

زنجیره تأمین چرخشی

فرصت‌ها و ریسک‌ها



اقتصاد چرخشی، به عنوان یک تصویر جایگزین، جهان بدون زباله را مجسم می‌کند؛ جهانی که در آن منابع تا حد امکان در گردش نگه داشته می‌شوند، ارزش نهفته در مواد به حداکثر می‌رسد و اثرات زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. در این چارچوب، طول عمر محصولات افزایش یافته، دوباره استفاده، تعمیر، بازتولید و بازیافت و تقویت می‌شوند؛ مجموعه‌ای از رویکردها که به اختصار به اصطلاح «استراتژی‌های چرخشی یا R-Strategies» شناخته می‌شوند.

مواجه می‌شود. نتیجه تداوم این مسیر، هدر رفت ارزش اقتصادی هنگفتی است که به سرعت از چرخه خارج می‌شود و هزینه‌های قابل توجهی را در قالب ضایعات و دفع تحمیل می‌کند.

اقتصاد چرخشی، به عنوان یک تصویر جایگزین، جهان بدون زباله را مجسم می‌کند؛ جهانی که در آن منابع تا حد امکان در گردش نگه داشته می‌شوند، ارزش نهفته در مواد به حداکثر می‌رسد و اثرات زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. در این چارچوب، طول عمر محصولات افزایش یافته، دوباره استفاده،

اقتصاد مدرن که ریشه‌هایش به انقلاب صنعتی قرن نوزدهم بازمی‌گردد، دستاوردهایی بزرگ در رشد و رفاه انسانی به همراه داشته است؛ اما در قلب این پیشرفت، یک الگوی خطی غالب قرار دارد: «برداشت-تولید-دورریختن (Take-Make-Waste)». این الگوی خطی مبتنی بر مصرف گسترده مواد خام و سوخت‌های فسیلی است و به صورت ذاتی با محدودیت‌های رشد مواجه است؛ زیرا هر سامانه‌ای که مبتنی بر استخراج و مصرف بی‌وقفه باشد، سرانجام با کمبود منابع و زباله‌های بزرگ



میرحسین ملایری

مشاور مالی شرکتی اتاق بازرگانی تهران و تحلیل‌گر زنجیره‌تأمین

تعمیر، بازتولید و بازیافت و تقویت می‌شوند؛ مجموعه‌ای از رویکردها که به‌اختصار به اصطلاح «استراتژی‌های چرخشی یا R-Strategies» شناخته می‌شوند. هدف نهایی ایجاد یک سیستم بسته یا نیمه بسته است که فعالیت‌های اقتصادی را از میزان مصرف منابع محدود جدا کند، به طوری که رشد اقتصادی با کاهش مصرف منابع و اثرات زیست‌محیطی همراه باشد.

هنوز تعاریف واحد و همگانی برای «اقتصاد چرخشی» وجود ندارد؛ اما در گزارش حاضر منظور از این واژه، مدلی اقتصادی است که با بهینه‌سازی کارایی منابع و ترویج استفاده طولانی‌تر، بازیافت و دوباره استفاده، ارزش اقتصادی مواد را بیشینه می‌کند و درعین حال تأثیرات محیطی را کاهش می‌دهد. این تعریف چند نکته اساسی را برجسته می‌کند:

۱. تمرکز بر ارزش اقتصادی مواد، نه صرفاً کاهش زباله،

۲. به‌کارگیری رویکرد سیستمی در کل زنجیره تأمین،
۳. تفکیک رشد اقتصادی از مصرف منابع محدود،
۴. رشد هم‌زمان اقتصادی و زیست‌محیطی.

در این رویکرد، طراحان و کسب‌وکارها با استفاده از اصول طراحی چرخه بسته (design for circularity) و شیوه‌هایی مانند تقلید از طبیعت (biomimicry) و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تلاش می‌کنند تا محصولات و فرایندها طوری طراحی شوند که هم دوام بیشتری داشته باشند و هم آسان‌تر تعمیر، بازتولید یا بازیافت شوند. تحول از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی نه تنها یک ضرورت محیط‌زیستی است، بلکه یک فرصت اقتصادی بزرگ برای خلق ارزش، نوآوری و تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین به‌شمار می‌آید. درعین‌حال، تحقق این فرصت مستلزم طراحی هوشمندانه مدل‌های کسب‌وکار، سرمایه‌گذاری هدفمند و سیاست‌گذاری متناسب است. این نظام، برخلاف اقتصاد خطی که «نمایی از مصرف»

تولید می‌کند، بر «چرخش ارزش» استوار است؛ یعنی هر بار که محصول یا ماده‌ای دوباره وارد چرخه می‌شود، ارزش جدید خلق می‌شود.

