمی‌گیرد و چرخه اقتصادی پایدار به وجود نمی‌آید.	تضمین کیفیت باید مبتنی بر استانداردهای روشن، آزمایشگاه و پایش منظم، گواهی‌نامه محصول، و سازوکارهای ردیابی و پاسخگویی در کل زنجیره باشد.	کنترل کیفیت در بسیاری از حلقه‌ها (تفکیک، تولید گرانول، پیرولیز، فرآورده‌های ثانویه) یکنواخت نیست؛ استانداردها یا اجرا نمی‌شود یا نظارت و ظرفیت آزمون کافی وجود ندارد؛ اعتماد بازار به برخی خروجی‌ها شکننده است.	تضمین کیفیت/ صلاحیت	
حذف صدای متأثران، مقاومت اجتماعی و بی‌اعتمادی ایجاد می‌کند و اجرای طرح‌های بازیافت/زیرساختی را پرهزینه و ناپایدار می‌سازد.	گروه‌های متأثر باید امکان مشارکت، دسترسی به اطلاعات، و بیان نگرانی‌ها درباره آلودگی، ایمنی و سلامت را داشته باشند و سازوکار رسیدگی و جبران خسارت شفاف باشد.	گروه‌هایی که بیشترین اثر را می‌پذیرند (ساکنان نزدیک محل‌های انباشت/فرآوری، مصرف‌کنندگان، و حتی بخشی از کارگران و فعالان غیررسمی) کمترین نقش را در تعریف مسئله و انتخاب راهکار دارند.	ذی‌نفعان متأثر/ هزینه پردازان	مشروعیت
ضعف پاسخگویی باعث می‌شود هزینه‌های منفی به جامعه منتقل شود و درعین‌حال، بازیگران متعهد به کیفیت در رقابت با بازیگران کم‌کیفیت آسیب ببینند.	نمایندگی باید شفاف و پاسخگو باشد: تعیین مسئولیت‌ها در زنجیره، سازوکار گزارش‌دهی عمومی، ممیزی مستقل، و امکان پیگیری تخلفات و آثار محیط‌زیستی.	نمایندگی منافع عمومی پراکنده و بیشتر اداری است؛ مسئولیت‌پذیری در قبال پیامدهای محیط‌زیستی و کیفیت خروجی‌ها روشن و قابل‌پیگیری نیست؛ مسیر شکایت و نظارت عمومی محدود است.	نمایندگی و پاسخگویی	
تا وقتی منطق مسلط دفع محور باشد، حتی فناوری‌های موجود هم به خروجی‌های کم‌ارزش ختم می‌شوند و گذار واقعی به اقتصاد چرخشی محقق نمی‌شود.	جهان‌بینی مطلوب، «منبع‌محور» و چرخه‌ای است: تایر پایان عمر به‌عنوان ذخیره ماده و انرژی با اولویت حفظ ارزش مادی، توسعه بازار و نوآوری، و کاهش آثار محیط‌زیستی تعریف شود.	نگاه غالب، «حل مسئله پسماند» به‌عنوان یک کار خدماتی/دفعی است؛ تایر پایان عمر بیشتر «بار هزینه» دیده می‌شود تا «منبع ثانویه»؛ نتیجه، ترجیح گزینه‌های کم‌هزینه کوتاه‌مدت است.	جهان‌بینی/ منطق مسلط	

بر اساس نظر خبرگان، در وضعیت موجود هدف عملی مدیریت تایرهای پایان عمر بیشتر «کنترل مسئله با کمترین هزینه و در کوتاه‌مدت» است؛ یعنی جمع‌آوری و انتقال تایرهای فرسوده،

الف) پاسخ به سؤالات مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی
سؤال مرزی ۱: هدف سیستم در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران چیست و چه باید باشد؟

کاهش انباشت‌های قابل مشاهده، و پیشگیری از پیامدهای فوری مانند آتش‌سوزی و شکایت‌های محلی. در این چارچوب، موفقیت به‌طور عمده با شاخص‌های کمی و اجرایی (مثل میزان جمع‌آوری یا خروج تایلر از محیط) سنجیده می‌شود و کیفیت خروجی‌های بازیافت و ارزش‌آفرینی چرخه‌ای در اولویت پایین‌تری قرار می‌گیرد. در وضعیت مطلوب از دیدگاه خبرگان، هدف باید از «دفع محوری» به «منبع‌محوری» تغییر کند؛ به این معنا که تأثیر فرسوده به‌عنوان ذخیره‌ای ارزشمند دیده شود و تمرکز بر کاهش تولید پسماند در مبدأ، افزایش عمر تأیر (به‌ویژه از مسیر روکش‌گذاری)، توسعه بازیافت مادی با کیفیت و قابل‌ردیابی، کاهش دفن و رهاسازی، و کاهش اثرات محیط‌زیستی باشد. شکاف اصلی میان موجود و مطلوب آن است که هدف‌گذاری کوتاه‌مدت و کمیت محور، مسیر را به سمت راه‌حل‌های کم‌ارزش سوق می‌دهد و انگیزه برای سرمایه‌گذاری در استانداردسازی، کنترل کیفیت، زیرساخت و بازار فراورده‌های بازیافتی را تضعیف می‌کند؛ در حالی که بازیافت هدف به سمت ارزش‌محوری و کیفیت محوری می‌تواند گذار واقعی به اقتصاد چرخشی را تقویت کند.

سؤال مرزی ۲: ذی‌نفعان اصلی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران چه کسانی هستند و چه کسانی باید باشند؟ بر اساس نتیجه‌های استخراج‌شده از مصاحبه‌ها، در وضعیت موجود ذی‌نفعان اصلی در عمل بیشتر حول بازیگران نزدیک به «مدیریت روزمره تأیر فرسوده» تعریف می‌شوند؛ یعنی حلقه‌های جمع‌آوری و تفکیک، واحدهای بازیافت/فراوری، و بخش‌هایی از شبکه بازار و توزیع. در این چارچوب، نقش برخی گروه‌ها که یا در ایجاد جریان پسماند اثر گذارند یا پیامدهای آن را مستقیم تحمل می‌کنند؛ مانند مصرف‌کنندگان، ناوگان حمل‌ونقل، شهرداری‌ها، ساکنان مجاور محل‌های انباشت و فراوری کمرنگ‌تر دیده می‌شود و حضور بخش غیررسمی نیز اغلب به‌صورت حاشیه‌ای و بدون تعریف روشن در سازوکارها منعکس می‌شود. در وضعیت

مطلوب از دید خبرگان، ذی‌نفعان باید به‌صورت شبکه‌ای و در امتداد کل زنجیره تعریف شوند و همه حلقه‌ها را پوشش دهند؛ از تولیدکنندگان و واردکنندگان (به‌عنوان بازیگران اثرگذار در طراحی محصول و مسئولیت‌پذیری)، تا توزیع‌کنندگان و بازار، ناوگان و مصرف‌کنندگان (به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی جریان تأیر پایان عمر)، شهرداری‌ها و مجریان محلی، نهادهای محیط‌زیست و بهداشت، بازیافت‌کنندگان و فعالان مدیریت پسماند، و همچنین بخش غیررسمی که در واقعیت سهمی در گردش تأیرهای فرسوده دارد و باید در قواعد، مشوق‌ها و نظارت‌ها دیده شود. افزون بر این، خبرگان تأکید دارند جامعه محلی و گروه‌های متأثر باید به‌عنوان ذی‌نفعان مشروع در نظر گرفته شوند، چون هزینه‌های بیرونی (آلودگی، بو، ریسک آتش‌سوزی و اثرات سلامت) را تجربه می‌کنند. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد که تعریف محدود ذی‌نفعان باعث می‌شود هم هزینه‌های بیرونی و پیامدهای اجتماعی - محیط‌زیستی در طراحی راهکارها کمتر لحاظ شود و هم ظرفیت‌های واقعی زنجیره (به‌ویژه بخش غیررسمی) در سیاست‌ها و برنامه‌ها نادیده بماند؛ نتیجه آنکه گذار به اقتصاد چرخشی به‌جای یک حرکت زنجیره‌ای و هماهنگ، به مجموعه‌ای از اقدامات پراکنده و کوتاه‌مدت تبدیل می‌شود.