اقتصاد چرخشی صرفاً مجموعه‌ای از تکنیک‌ها نیست، بلکه یک تحول ساختاری در تعاملات تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و نهادها است. این تحول:

- منطق طراحی محصول را تغییر می‌دهد،
- ساختار زنجیره تأمین را بازآرایی می‌کند،
- نقش بازیگران جدید (ارائه‌دهندگان خدمات تعمیر، پلتفرم‌های اشتراک، بازیافت‌کنندگان) را پررنگ می‌سازد،
- نحوه‌ی تعامل مشتریان با محصول را دگرگون می‌کند.

این تغییر، دگرگونی روابط اجتماعی-اقتصادی را نیز به همراه دارد و به‌مرور، الگوهای مصرف، تولید و سرمایه‌گذاری را بازتعریف می‌کند.

رشد اقتصاد چرخشی بدون تأمین مالی هدفمند ممکن نیست. نهادهای مالی بزرگ جهانی مانند بانک‌ها، شرکت‌های مدیریت دارایی و بیمه‌گرها اکنون بیش از گذشته در حال بررسی ریسک‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی، فرصت‌های کسب‌وکار مرتبط با اقتصاد چرخشی و نحوه بازطراحی سبدهای سرمایه‌گذاری بر اساس شاخص‌ها ESG هستند. سرمایه‌گذاران درمی‌یابند که عدم توجه به مدل‌های پایدار، می‌تواند به کاهش ارزش دارایی‌ها، افزایش هزینه‌های ریسک، یا حتی نا اطمینانی بلندمدت در بازارها منجر شود. در چنین بستری، اقتصاد چرخشی نه تنها یک گزینه زیست‌محیطی، بلکه یک ابزار مدیریت ریسک مالی و خلق درآمد پایدار قلمداد می‌شود.

ظرفیت نوآوری و فرصت‌های رشد

اقتصاد چرخشی پتانسیل ایجاد فرصت‌های درآمدی بزرگ دارد. نمونه‌هایی که در منابع بین‌المللی ذکر شده عبارتند از:

- صرفه‌جویی ۱۰ تریلیون دلاری در چین تا

سال ۲۰۴۰ در حوزه‌هایی مانند ساخت‌وساز، تغذیه، الکترونیک و حمل‌ونقل،

- بهره‌مندی سالانه ۱/۸ تریلیون یورویی برای اروپا تا ۲۰۳۰ در اثر کاهش هزینه‌های منابع اولیه و آثار منفی زیست‌محیطی،
- نمونه‌های کسب‌وکاری مانند Renault که با بازتولید موتور و قطعات، محصولات «مثل نو» را با قیمت ۳۰ تا ۵۰ درصد کمتر ارائه می‌دهد،

- درآمد ۴/۸ میلیارد یورویی Veolia از فعالیت‌های مبتنی بر بازیافت، انرژی زیستی و مدیریت منابع آب،
- افزایش تاب‌آوری زنجیره‌تأمین شرکت Danone از طریق سرمایه‌گذاری در کشاورزی احیاگر (Regenerative Agriculture).

این نمونه‌ها نشان می‌دهند که چرخش‌پذیری نه تنها محدودیت ایجاد نمی‌کند، بلکه محرک نوآوری، سودآوری و ورود به بازارهای جدید است. گذار به اقتصاد چرخشی بیش از آنکه مسئله‌ای صرفاً زیست‌محیطی باشد، یک تحول خلاقانه است.

اصول طراحی حلقه بسته در فرایند تولید و توزیع

برای ایجاد یک زنجیره تأمین چرخشی، طراحی محصول و فرایند تولید باید از ابتدا با معماری حلقه بسته (Closed-Loop Design) انجام شود. موفقیت مدل‌های کسب‌وکار چرخشی نیازمند این است که تمام عملکردهای کلیدی سازمان - از بازاریابی تا لجستیک و خدمات پس از فروش - با اصول چرخشی هم‌تراز شوند. **برخی نکات کلیدی در طراحی حلقه بسته عبارت‌اند از:**

۱. محصول باید برای چرخه‌های متعدد استفاده، تعمیر و بازتولید طراحی شود. این امر شامل:

- طراحی با قطعات قابل جداسازی،
- استانداردسازی اجزا،
- استفاده از مواد با امکان بازیافت بالا،
- افزایش دوام و قابلیت تعمیر پذیری.

۲. برای بازگرداندن محصولات از مصرف‌کننده به تولیدکننده یا مراکز بازتولید، عملیات لجستیکی باید انعطاف‌پذیر، کم‌هزینه و متناسب با نوسان عرضه و تقاضا طراحی شود. ۳. برای انتخاب هر چرخه بعدی (استفاده مجدد، تعمیر، بازسازی یا بازیافت)، سازمان باید اطلاعات دقیقی درباره وضعیت محصول داشته باشد. تنها با جمع‌آوری حجم زیادی از داده‌ها از محصول و مشتری با استفاده از یک مدل تحلیلی مبتنی بر هوش مصنوعی، چنین تصمیم‌هایی در مقیاس قابل اتکا خواهد بود. بنیاد Ellen MacArthur یکی از معتبرترین نهادهای جهانی در زمینه اقتصاد چرخشی است و سه اصل کلیدی آن به‌عنوان مبنای طراحی اقتصاد چرخشی ذکر شده است.

اصل نخست: حذف زباله و آلودگی

این اصل تأکید دارد که حذف زباله باید از مرحله طراحی آغاز شود. کل چرخه عمر محصول - از استخراج مواد تا دفع - باید بدون ایجاد آلودگی قابل توجه طراحی شود. این اصل پیامدهایی مستقیم دارد که عبارتند از: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، حذف مواد شیمیایی خطرناک، کاهش آلودگی هوا، خاک و آب و کاهش دفن یا سوزاندن پسماند. در این دیدگاه، محصولات امروز منبع مواد اولیه فردا هستند.

اصل دوم: چرخش محصولات و مواد در بالاترین ارزش

در این اصل هدف این است که محصول تا جایی که ممکن است استفاده شود، سپس قطعات آن بهره‌برداری شوند و در نهایت مواد خام آن دوباره وارد چرخه شوند.

اصل سوم: بازآفرینی طبیعی

اصل سوم به این نکته اشاره دارد که گذار به اقتصاد چرخشی می‌تواند فراتر از کاهش آسیب‌ها عمل کند و به احیای اکوسیستم‌ها کمک کند.

ریسک‌های پیش‌روی پیاده‌سازی مدل چرخشی

در این بین در کنار فرصت‌های موجود در مدل‌های کسب‌وکاری چرخشی، ریسک‌هایی وجود دارد که عدم مدیریت صحیح آن‌ها می‌تواند منجر به هزینه برای بنگاه اقتصادی شود. در ادامه بر اساس مطالعات جهانی، ریسک‌های اصلی آورده شده‌اند.

ریسک ۱: نبود ارزش پیشنهادی روشن

یکی از رایج‌ترین موانع در مسیر توسعه مدل‌های چرخشی، فقدان روایت منسجم و ارزش پیشنهادی مشخص برای مشتری، سرمایه‌گذار و حتی کارکنان سازمان است. بسیاری از شرکت‌ها هرچند پروژه‌های آزمایشی چرخشی را آغاز می‌کنند، اما نمی‌توانند توضیح دهند که این پروژه دقیقاً چه مشکلی را حل می‌کند، چه ارزشی می‌آفریند و برای چه کسی سودمند است. نتیجه این می‌شود که مدل‌ها یا در سطح ابتدایی و آزمایشی باقی می‌مانند یا در مواجهه با تصمیم‌گیران ارشد، بودجه و پشتیبانی لازم را کسب نمی‌کنند.

برای موفقیت، شرکت باید بتواند مسئله اقتصادی دقیقی را که مدل چرخشی حل می‌کند، مشخص کند؛ ایده را به اهداف کسب‌وکاری سازمان گره بزند و ارزش پیشنهادی قابل اندازه‌گیری ارائه دهد؛ به‌طور مثال باید مشخص باشد که هدف از پیاده‌سازی مدل چرخشی، کاهش هزینه، افزایش عمر دارایی، بهبود کیفیت تجربه مشتری یا خلق درآمد (ارزش) تکرارشونده است. در واقع باید تفاوت بین وضعیت جاری با وضعیت مطلوب ناشی از تغییرات جدید، مشخص شود.