سؤال مرزی ۳: معیارهای موفقیت در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران چیست و چه باید باشد؟ بر مبنای دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود معیارهای موفقیت به‌طور عمده کمی و اجرایی تعریف می‌شوند؛ یعنی تمرکز اصلی بر میزان جمع‌آوری تأیرهای فرسوده، کاهش یا پاک‌سازی نقاط انباشت، و حجم خروج تایلر از محیط است. در این چارچوب، سنجه‌ها بیشتر نشان می‌دهند «چه مقدار تأیر جابه‌جا شده یا از دید خارج شده» و کمتر به این می‌پردازند که این تأیرها با چه کیفیتی وارد فرایندهای روکش‌گذاری یا بازیافت شده‌اند،

خروجی‌ها چه استاندارد دارند، و مسیر جریان مواد تا چه حد قابل‌ردیابی و شفاف است. به همین دلیل، کیفیت و اثرات محیط‌زیستی در بسیاری موارد به‌عنوان معیارهای ثانویه یا غیررسمی باقی می‌مانند. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، معیارهای موفقیت باید از کمیت محوری صرف فراتر برود و به سمت سنجه‌های کیفی، زنجیره‌ای و پیامد محور حرکت کند. در این حالت، افزون بر کاهش دفن و رهاسازی، شاخص‌هایی مانند افزایش نرخ روکش‌گذاری، سهم بازیافت مادی استاندارد و باکیفیت، کیفیت و قابلیت پذیرش بازار برای فراورده‌های بازیافتی، شفافیت و ردیابی جریان تیرهای پایان عمر، و کاهش اثرات محیط‌زیستی و کربنی باید در مرکز ارزیابی قرار گیرد. به بیان دیگر، موفقیت زمانی معنا پیدا می‌کند که تأیر پایان عمر نه فقط «جمع‌آوری» بلکه در حلقه‌های ارزش باکیفیت قابل قبول بازگشت داده شود. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد اتکای غالب به معیارهای کمی می‌تواند به «جابه‌جایی مسئله» منجر شود؛ یعنی تأیرها از محل انباشت خارج شوند؛ اما به مسیرهای کم‌کیفیت یا کم‌ارزش هدایت شوند و در نتیجه، بازار پایدار و اعتماد به فراورده‌های بازیافتی شکل نگیرد؛ بنابراین، براساس نظر خبرگان، تغییر معیارها به سمت کیفیت، ردیابی و پیامدهای محیط‌زیستی شرط مهم برای تقویت گذار واقعی به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران است.

سؤال مرزی ۴: چه منابعی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران تحت کنترل تصمیم‌گیرندگان است و چه منابعی باید باشد؟

بر اساس نظر خبرگان، در وضعیت موجود منابع و اهرم‌های در دست نهادهای مسئول برای پیشبرد مدیریت تأیرهای پایان عمر و تقویت بازیافت پایدار، محدود و ناپیوسته است. حمایت‌های مالی و زیرساختی برای حلقه‌های کلیدی مانند جمع‌آوری، تفکیک، حمل‌ونقل و فراوری کافی و پایدار نیست

و مشوق‌ها اغلب به‌صورت کوتاه‌مدت و واکنشی به بحران‌ها یا نوسانات بازار اعمال می‌شود. هم‌چنین ظرفیت‌ها و ابزارهای لازم برای استانداردسازی، کنترل کیفیت، پایش و دسترسی به داده‌های معتبر در سطح زنجیره محدود است؛ به‌طوری‌که امکان شکل‌دهی به سازوکارهای قابل‌انکا برای ردیابی جریان تأیرهای پایان عمر و ارزیابی عملکرد واحدها به‌صورت یکپارچه فراهم نیست. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، منابع باید پایدار، قابل‌پیش‌بینی و هدفمند سازمان‌دهی شود تا امکان توسعه حلقه‌های ارزش در اقتصاد چرخشی فراهم شود. این منابع شامل پشتیبانی مؤثر از زیرساخت‌های جمع‌آوری و لجستیک معکوس، تقویت ظرفیت‌های استاندارد و آزمایشگاهی برای سنجش کیفیت فراورده‌های بازیافتی، ایجاد و تقویت مشوق‌های اقتصادی برای تولید و مصرف فراورده‌های بازیافتی باکیفیت، و فراهم‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی و ردیابی برای شفافیت جریان مواد است. به بیان دیگر، خبرگان تأکید دارند که بدون کنترل و تخصیص پایدار منابع در این حوزه‌ها، امکان برنامه‌ریزی بلندمدت و سرمایه‌گذاری صنعتی برای بازیافت باارزش افزوده بالا محدود می‌ماند. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد محدودیت منابع و ناپایداری حمایت‌ها، مسیر بازیافت را به سمت گزینه‌های کم‌هزینه و کم‌کیفیت سوق می‌دهد و انگیزه سرمایه‌گذاری در زیرساخت و فناوری‌های باکیفیت را تضعیف می‌کند؛ بنابراین، براساس یافته‌های خبرگان، تقویت منابع قابل‌کنترل و جهت‌دهی آن‌ها به سمت استانداردسازی، کیفیت، لجستیک معکوس و توسعه بازار، نقش تعیین‌کننده‌ای در گذار واقعی به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران دارد.

سؤال مرزی ۵: تصمیم‌گیرندگان اصلی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران چه کسانی هستند و چه کسانی باید باشند؟

بر اساس جمع‌بندی دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود

در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران تلقی می‌شود و چگونه باید با آن مواجه شد؟

بر اساس دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود مجموعه‌ای از عوامل به‌عنوان «شرایط بیرونی و خارج از کنترل» تلقی می‌شوند که مسیر مدیریت تایرهای پایان عمر و توسعه بازیافت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مهم‌ترین این شرایط شامل نوسان قیمت مواد و بازار، هزینه و ناپایداری انرژی، افزایش هزینه‌های حمل‌ونقل و لجستیک، و نبود بازار مطمئن برای فرآورده‌های خروجی بازیافت است. در کنار این موارد، خبرگان به ضعف نظارت یکپارچه و نیز هم‌زمانی فعالیت بخش رسمی و غیررسمی بدون قواعد روشن و پایدار اشاره می‌کنند که سبب می‌شود پیش‌بینی‌پذیری تصمیم‌ها کاهش یابد و برخی مسیرهای کم‌هزینه اما کم‌کیفیت تقویت شود. در چنین شرایطی، واکنش غالب اغلب کوتاه‌مدت و مسئله‌محور است؛ یعنی تمرکز بر عبور از بحران‌های مقطعی و نه مدیریت ریسک‌های ساختاری. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، اگرچه بسیاری از این عوامل به‌طور کامل قابل حذف نیستند، اما می‌توان با کاهش عدم قطعیت و مدیریت ریسک اثر آن‌ها را کنترل‌پذیرتر کرد. به همین دلیل، مواجهه مطلوب شامل ایجاد قواعد پایدار و قابل پیش‌بینی برای فعالیت بازیگران، ارتقای شفافیت اطلاعات و ردیابی جریان تایرهای پایان عمر، و تقویت استانداردهای اجرایی و نظارتی است تا کیفیت قربانی فشارهای بازار نشود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود برای کاهش ریسک بازار فرآورده‌های بازیافتی، سیاست‌هایی مانند تسهیل قراردادهای بلندمدت، سازوکارهای تضمین تقاضا یا خرید، و مشوق‌های اقتصادی هدفمند به کار گرفته شود تا سرمایه‌گذاری در زیرساخت و فناوری‌های باکیفیت امکان‌پذیر شود. از نگاه خبرگان، سامان‌دهی رابطه بخش رسمی و غیررسمی نیز بخشی از همین مواجهه است؛ به‌گونه‌ای که قواعد و مشوق‌ها مسیر فعالیت‌ها را به سمت کیفیت، ایمنی و پاسخ‌گویی هدایت کند. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد وقتی محیط تصمیم‌گیری