ریسک ۲: نادیده گرفتن رفتار مشتری و عدم تطبیق مدل چرخشی با واقعیت بازار

یکی از خطاهای رایج در پیاده‌سازی مدل‌های چرخشی، فرض کردن رفتار ایده‌آل برای مشتری است. بسیاری از پروژه‌ها بر این پیش‌فرض بنا می‌شوند که مصرف‌کننده رفتار منطقی و منظم دارد؛ محصول را در زمان مناسب بازمی‌گرداند، به خدمات تعمیر و

بازتولید علاقه‌مند است و حاضر است از الگوی مالکیت به سمت الگوی مبتنی بر استفاده (Use-Based) حرکت کند، درحالی‌که معمولاً واقعیت بازار کاملاً متفاوت است. شواهد بازار نشان می‌دهد در مواردی اغلب مشتریان انگیزه کافی برای مشارکت فعال ندارند یا پیچیدگی فرایند بازگشت یا تعمیر، به قدری است که نرخ مشارکت را به شدت کاهش می‌دهد. از طرف دیگر باید توجه کرد که عادت به خرید محصول نو همچنان رفتار غالب مصرف‌کنندگان است.

مدل‌های چرخشی زمانی موفق می‌شوند که تجربه مشتری (User Experience) ساده با کمترین اصطکاک، مقرون‌به‌صرفه و جذاب‌تر و به‌صرفه‌تر از مدل خطی باشد.

ریسک ۳: نبود مدل اقتصادی روشن و عدم درک کامل از هزینه‌ها و جریان ارزش

از دیگر دلایل شکست مدل‌های چرخشی، عدم تعریف یک مدل اقتصادی دقیق، پایدار و قابل دفاع است. بسیاری از شرکت‌ها با انگیزه‌های زیست‌محیطی یا فشارهای بیرونی وارد مسیر چرخش می‌شوند، اما محاسبات اقتصادی را یا انجام نمی‌دهند یا بسیار سطحی انجام می‌دهند. نتیجه این می‌شود که پروژه‌ها از مرحله آزمایشی فراتر نمی‌روند، زیرا جریان ارزش و هزینه‌ها به درستی درک نشده است. از جمله هزینه‌های اصلی که باید مبنای محاسبات باشند، عبارتند از: هزینه لجستیک معکوس (جمع‌آوری، حمل، انبارش)، هزینه تعمیر، بازسازی یا تفکیک قطعات هزینه آزمایش کیفیت کالاهای برگشتی، هزینه‌های نیروی انسانی متخصص هزینه‌های زیرساخت دیجیتال و داده و هزینه نگهداری موجودی در چرخه‌های متغیر. این هزینه‌ها اگر از ابتدا سنجیده نشوند، مدل چرخشی را حتی اگر از نظر فنی موفق باشد، از نظر مالی ناپایدار می‌کنند. از طرف دیگر اگر مدل چرخشی نتواند نشان دهد که درآمد تکرارشونده چگونه ایجاد می‌شود و بازده مدل جدید چقدر است، آنگاه بنگاه با مدل کسب‌وکار جدید امکان رقابت



تحول از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی نه تنها یک ضرورت محیط‌زیستی است، بلکه یک فرصت اقتصادی بزرگ برای خلق ارزش، نوآوری و تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین به‌شمار می‌آید. در عین حال، تحقق این فرصت مستلزم طراحی هوشمندانه مدل‌های کسب‌وکار، سرمایه‌گذاری هدفمند و سیاست‌گذاری متناسب است.