تصمیم‌گیری درباره مدیریت تایرهای پایان عمر و مسیرهای بازیافت در صنعت تایر ایران چندپاره و چندمرکزی است؛ به این معنا که نقش‌ها میان نهادهای مختلف، شهرداری‌ها و مجریان محلی، و هم‌چنین بخش خصوصی توزیع شده اما سازوکار هماهنگ‌کننده واحد و پایدار برای هم‌راستا کردن اهداف و اقدامات وجود ندارد. از نگاه خبرگان، همین پراکندگی موجب می‌شود تصمیم‌ها در سطوح‌های مختلف اتخاذ شود؛ ولی هم‌زمان، مسئولیت‌پذیری روشن و «مرجع جمع‌کننده تصمیم‌ها» در کل زنجیره به‌خوبی شکل نگیرد و نقش برخی تشکلهای تخصصی و بازیافت‌کنندگان در فرایند تصمیم‌سازی نیز یکنواخت و تثبیت شده نباشد. در وضعیت مطلوب از دید خبرگان، تصمیم‌گیری باید در قالب یک سازوکار بین‌بخشی و هماهنگ‌کننده انجام شود که ضمن حفظ نقش نهادهای رسمی، بتواند نمایندگی واقعی زنجیره را تضمین کند. به بیان دیگر، تصمیم‌گیران باید به‌گونه‌ای تعریف شوند که همه حلقه‌های اثرگذار حضور مؤثر داشته باشند؛ از تولیدکنندگان/واردکنندگان و بازیگران بازار و توزیع، تا بازیافت‌کنندگان و مدیریت پسماند، شهرداری‌ها و مجریان محلی و نهادهای مرتبط با محیط‌زیست و بهداشت. در این ساختار مطلوب، اختیارات و مسئولیت‌ها روشن است، اهداف مشترک تعریف می‌شود و امکان اجرای سیاست‌ها به‌صورت یکپارچه و قابل پیگیری فراهم می‌شود. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد که چندمرکزی بودن تصمیم‌ها در غیاب هماهنگی نهادی، به ناهمخوانی سیاست‌ها، ناپایداری قواعد و کاهش سرمایه‌گذاری بلندمدت در زیرساخت و فناوری‌های باکیفیت منجر می‌شود. از این رو، براساس نظر خبرگان، بازتعریف تصمیم‌گیرندگان در قالب یک سازوکار هماهنگ‌کننده و نماینده کل زنجیره، پیش شرط مهم برای تقویت گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران است.

سؤال مرزی ۶: چه شرایطی خارج از کنترل تصمیم‌گیرندگان

بی ثبات و پرریسک باقی بماند، بازیگران به راه‌حل‌های کم‌هزینه و کوتاه‌مدت متمایل می‌شوند و گذار به اقتصاد چرخشی در سطحی کم‌ارزش و شکننده متوقف می‌شود؛ بنابراین، براساس نتیجه‌های خبرگان، رویکرد مناسب آن است که به جای پذیرش منفعلانه شرایط بیرونی، با ابزارهای نهادی، اطلاعاتی و اقتصادی، پیش‌بینی‌پذیری و کاهش ریسک در زنجیره مدیریت تایرهای پایان عمر تقویت شود.

سؤال مرزی ۷: چه نوع دانشی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران معتبر تلقی می‌شود و چه نوع دانشی باید معتبر باشد؟

بر اساس نظر خبرگان، در وضعیت موجود دانشی که بیشتر مبنای تصمیم‌ها و قضاوت‌ها قرار می‌گیرد، به‌طور عمده فنی و اجرایی جزیره‌ای است؛ یعنی هر حلقه از زنجیره (جمع‌آوری، تفکیک، روکش‌گذاری، گرانول‌سازی، پیرولیز و سایر مسیرهای فراوری) بیشتر بر تجربه‌ها و داده‌های محدود همان بخش تکیه می‌کند. در مقابل، اطلاعات جامع و قابل‌اتکا درباره جریان واقعی تایرهای پایان عمر، ترکیب و کیفیت ورودی‌ها، کیفیت و سرنوشت خروجی‌ها، و نیز پیامدهای محیط‌زیستی در سطح کل زنجیره یا وجود ندارد یا پراکنده و غیرهمگن است؛ بنابراین، به‌جای یک تصویر یکپارچه و مبتنی بر داده، تصمیم‌ها اغلب بر مجموعه‌ای از برآوردها، گزارش‌های موردی و تجربه‌های محلی استوار می‌شود. در وضعیت مطلوب از دید خبرگان، دانش معتبر باید ترکیبی، زنجیره‌ای و داده‌محور باشد. به این معنا که افزون بر دانش فنی، داده‌های میدانی و عملیاتی بازیافت‌کنندگان، جمع‌آوران و فعالان روکش‌گذاری، باید با پایش‌های محیط‌زیستی، استانداردهای کیفیت، و اطلاعات اقتصادی بازار تلفیق شود و در نهایت به یک نظام اطلاعاتی قابل‌اعتماد متصل شود. خبرگان تأکید می‌کنند بدون سامانه داده و ردیابی برای جریان تایرهای پایان عمر، امکان ارزیابی

واقع‌بینانه از عملکرد مسیرهای مختلف بازیافت و نیز امکان تصمیم‌گیری درباره اولویت‌گذاری‌ها و سیاست‌های حمایتی فراهم نمی‌شود. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد غلبه دانش جزیره‌ای و کمبود داده‌های قابل‌اتکا، هم اختلاف‌نظر درباره «مسیر بهینه» را افزایش می‌دهد و هم زمینه را برای تصمیم‌های کوتاه‌مدت و کم‌کیفیت فراهم می‌کند. در نتیجه، براساس جمع‌بندی خبرگان، معتبر شدن دانش یکپارچه و مبتنی بر داده در کنار به‌رسمیت‌شناختن تجربه میدانی زنجیره شرط کلیدی برای تقویت گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران است.

سؤال مرزی ۸: چه کسانی در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران به‌عنوان «کارشناس» شناخته می‌شوند و چه کسانی باید شناخته شوند؟

بر اساس دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود تعریف «کارشناس» اغلب به افراد و ساختارهای رسمی و نهادی محدود می‌شود؛ یعنی کسانی که از طریق جایگاه سازمانی، تحصیلات تخصصی یا نقش‌های اداری/فنی در دستگاه‌ها و نهادهای مرتبط حضور دارند. در نتیجه، مشارکت برخی بازیگران میدانی زنجیره مانند جمع‌آوران و تفکیک‌کنندگان، روکش‌کاران، بازیافت‌کنندگان عملیاتی، فعالان حمل‌ونقل و ناوگان، و حتی بخشی از کنشگران بازار در تصمیم‌سازی یا طراحی سیاست‌ها، محدود، موردی و غیر نظام‌مند باقی می‌ماند؛ درحالی‌که این گروه‌ها در عمل با مسائل کیفیت، هزینه، امکان‌پذیری و رفتار بازار به‌صورت روزمره درگیرند. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، «کارشناس» باید به‌صورت چندمنبعی تعریف شود؛ به این معنا که افزون بر متخصصان دانشگاهی، استاندارد و نهادهای رسمی، خبرگان میدانی زنجیره نیز به‌عنوان صاحبان دانش مشروع شناخته شوند. این شامل بازیگران کلیدی در حلقه‌های جمع‌آوری و لجستیک، روکش‌گذاری، فراوری

قابل اتکا در کل زنجیره استوار شود. این شامل استانداردهای روشن برای ورودی و خروجی، آزمایشگاه و پایش منظم، گواهی نامه و ارزیابی عملکرد واحدها و همچنین سازوکارهای ردیابی و پاسخ گویی است تا مشخص باشد هر جریان تأیر پایان عمر به کدام مسیر رفته و چه خروجی با چه کیفیتی تولید شده است. خبرگان تأکید می کنند بدون چنین سازوکارهایی، امکان شکل گیری بازار پایدار برای فراورده های بازیافتی و حرکت به سمت کاربردهای باارزش افزوده بالاتر محدود خواهد بود. شکاف موجود - مطلوب نشان می دهد اتکای غالب به انطباق اداری و نبود تضمین کیفیت منسجم، سبب می شود فراورده های بازیافتی به سمت کاربردهای کم ارزش سوق پیدا کنند و چرخه اقتصادی پایدار شکل نگیرد؛ بنابراین، براساس نظر خبرگان، «کیفیت محوری، استانداردسازی، پایش و ردیابی» باید به عنوان عناصر اصلی تضمین کننده موفقیت در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران جایگزین رویکردهای حداقلی و فقط اجرایی شود.

سؤال مرزی ۱۰: ذی نفعان متأثر در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران چگونه می توانند سیستم را به چالش بکشند و چگونه باید بتوانند؟

بر اساس دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود ظرفیت ذی نفعانی که بیشترین اثر را از مدیریت تایرهای پایان عمر می پذیرند به ویژه ساکنان مناطق مجاور محل های انباشت یا فراوری، مصرف کنندگان و ناوگان حمل و نقل، و بخشی از نیروی کار و فعالان غیررسمی برای طرح انتقاد و به چالش کشیدن تصمیم ها محدود و به طور عمده غیر نظام مند است. مسیرهای کنونی بیشتر به شکل واکنشی و موردی عمل می کند؛ مانند شکایت های محلی، اعتراض های اجتماعی، یا پیگیری های پراکنده از کانال های اداری. در بسیاری موارد، به دلیل کمبود شفافیت اطلاعاتی درباره محل ها، عملکرد

و بازیافت، کنترل کیفیت، و مصرف کنندگان بزرگ/ناوگان است؛ زیرا تجربه عملی آن ها می تواند در تشخیص گلوگاه ها، شناسایی پیامدهای ناخواسته، و طراحی قواعد و مشوق های قابل اجرا نقش تعیین کننده داشته باشد.

شکاف موجود - مطلوب نشان می دهد محدود کردن «کارشناسی» به ساختارهای رسمی، خطر شکل گیری سیاست ها و برنامه هایی را افزایش می دهد که با واقعیت اجرایی و ظرفیت های بازار هم خوان نیستند و در نتیجه، اجرای آن ها دشوار یا کم اثر می شود. براساس نظر خبرگان، به رسمیت شناختن نظام مند کارشناسان میدانی در کنار کارشناسان رسمی، می تواند شکاف میان سیاست/برنامه و عمل را کاهش داده و گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران را واقع بینانه تر و اثربخش تر کند.

سؤال مرزی ۹: چه چیزی تضمین کننده صلاحیت و موفقیت در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران است و چه چیزی باید تضمین کننده آن باشد؟

بر اساس جمع بندی دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود آنچه در عمل به عنوان تضمین کننده «کارکرد مطلوب» و موفقیت مسیرهای مدیریت تایرهای پایان عمر تلقی می شود، بیشتر به وجود مجوزها، رویه های اداری، و انجام حداقلی عملیات جمع آوری و فراوری گره خورده است. در بسیاری از حلقه ها به ویژه در تفکیک، تولید گرانول، پیرولیز و سایر فراورده های ثانویه کنترل کیفیت یکنواخت نیست و استانداردها یا به طور کامل اجرا نمی شوند یا ظرفیت پایش و آزمون برای اجرای مؤثر آن ها محدود است. در نتیجه، «صلاحیت» و «موفقیت» اغلب با تداوم فعالیت و خروج کمی تأیر از محیط سنجیده می شود و اعتماد بازار به خروجی ها نیز در برخی موارد شکننده باقی می ماند. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، تضمین صلاحیت و موفقیت باید بر پایه سیستم های استاندارد و کنترل کیفیت

واحدها، کیفیت خروجی‌ها و پیامدهای زیست‌محیطی، امکان نقد مستند و پیگیری مؤثر نیز کاهش می‌یابد و چالش‌گری به سطح «اعتراض پس از وقوع مشکل» محدود می‌ماند. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، ذی‌نفعان متأثر باید بتوانند از طریق سازوکارهای روشن و رسمی مشارکت و پاسخ‌گویی سیستم را به چالش بکشند. این شامل دسترسی به اطلاعات شفاف و قابل‌اتکا درباره جریان تایرهای پایان عمر، محل‌های انباشت و فراوری، نتیجه‌های پایش‌های محیط‌زیستی و کیفیت فراورده‌های بازیافتی، و نیز وجود مسیرهای مشخص برای ثبت شکایت، رسیدگی، و جبران خسارت است. هم‌چنین خبرگان بر اهمیت مشارکت پیشینی تأکید دارند؛ یعنی ذی‌نفعان متأثر نه فقط پس از بروز مشکل، بلکه در طراحی و ارزیابی سیاست‌ها و پروژه‌های مرتبط با بازیافت و مدیریت پسماند حضور داشته باشند تا تصمیم‌ها با حساسیت‌های محلی، سلامت و ایمنی هم‌راستا شود. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد محدودبودن امکان چالش‌گری و نبود شفافیت، به بی‌اعتمادی، مقاومت اجتماعی و شکنندگی اجرای طرح‌ها منجر می‌شود و می‌تواند حتی پروژه‌های فنی قابل قبول را نیز با مانع مواجه کند؛ بنابراین، براساس نظر خبرگان، ایجاد کانال‌های مشارکت، اطلاع‌رسانی شفاف، و سازوکارهای پاسخ‌گویی و رسیدگی، شرط ضروری برای پایداری و اثربخشی گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران است.

سؤال مرزی ۱۱: چه کسی منافع ذی‌نفعان حاشیه‌ای در گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران را نمایندگی می‌کند و چه کسی باید نمایندگی کند؟

طبق جمع‌بندی دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود نمایندگی منافع گروه‌های حاشیه‌ای و کم‌صدا در موضوع تایرهای پایان عمر مانند ساکنان مجاور محل‌های انباشت و فراوری، مصرف‌کنندگان خرد، کارگران و فعالان میدانی کم‌قدرت، و

بخشی از بازیگران غیررسمی اغلب غیرمستقیم، پراکنده و بیشتر اداری است. به این معنا که در بهترین حالت، برخی نهادهای رسمی یا مجاری شکایت عمومی به‌طور موردی نقش واسطه را ایفا می‌کنند، اما سازوکار مشخص و پایدار برای اینکه این منافع به‌صورت منظم وارد تصمیم‌ها شود و قابلیت پیگیری داشته باشد، به‌طور کامل تثبیت نشده است. هم‌چنین به دلیل ابهام در مسئولیت‌پذیری و محدودبودن شفافیت داده‌ها درباره کیفیت خروجی‌ها و پیامدهای محیط‌زیستی، امکان نمایندگی مؤثر و مطالبه‌گری مستند کاهش می‌یابد. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، نمایندگی این منافع باید شفاف، پاسخ‌گو و قابل‌ردیابی باشد و تنها به نمایندگی اداری کلی محدود نماند. از یک سو، لازم است سازوکارهای مشخصی برای نمایندگی جامعه محلی و گروه‌های متأثر در فرایندهای مرتبط با انتخاب محل‌ها، صدور مجوزها، نظارت‌های محیط‌زیستی و ارزیابی عملکرد ایجاد شود. از سوی دیگر، خبرگان بر ضرورت تقویت سازوکارهای گزارش‌دهی عمومی، ممیزی مستقل و امکان پیگیری تخلفات تأکید دارند تا منافع عمومی و گروه‌های کم‌قدرت به‌صورت مؤثر نمایندگی شود. هم‌چنین در مسیر گذار به اقتصاد چرخشی، به‌رسمیت‌شناختن واقعیت بخش غیررسمی و طراحی قواعدی که آن را به سمت کیفیت، ایمنی و پاسخ‌گویی هدایت کند، بخشی از همین بازتعریف نمایندگی و پاسخ‌گویی تلقی می‌شود. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد وقتی نمایندگی منافع گروه‌های حاشیه‌ای صوری یا پراکنده باشد، هم اعتماد اجتماعی تضعیف می‌شود و هم امکان کنترل پیامدهای منفی و ارتقای کیفیت در زنجیره کاهش می‌یابد؛ در نتیجه، بازیگران متعهد به کیفیت نیز در رقابت با بازیگران کم‌کیفیت آسیب می‌بینند؛ بنابراین، براساس نظر خبرگان، ایجاد سازوکارهای روشن برای نمایندگی و پاسخ‌گویی، پیش‌شرط مهم برای پایداری اقدامات مرتبط با بازیافت و مدیریت تایرهای پایان عمر در مسیر اقتصاد چرخشی است.