ریسک ۵: نبود هم‌راستایی داخلی و تعارض با مدل کسب‌وکار موجود

دلیل دیگر شکست مدل‌های چرخشی، نبود هم‌راستایی درون‌سازمانی و تعارض ذاتی میان مدل چرخشی جدید با مدل کسب‌وکار خطی موجود است. بسیاری از بنگاه‌ها تلاش می‌کنند که اقتصاد چرخشی را به‌عنوان یک پروژه جانبی یا یک اقدام در راستای مسئولیت اجتماعی شرکتی در کنار مدل اصلی خود اجرا کنند؛ اما این دو مدل در سطح منطق اقتصادی، ساختار انگیزشی و فرایندهای عملیاتی، در تضاد با یکدیگر هستند. در مدل خطی، موفقیت با افزایش فروش محصول جدید تعریف می‌شود، اما در مدل چرخشی هدف افزایش ارزش طول عمر محصول، درآمد بر پایه استفاده، خدمات، تعمیر، بازسازی و تکرار ارزش و نه الزاماً فروش بیشتر است. در اصل موفقیت در کاهش نیاز به تولید محصول نو است.

می‌کنند که زیرساخت موجود آن‌ها برای مدیریت جریان بازگشتی کافی است، اما گزارش‌ها نشان می‌دهد که این تصور در برخی موارد نادرست است. در این زمینه بزرگ‌ترین مانع عملیاتی، غیرقابل‌پیش‌بینی بودن ورودی‌های چرخه است. به‌بیان‌دیگر زمان برگشت محصول، حجم کالاهای برگشتی و کیفیت محصول پس از مصرف مشخص و قابل‌پیش‌بینی نیست. در نتیجه، اگر یک شرکت زیرساخت داده، انبارداری و عملیات انعطاف‌پذیر نداشته باشد، با هزینه‌های عملیاتی بالا، تأخیرهای زیاد و ناپایداری مالی روبه‌رو می‌شود. اقتصاد چرخشی همان‌قدر که یک مسئله طراحی است، یک مسئله عملیاتی است. بدون زیرساخت لجستیک معکوس، بهترین مدل‌ها نیز شکست می‌خورند.

را نخواهد داشت. در مدل چرخشی، جریان ارزش چندلایه است: درآمد از فروش اولیه محصول، درآمد از تعمیر، درآمد از بازتولید، درآمد از بازیافت مواد، صرفه‌جویی ناشی از کاهش خرید مواد اولیه، ارزش افزوده ناشی از وفاداری و حفظ مشتری و کاهش ریسک در زنجیره‌تأمین.

ریسک ۴: نبود زیرساخت عملیاتی و لجستیک معکوس کارآمد

نبود زیرساخت لجستیک معکوس (Reverse Logistics) و قابلیت‌های عملیاتی مناسب، ریسک مهمی در مدل‌های چرخشی است. درحالی‌که در مدل خطی، جریان مواد ساده و یک‌طرفه است، در مدل چرخشی جریان مواد چندمسیره، پویا و همراه با عدم قطعیت بسیار بالا است. بسیاری از شرکت‌ها تصور





گذر از مدل کسب و کار خطی به مدل چرخشی مانند هر تغییر دیگری با فرصت‌ها و ریسک‌هایی همراه است. آنچه در این بین اهمیت دارد، این است که اگر تصمیم به استفاده از رویکرد نوآورانه گرفته شد، این تصمیم همراه با بررسی و آگاهی باشد. تحقیقات و ارزیابی‌های پیش از اقدام اجرایی می‌تواند باعث مدیریت مخاطرات و همچنین افزایش بهره‌مندی از فرصت‌ها شود.

ریسک ۶: نبود هماهنگی میان بازیگران زنجیره تأمین

زنجیره تأمین چرخشی تنها زمانی کار می‌کند که تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان قطعات، مراکز جمع‌آوری، مراکز بازتولید، شرکت‌های لجستیکی و بازیافت‌کنندگان، به صورت هماهنگ و هم‌زمان فعالیت کنند. مشکل آنجایی پیش می‌آید که در برخی از پروژه‌ها، هر یک از این بازیگران منطق اقتصادی متفاوتی دارند. نبود توافق بر سر روش‌های همکاری، تقسیم عایدی و استانداردهای فنی، مهم‌ترین دلیل شکست در این ریسک است. به بیان دیگر همه بازیگران زنجیره تأمین باید دلیل اقتصادی برای مشارکت داشته باشند.