سؤال مرزی ۱۲: چه جهان‌بینی‌ای گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران را تعریف می‌کند و چه جهان‌بینی‌ای باید آن را تعریف کند؟

بر اساس دیدگاه خبرگان، در وضعیت موجود جهان‌بینی غالب نسبت به تایرهای پایان عمر بیشتر دفع محور و مسئله‌محور است؛ یعنی تایر فرسوده به‌طور عمده به‌عنوان «یک مشکل پسماندی» یا «بار هزینه» دیده می‌شود که باید سریع و با کمترین هزینه از محیط جمع‌آوری و مدیریت شود. در این چارچوب، موفقیت بیشتر با حل ظاهری مسئله (کاهش انباشت و کاهش پیامدهای فوری) تعریف می‌شود و در نتیجه، گزینه‌های کوتاه‌مدت و کم‌هزینه حتی اگر به خروجی‌های کم‌ارزش یا کیفیت پایین منجر شوند غلبه پیدا می‌کنند. در وضعیت مطلوب از نگاه خبرگان، جهان‌بینی لازم برای حرکت به اقتصاد چرخشی باید منبع‌محور و ارزش‌محور باشد. در این نگاه، تایر پایان عمر به‌عنوان ذخیره‌ای از مواد و انرژی تلقی می‌شود که باید در اولویت، ارزش مادی آن حفظ و در حلقه‌های بالاتر اقتصاد چرخشی بازگردانده شود؛ یعنی تقویت استفاده مجدد، روکش‌گذاری و بازیافت مادی باکیفیت، همراه با کاهش اثرات محیط‌زیستی. این جهان‌بینی هم‌چنین بر شکل‌دهی بازار پایدار، استانداردسازی، کنترل کیفیت و ردیابی جریان مواد تأکید دارد تا چرخه‌های ارزش به‌صورت قابل اعتماد و قابل توسعه شکل بگیرند. شکاف موجود - مطلوب نشان می‌دهد تا زمانی که منطق مسلط دفع محور

باقی بماند، حتی وجود فناوری‌ها و ظرفیت‌های بازیافت نیز ممکن است به مسیرهای کم‌ارزش ختم شود و گذار واقعی به اقتصاد چرخشی تحقق نیابد. براساس نظر خبرگان، تغییر جهان‌بینی از «پسماند به‌عنوان هزینه» به «پسماند به‌عنوان منبع»، پیش‌شرط جهت‌دهی سیاست‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها و رفتار بازیگران به سمت کیفیت محوری و ارزش‌آفرینی پایدار در صنعت تایر ایران است.

ب) فرصت‌ها و موانع بازیافت و مدیریت پسماند تایر در مسیر گذار به اقتصاد چرخشی

یافته‌های به‌دست آمده از مصاحبه با ۲۲ خبره نشان می‌دهد گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران، بیش از آن‌که فقط یک مسئله فنی باشد، تحت‌تأثیر مجموعه‌ای از عوامل نهادی، اقتصادی، اطلاعاتی و اجتماعی قرار دارد. براساس داوری‌های مرزی استخراج شده، در وضعیت موجود تمرکز غالب بر کنترل حداقلی مسئله و شاخص‌های کمی جمع‌آوری است، در حالی که در وضعیت مطلوب باید جهت‌گیری به سمت حفظ ارزش مادی، کیفیت محوری، شفافیت جریان مواد و پایداری بازار فراورده‌های بازیافتی تغییر کند. براین‌اساس، فرصت‌ها و موانع در چهار بُعد «انگیزش»، «کنترل»، «دانش» و «مشروعیت» صورت‌بندی شده‌اند. جدول (۲) موانع کلیدی بازیافت و مدیریت پسماند تایر و جدول (۳) فرصت‌های کلیدی بازیافت و مدیریت پسماند تایر را نشان می‌دهد.

جدول ۲- موانع کلیدی گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تایر ایران

بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی	موانع کلیدی	صورت‌بندی مانع (مطابق وضعیت موجود)
انگیزش	غلبه هدف‌گذاری کوتاه‌مدت	هدف عملی بیشتر «کنترل حداقلی مسئله با کمترین هزینه» است و تمرکز بر جمع‌آوری/پاک‌سازی و کاهش پیامدهای فوری قرار دارد، نه ایجاد چرخه‌های ارزش.
انگیزش	تعریف محدود ذی‌نفعان	ذی‌نفعان اصلی در عمل حول جمع‌آوری/تفکیک، واحدهای بازیافت/فراوری و بخش‌هایی از بازار و توزیع تعریف می‌شوند و نقش مصرف‌کنندگان، ناوگان، شهرداری‌ها و جامعه محلی کم‌رنگ‌تر دیده می‌شود؛ حضور بخش غیررسمی نیز اغلب حاشیه‌ای و بدون تعریف روشن است.

ادامه جدول ۲-

بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی	مانع کلیدی	صورت‌بندی مانع (مطابق وضعیت موجود)
انگیزش	معیارهای کمی و اجرایی برای موفقیت	معیار موفقیت عمدتاً میزان جمع‌آوری، پاک‌سازی و حجم خروج تأیر از محیط است و کیفیت خروجی‌های بازیافت، ردیابی جریان و اثرات محیط‌زیستی کمتر معیار رسمی ارزیابی است.
کنترل	تصمیم‌گیری پراکنده و فاقد هماهنگی پایدار	تصمیم‌گیری چندمرکزی است و سازوکار هماهنگ‌کننده پایدار برای هم‌راستا کردن اهداف و اقدامات وجود ندارد؛ نقش تشکلهای و بازیافت‌کنندگان در تصمیم‌سازی نیز یکنواخت و تثبیت‌شده نیست.
کنترل	محدودیت و ناپیوستگی منابع و اهرم‌ها	منابع مالی و زیرساختی برای جمع‌آوری، تفکیک، حمل و فراوری پایدار محدود است و مشوق‌ها ناپیوسته و واکنشی‌اند؛ ابزارهای استانداردسازی، کنترل کیفیت، پایش و داده نیز کافی نیست.
کنترل	بی‌ثباتی محیط تصمیم‌گیری	نوسان قیمت‌ها، هزینه انرژی و حمل، نبود بازار مطمئن برای خروجی‌ها، ضعف نظارت یکپارچه و هم‌زمانی بخش رسمی و غیررسمی بدون قواعد روشن، پیش‌بینی‌پذیری را کاهش می‌دهد و راه‌حل‌های کوتاه‌مدت را تقویت می‌کند.
دانش	غلبه دانش فنی جزیره‌ای و کمبود داده یکپارچه	دانش معتبر غالباً فنی و اجرایی محدود به هر حلقه است، اما داده جامع درباره جریان مواد، کیفیت ورودی/خروجی و اثرات محیط‌زیستی یکپارچه و قابل‌اتکا نیست.
دانش	تعریف محدود «کارشناس»	کارشناسی عمدتاً رسمی و نهادی تلقی می‌شود و مشارکت نظام‌مند خبرگان میدانی زنجیره (جمع‌آوری، روکش، بازیافت، حمل‌ونقل و ناوگان) محدود است.
دانش	ضعف تضمین کیفیت و استاندارد/پایش	کنترل کیفیت یکنواخت نیست؛ استانداردها یا به طور کامل اجرا نمی‌شوند یا ظرفیت پایش و آزمون کافی وجود ندارد؛ اعتماد بازار به برخی خروجی‌ها شکننده است.
مشروعیت	محدودبودن امکان چالش‌گری ذی‌نفعان متأثر	مسیرهای طرح انتقاد و پیگیری غالباً موردی و واکنشی است؛ شفافیت اطلاعاتی درباره عملکرد واحدها، کیفیت خروجی‌ها و پیامدهای محیط‌زیستی محدود است.
مشروعیت	نماینده‌گی پراکنده و پاسخگویی غیرشفاف	نماینده‌گی منافع عمومی بیشتر اداری و پراکنده است و مسئولیت‌پذیری درباره پیامدهای محیط‌زیستی و کیفیت خروجی‌ها روشن و قابل‌پیگیری نیست.
مشروعیت	جهان‌بینی دفع محور	تأیر پایان عمر عمدتاً «بار هزینه/مسئله دفع» تلقی می‌شود؛ بنابراین گزینه‌های کم‌هزینه کوتاه‌مدت غالب می‌شوند و حفظ ارزش مادی در اولویت پایین‌تری قرار می‌گیرد.

جدول ۳- فرصت‌های کلیدی گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران

بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی	فرصت کلیدی	صورت‌بندی فرصت (مطابق وضعیت مطلوب)
انگیزش	تغییر جهت هدف از دفع محوری به ارزش‌محوری	بازتعریف هدف به سمت حفظ ارزش ماده، کاهش تولید پسماند در مبدأ، افزایش روکش‌گذاری و بازیافت باکیفیت، کاهش دفن/رهاسازی و کاهش اثرات محیط‌زیستی.
انگیزش	شبکه‌ای کردن تعریف ذی‌نفعان در کل زنجیره	شناسایی و درگیرکردن همه حلقه‌ها: تولیدکنندگان/واردکنندگان، توزیع‌کنندگان، ناوگان و مصرف‌کنندگان، شهرداری‌ها، محیط‌زیست و بهداشت، بازیافت‌کنندگان و مدیریت پسماند، بخش غیررسمی و جامعه محلی.
انگیزش	بازطراحی معیارهای موفقیت به سمت کیفیت و پیامد	تعریف معیارهای ترکیبی شامل نرخ روکش‌گذاری، سهم بازیافت مادی استاندارد، کیفیت و پذیرش بازار فرآورده‌های بازیافتی، شفافیت و ردیابی جریان مواد و کاهش اثرات محیط‌زیستی و کربنی.

ادامه جدول ۳-

بُعد سیستم‌های ابتکاری انتقادی	فرصت کلیدی	صورت‌بندی فرصت (مطابق وضعیت مطلوب)
کنترل	ایجاد سازوکار هماهنگ‌کننده بین‌بخشی	شکل‌دهی یک سازوکار هماهنگ‌کننده با اختیارات و مسئولیت‌های روشن، اهداف مشترک و نمایندگی واقعی زنجیره برای هم‌راستاسازی اقدامات و افزایش امکان اجرای سیاست‌ها.
کنترل	پایدارسازی منابع و مشوق‌ها	تخصیص پایدار و قابل‌پیش‌بینی منابع برای لجستیک معکوس، استانداردسازی و آزمایشگاه‌های کیفیت، و مشوق‌های اقتصادی هدفمند برای فرآورده‌های بازیافتی باکیفیت.
کنترل	کاهش ریسک و افزایش پیش‌بینی‌پذیری محیط تصمیم‌گیری	ایجاد قواعد پایدار، شفافیت اطلاعات، استانداردهای اجرایی و سیاست‌های کاهش ریسک بازار (قراردادهای بلندمدت/تضمین تقاضا) برای حمایت از سرمایه‌گذاری و کیفیت محوری.
دانش	شکل‌دهی دانش معتبر ترکیبی و داده‌محور	تلفیق دانش فنی با داده‌های میدانی زنجیره، پایش محیط‌زیستی، استانداردهای کیفیت و اطلاعات بازار و اتصال به سامانه داده/ردیابی قابل‌اعتماد.
دانش	گسترش تعریف «کارشناس» به خبرگان میدانی	به‌رسمیت‌شناختن کارشناسان چندمنبعی: متخصصان دانشگاهی/استاندارد همراه با خبرگان عملیاتی زنجیره (جمع‌آوری، روکش، بازیافت، حمل‌ونقل و ناوگان).
دانش	تقویت سازوکارهای تضمین کیفیت	استقرار استانداردهای روشن، پایش و آزمون منظم، گواهی‌نامه محصول و سازوکارهای ردیابی و پاسخگویی برای ارتقای اعتماد بازار و حرکت به کاربردهای باارزش افزوده بالاتر.
مشروعیت	تقویت سازوکارهای مشارکت و چالش‌گری	فراهم‌سازی دسترسی به اطلاعات شفاف (جریان مواد، عملکرد واحدها، نتیجه‌های پایش)، مسیرهای مشخص ثبت شکایت و رسیدگی، و مشارکت پیشینی گروه‌های متأثر در طراحی/ارزیابی اقدامات.
مشروعیت	شفاف‌سازی نمایندگی و پاسخگویی	تقویت گزارش‌دهی عمومی، ممیزی مستقل و امکان پیگیری تخلفات و پیامدهای محیط‌زیستی؛ تعیین مسئولیت‌ها در زنجیره برای جلوگیری از انتقال هزینه‌های منفی به جامعه.
مشروعیت	تغییر جهان‌بینی به منبع محوری	بازتعریف تاپر پایان عمر به‌عنوان منبع ثانویه راهبردی با اولویت حفظ ارزش مادی، توسعه بازار و نوآوری، و کاهش اثرات محیط‌زیستی.

یافته‌ها نشان می‌دهد فرصت‌ها و موانع گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تاپر ایران در چهار بُعد «انگیزش»، «کنترل»، «دانش» و «مشروعیت» به هم پیوسته‌اند. در بُعد انگیزش، شکاف اصلی میان تمرکز کمی و کوتاه‌مدت در وضعیت موجود با رویکرد ارزش‌محور و کیفیت محور در وضعیت مطلوب است؛ یعنی حرکت از صرف جمع‌آوری و پاک‌سازی به سمت حفظ ارزش مادی، روکش‌گذاری و بازیافت مادی استاندارد. در بُعد کنترل، پراکندگی تصمیم‌گیری، ناپیوستگی منابع و مشوق‌ها و بی‌ثباتی محیط، برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری پایدار را محدود می‌کند و در وضعیت مطلوب، هماهنگی بین‌بخشی، منابع پایدار و افزایش پیش‌بینی‌پذیری ضروری است. در بُعد دانش، نبود داده یکپارچه، تعریف محدود «کارشناس» و ضعف تضمین کیفیت، تصمیم‌گیری و اعتماد

بازار را شکننده می‌سازد؛ درحالی‌که در وضعیت مطلوب، سامانه داده/ردیابی، تلفیق دانش میدانی و رسمی و استقرار استاندارد و پایش اهمیت دارد. در بُعد مشروعیت نیز محدودبودن مشارکت و چالش‌گری، همراه با پاسخ‌گویی غیرشفاف، می‌تواند اعتماد و پایداری اجرا را تضعیف کند و در وضعیت مطلوب، شفافیت اطلاعات، سازوکارهای مشارکت و تقویت پاسخ‌گویی لازم است. در مجموع، این ابعاد جدا از هم عمل نمی‌کنند و هم‌راستاسازی آن‌ها مسیر حرکت از مدیریت کمی تاپر پایان عمر به سمت بازگشت باکیفیت آن به چرخه‌های ارزش را تقویت می‌کند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش، مبتنی بر پاسخ‌های خبرگان به دوازده

برای خروجی‌ها، ضعف نظارت یکپارچه و هم‌زمانی بخش رسمی و غیررسمی بدون قواعد روشن، پیش‌بینی‌پذیری را کاهش می‌دهد. در چنین شرایطی، براساس نظر خبرگان، رفتار بازیگران به سمت تصمیم‌های کوتاه‌مدت و گزینه‌های کم‌ریسک و کم‌هزینه متمایل می‌شود؛ وضعیتی که با الزامات سرمایه‌گذاری و توسعه زیرساخت‌های کیفیت محور در اقتصاد چرخشی سازگار نیست.