ریسک ۷: شکست در استفاده از ابزارهای دیجیتال و داده‌محور

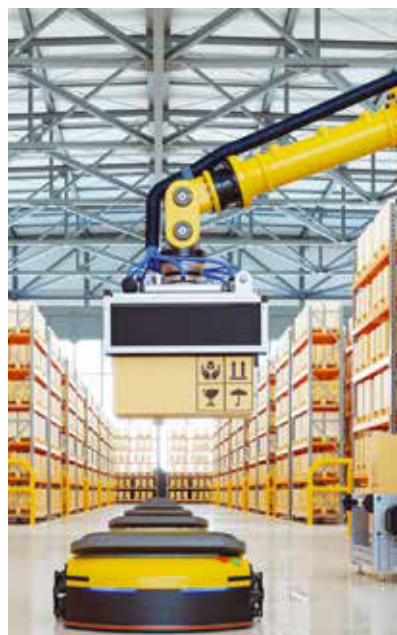
مطالعات نشان داده است که بدون داده، هیچ مدل چرخشی در مقیاس بالا و تجاری کار نمی‌کند. در مدل خطی، داده‌ها محدود به اطلاعات تولید، فروش و حمل و نقل هستند، اما در کسب و کار چرخشی، شرکت باید درباره هر محصول اطلاعاتی از قبیل وضعیت فعلی محصول پس از استفاده، میزان استهلاک و عمر باقی‌مانده، ترکیب مواد و قطعات داخلی، تاریخچه تعمیرات و تعویض قطعات، محل فعلی محصول و نحوه استفاده مشتری و احتمال بازگشت محصول و زمان تقریبی را در اختیار داشته باشد. پروژه‌ها به دلیل فرایندهای سنتی و عدم اتوماسیون با شکست مواجه می‌شوند.

ریسک ۸: انتخاب مسیره‌های چرخشی اشتباه
یکی از مهم‌ترین خطاهایی که شرکت‌ها در مسیر گذار به اقتصاد چرخشی مرتکب

می‌شوند، انتخاب نادرست استراتژی‌های چرخشی (R-strategies) است. گزارش نشان می‌دهد که بسیاری از شرکت‌ها بدون تحلیل دقیق وضعیت محصول، نیاز بازار، ارزش اقتصادی هر مسیر و ظرفیت عملیاتی، به سراغ یک مسیر چرخشی خاص (تعمیر، بازسازی، فروش مجدد یا بازیافت) می‌روند و در نهایت مدل از نظر اقتصادی شکست می‌خورد؛ در صورتی که باید توجه داشت که این مسیرها هم‌ارزش نیستند و هر مسیر هزینه عملیات، ارزش بازگشتی، تأثیر زیست‌محیطی و پیچیدگی متفاوت دارد.

ریسک ۹: نبود مقیاس اقتصادی کافی و شکست در ایجاد سودآوری

یکی از ریسک‌های اصلی شکست مدل‌های چرخشی، عدم دستیابی به مقیاس اقتصادی است. حتی اگر مدل چرخشی از نظر فنی،



مالی و عملیاتی درست طراحی شده باشد، بدون حجم کافی از محصولات برگشتی، مشتریان، یا ظرفیت پردازشی، از نظر اقتصادی پایدار نخواهد بود. برای آن‌که مدل چرخشی سودآور شود، باید حجم مشخصی از کالاهای برگشتی در یک بازه زمانی وجود داشته باشد.

جمع‌بندی

بنا بر آنچه اشاره شد، گذر از مدل کسب و کار خطی به مدل چرخشی مانند هر تغییر دیگری با فرصت‌ها و ریسک‌هایی همراه است. آنچه در این بین اهمیت دارد، این است که اگر تصمیم به استفاده از رویکرد نوآورانه گرفته شد، این تصمیم همراه با بررسی و آگاهی باشد. تحقیقات و ارزیابی‌های پیش از اقدام اجرایی می‌تواند باعث مدیریت مخاطرات و همچنین افزایش بهره‌مندی از فرصت‌ها شود. در این مسیر باید بدون سوگیری و مبتنی بر واقعیت، اقدام به تصمیم‌گیری، طراحی و پیاده‌سازی نمود. III

منابع:

- HOW NOT TO FAIL: Avoiding 10 common pitfalls when scaling circular business models - Ellen MacArthur Foundation (2025).
- ICC & EY (2024), Putting the circular economy into motion: From barriers to opportunities.
- Financing the circular economy Capturing the opportunity- Ellen MacArthur Foundation (2020).
- Ellen MacArthur Foundation, Artificial intelligence and the circular economy - AI as a tool to accelerate the transition (2019).