در بُعد دانش، یافته‌ها نشان می‌دهد دانش معتبر در وضعیت موجود اغلب فنی و اجرایی جزیره‌ای است و داده‌های یکپارچه و قابل‌اتکا درباره جریان مواد، کیفیت ورودی و خروجی و پیامدهای محیط‌زیستی در سطح زنجیره محدود است. همچنین تعریف «کارشناس» به‌طور عمده رسمی و نهادی است و مشارکت نظام‌مند خبرگان میدانی زنجیره (جمع‌آوری، روکش، بازیافت، حمل‌ونقل و ناوگان) در تصمیم‌سازی محدود می‌ماند. در کنار این موارد، ضعف تضمین کیفیت و نبود پایش و آزمون منظم سبب می‌شود اعتماد بازار به برخی فراورده‌های بازیافتی شکننده بماند و امکان حرکت به سمت کاربردهای باارزش افزوده بالاتر محدود شود. در بُعد مشروعیت نیز محدودبودن امکان چالش‌گری ذی‌نفعان متأثر، همراه با نمایندگی پراکنده و پاسخ‌گویی غیرشفاف، می‌تواند اعتماد و پذیرش اجتماعی را تضعیف کند و اجرای اقدامات را شکننده سازد. در سطح جهان‌بینی، داوری‌های خبرگان نشان می‌دهد نگاه غالب دفع محور است و تأثیر پایان عمر بیشتر به‌عنوان بار هزینه دیده می‌شود تا منبع ثانویه؛ امری که با ارزش‌محوری و کیفیت‌محوری موردانتظار در اقتصاد چرخشی فاصله دارد. بر مبنای این یافته‌ها، نتیجه‌گیری پژوهش آن است که تقویت گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأثیر ایران مستلزم تغییر هم‌زمان در چهار بُعد انگیزش، کنترل، دانش و مشروعیت است. تغییر جهت هدف از کنترل کمی و کوتاه‌مدت به سمت حفظ ارزش مادی و کیفیت، بدون ایجاد هماهنگی نهادی و منابع

سؤال مرزی سیستم‌های ابتکاری انتقادی، نشان می‌دهد گذار به اقتصاد چرخشی در صنعت تأیر ایران در حوزه بازیافت و مدیریت پسماند، در وضعیت موجود بیشتر در چارچوب «حل مسئله پسماند» و کنترل پیامدهای فوری صورت‌بندی می‌شود. در این چارچوب، هدف عملی غالب بر جمع‌آوری و پاک‌سازی و کاهش انباشت‌های قابل‌مشاهده متمرکز است و موفقیت نیز به‌طور عمده با شاخص‌های کمی و اجرایی سنجیده می‌شود. چنین جهت‌گیری‌ای، براساس داوری‌های مرزی استخراج‌شده، مسیر را به سمت راه‌حل‌های کوتاه‌مدت و کم‌هزینه سوق می‌دهد و در نتیجه، توجه به حفظ ارزش مادی تأیر پایان عمر، کیفیت خروجی‌های بازیافت، شفافیت جریان مواد و شکل‌گیری بازار پایدار برای فراورده‌های بازیافتی در حاشیه قرار می‌گیرد. افزون‌بر این، تعریف عملی ذی‌نفعان نیز در بسیاری موارد محدود به حلقه‌های نزدیک به مدیریت روزمره تأیر فرسوده (جمع‌آوری/تفکیک، واحدهای بازیافت/فراوری و بخش‌هایی از بازار) باقی می‌ماند و نقش گروه‌هایی مانند مصرف‌کنندگان، ناوگان، شهرداری‌ها، جامعه محلی و نیز واقعیت حضور بخش غیررسمی، به‌صورت کامل و نظام‌مند در تصمیم‌سازی بازتاب پیدا نمی‌کند. پیامد چنین مرزبندی‌ای، نادیده ماندن بخشی از هزینه‌های بیرونی و نیز کم‌توجهی به ظرفیت‌ها و گلوگاه‌های واقعی زنجیره است.

در بُعد کنترل، یافته‌ها حاکی از آن است که تصمیم‌گیری در این حوزه چندمرکزی و پراکنده است و در عین توزیع نقش‌ها، سازوکار هماهنگ‌کننده پایدار برای هم‌راستاسازی اهداف و اقدامات وجود ندارد. هم‌زمان، منابع و مشوق‌های لازم برای توسعه جمع‌آوری، تفکیک، حمل‌ونقل و فراوری پایدار محدود و ناپیوسته است و ابزارهای استانداردسازی، کنترل کیفیت، پایش و داده نیز به‌اندازه کافی تقویت نشده‌اند. این وضعیت در بستری از بی‌ثباتی محیط تصمیم‌گیری شکل می‌گیرد؛ جایی که نوسانات قیمت، هزینه انرژی و حمل، نبود بازار مطمئن

پایدارسازی منابع و مشوق‌ها برای زیرساخت‌های لجستیک معکوس، استانداردسازی و آزمایشگاه‌های کیفیت و نیز سیاست‌های افزایش پیش‌بینی‌پذیری (قواعد پایدار، شفافیت اطلاعات و کاهش ریسک بازار از طریق سازوکارهای بلندمدت) پیشنهاد می‌شود. چهارم، در حوزه دانش و کیفیت، شکل‌دهی سامانه داده و ردیابی، تلفیق دانش رسمی باتجربه میدانی زنجیره و استقرار استاندارد، پایش منظم و گواهی‌نامه فراورده‌های بازیافتی به‌عنوان شرط تقویت اعتماد بازار و حرکت به سمت کاربردهای باارزش افزوده بالاتر مطرح است. پنجم، در حوزه مشروعیت و پاسخ‌گویی، افزایش شفافیت اطلاعات، تعریف مسیرهای مشخص مشارکت و ثبت شکایت و رسیدگی، و تقویت گزارش‌دهی عمومی و ممیزی مستقل می‌تواند نمایندگی منافع عمومی و گروه‌های متأثر را تقویت کند و پایداری اجرای سیاست‌ها و پروژه‌ها را افزایش دهد. در نهایت، تغییر جهان‌بینی از دفع محوری به منبع‌محوری، به‌عنوان یک جهت‌گیری پایه، می‌تواند تمامی این اقدامات را در مسیر حفظ ارزش مادی، کیفیت محوری و توسعه بازار فراورده‌های بازیافتی هم‌جهت سازد □

پایدار، و بدون استقرار سازوکارهای داده، ردیابی و تضمین کیفیت، به نتیجه‌های پایدار منجر نخواهد شد. همچنین بدون شفافیت، پاسخ‌گویی و سازوکارهای مشارکت و رسیدگی، اجرای طرح‌ها می‌تواند با مقاومت اجتماعی و بی‌اعتمادی مواجه شود؛ بنابراین، مسیر گذار در نهایت باید از «مدیریت کمی تا پیر پایان عمر» به سمت «بازگشت باکیفیت تا پیر پایان عمر به چرخه‌های ارزش» هدایت شود. از دل نتیجه‌ها، چند جهت‌گیری پیشنهادی استخراج می‌شود. نخست، در سطح هدف‌گذاری و معیارهای موفقیت، لازم است سنج‌ها از صرف میزان جمع‌آوری و پاک‌سازی فراتر رود و شاخص‌هایی مانند نرخ روکش‌گذاری، سهم بازیافت مادی استاندارد، کیفیت و قابلیت پذیرش بازار فراورده‌های بازیافتی، شفافیت و ردیابی جریان و کاهش اثرات محیط‌زیستی به‌صورت صریح وارد ارزیابی‌ها شود. دوم، در سطح ذی‌نفعان و تصمیم‌سازی، تعریف شبکه‌ای ذی‌نفعان در کل زنجیره و ایجاد سازوکار هماهنگ‌کننده بین‌بخشی با مسئولیت‌ها و اختیارات روشن ضروری است تا اقدامات پراکنده به مسیرهای هم‌راستا تبدیل شوند. سوم، در حوزه منابع و محیط تصمیم‌گیری،

مراجع

- Araujo-Morera, J., Verdejo, R., López-Manchado, M., & Santana, H. (2021). Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. *Waste management*, 126, 309-322. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>
- Avilés-Palacios, C., & Rodríguez-Olalla, A. (2021). The Sustainability of Waste Management Models in Circular Economies. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13137105>
- Chapoñan, R., Chomba, J., & Romero, Z. (2024). Utilization of rubber tire waste: A focus on the circular economy. *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): "Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship"*. <https://doi.org/10.18687/leird2024.1.1.343>.
- Czarna-Juszkiewicz, D., Kunecki, P., Cader, J., & Wdowin, M. (2023). Review in Waste Tire Management Potential Applications in Mitigating Environmental Pollution. *Materials*, 16. <https://doi.org/10.3390/ma16175771>
- D'Adamo, I., Mazzanti, M., Morone, P., & Rosa, P. (2022). Assessing the relation between waste management policies and circular economy goals. *Waste management*, 154, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.031>
- Dabić-Miletić, S., Simić, V., & Karagoz, S. (2021). End-of-life tire management: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28, 68053 - 68070. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16263-6>
- Ebrahimi, S., Fathi, M. R. and Shahbazi, M. (2025). Critical Systems Heuristics for Sustainable Management of Iran's

- Water-Energy-Food Nexus. *Journal of Systems Thinking in Practice*, 4(2), 82-108. doi: 10.22067/jstinp.2025.91072.1130
- Etemadi, V., Fathi, M. R., Mahmoudi, S. M. and Khosravi, A. (2026). A Systems Thinking Approach to Energy Sector Stakeholder Engagement: Combining TSI, CSH, and DANP in a Society 5.0 Framework. *Journal of Systems Thinking in Practice*, 5(1), 126-157. doi: 10.22067/jstinp.2025.95801.1180
 - Fathi, M. R., Mahmoudi, S. M., Khosravi, A. and Etemadi, V. (2025). Analyzing the Boundary Judgments of Stakeholders in the field of Energy with the Approach of Society 5.0: Critical Systems Heuristics in the case of Gas Company. *Journal of sustainable Energy Systems*, 4(2), 213-231. doi: 10.22059/ses.2025.388245.1111
 - Goevert, D. (2024). The value of different recycling technologies for waste rubber tires in the circular economy A review. *Frontiers in Sustainability*. <https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1282805>
 - Hassan, M., & Rodrigue, D. (2024). Application of Waste Tire in Construction: A Road towards Sustainability and Circular Economy. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16093852>
 - Knapčiková, L., Tauberová, R., & Marticek, M. (2022). Circular Production Fundamentals of Waste Tyres. *CLC 2022 Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.37904/clc.2022.4536>
 - Lee, S., Hu, J., & Lim, M. (2020). Maximising the circular economy and sustainability outcomes: An end-of-life tyre recycling outlets selection model. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107965>
 - Magagula, S., Lebelo, K., Motlounge, T., Mokhena, T., & Mochane, M. (2023). Recent advances on waste tires: bibliometric analysis, processes, and waste management approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 118213-118245. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30758-4>
 - Mayer, P., Moran, K., Miller, E., Brander, S., Harper, S., García-Jaramillo, M., Carrasco-Navarro, V., Ho, K., Burgess, R., Hampton, L., Granek, E., McCauley, M., McIntyre, J., Kolodziej, E., Hu, X., Williams, A., Beckingham, B., Jackson, M., Sanders-Smith, R., Fender, C., King, G., Bollman, M., Kaushal, S., Cunningham, B., Hutton, S., Lang, J., Goss, H., Siddiqui, S., Sutton, R., Lin, D., & Mendez, M. (2024). Where the rubber meets the road: Emerging environmental impacts of tire wear particles and their chemical cocktails. *The Science of the total environment*, 927, 171153 - 171153. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171153>
 - Rahmanifar, G., Mohammadi, M., Sherafat, A., Hajiaghaci-Keshteli, M., Fusco, G., & Colombaroni, C. (2023). Heuristic approaches to address vehicle routing problem in the Iot-based waste management system. *Expert Syst. Appl.*, 220, 119708. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119708>
 - Rumyantseva, A., Rumyantseva, E., Berezyuk, M., & Plastinina, J. (2020). Waste recycling as an aspect of the transition to a circular economy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 534. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/534/1/012002>
 - Salmenperä, H., Pitkänen, K., Kautto, P., & Saikku, L. (2021). Critical factors for enhancing the circular economy in waste management. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124339. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124339>
 - Sondh, S., Upadhyay, D., Patel, S., & Patel, R. (2024). Strategic approach towards sustainability by promoting circular economy-based municipal solid waste management system- A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101337>
 - Wu, Q., Zhang, Q., Chen, X., Song, G., & Xiao, J. (2024). Life cycle assessment of waste tire recycling: Upgraded pyrolytic products for new tire production. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.02.029>
 - Zarei, M., Taghipour, H., & Hassanzadeh, Y. (2018). Survey of quantity and management condition of end-of-life tires in Iran: a case study in Tabriz. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20, 1099-1105. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0674-5>

T ransition to a Circular Economy in Iran's Tire Industry: Opportunities and Barriers for Recycling and Waste Management

M.R. Fathi^{1,*} and K. Abedini-dastgerdi²

1. Associate Prof., Faculty of Management and Accounting, University of Tehran, Qom, Iran.

2. M.Sc., Student in Industrial Management, Noor Tuba Virtual Institute of Higher Education, Iran.

*Corresponding author Email: Reza.fathi@ut.ac.ir

Abstract

This study aims to identify the opportunities and barriers to transitioning toward a circular economy in Iran's tire industry, with a particular focus on end-of-life tire (ELT) recycling and waste management. The research adopts a qualitative design, and the analytical framework is grounded in Critical Systems Heuristics. Data were collected through semi-structured interviews with 22 selected experts from tire manufacturing, ELT recycling and waste management, market and distribution, relevant institutions, and field experts across the value chain. The interview responses were analyzed using the twelve boundary questions and organized through a comparison of the "current situation" and the "desired situation," then structured across four dimensions: motivation, control, knowledge, and legitimacy. The findings indicate that, in the current situation, the dominant orientation is largely concentrated on short-term, quantitative control of the issue, using indicators such as collection volume and reductions in visible stockpiles. In the desired situation, however, emphasis shifts toward preserving the material value of ELTs, adopting a quality-oriented approach, enhancing transparency and traceability of material flows, and developing a stable market for recycled products. In addition, fragmented decision-making, discontinuous resources and incentives, an unstable decision environment, lack of integrated data and weak quality assurance together with limited transparency and accountability are identified as factors that slow the transition. Based on these results, the study offers a set of recommendations aligned with the same four dimensions to support and accelerate the transition.

Keywords: Circular Economy, Iran's Tire Industry, End-of-life Tires, Tire Recycling, Waste Management, Critical Systems Heuristics