مقدمه‌ای بر اقتصاد چرخشی

رویکردی برای سازگاری صنعت و محیط زیست

کمیسیون توسعه پایدار، محیط زیست و آب

عنوان گزارش: مقدمه ای بر اقتصاد چرخشی رویکردی برای سازگاری صنعت و محیط زیست
کمیسیون: توسعه پایدار، محیط زیست و آب
تهیه کننده: فرزام پوراصغر سنگاچین، فرشید شکرخدایی، توحید صدر نژاد
انتشار: امور کمیسیون های تخصصی اتاق ایران
شماره گزارش: ۰۷۹۹۳۹
پاییز ۹۹

فهرست مطالب

۱. مقدمه ۵

۲. ضرورت گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی ۶

۳. پیشینه اقتصاد چرخشی ۲۱

۴. مبانی اقتصاد چرخشی ۲۳

۵. اقتصاد آبی ۴۳

۶. الگوبرداری زیستی ۴۵

۷. اقتصاد اتمی ۴۶

۸. جمع بندی و نقاط اشتراک و افتراق مکاتب مختلف اقتصاد چرخه ای ۴۷

۹. ابزارهای گذار به اقتصادی اقتصاد چرخشی ۴۹

۱۰. جمعبندی ۶۸

۱۱. توصیه ها و مضامین سیاستی ۶۹

سخن آغازین

منابع کره زمین محدود و نیازهای انسان نامحدود است، به همین دلیل بشر همواره در تلاش است تا به روش های مختلف از این منابع محدود برای تامین نیازهای نامحدود خود استفاده کند. به عبارت دیگر بشر در دنیایی زندگی می کند که قانون کمیابی منابع بر آن حاکم است، بنابراین مسئله اصلی در اقتصاد استفاده از منابع و امکانات محدود برای تامین نیازهای نامحدود بشر به بهترین شیوه است. از سوی دیگر، زمین سیستم بسته ای است، بنا براین هر ماده ای که از زمین استخراج و فراوری و می شود و هر آلاینده ای که در نتیجه فرایند استخراج، فرآوری، توزیع و مصرف تولید می شوند، باید در این سیستم بسته که از خودپالایی محدودی برخوردار استِ، تخلیه گردد.

با توجه به اینکه منابع طبیعی و محیط زیستی و یکی از مهمترین عوامل تولید و به گردش درآوردن چرخه های اقتصادی و تولید هستند، در زمره منابع کمیاب طبقه بندی می شوند، علم اقتصاد به بشر کمک می کند تا به صورت بهینه از این منابع کمیاب استفاده کند. به همین دلیل نیز باید منطق اقتصادی بر استفاده از این منابع و همچنین انتشار آلاینده های ناشی از فعالیت های اقتادی حاکم شود تا بتوان پایداری نظام های زیستی و اقتصادی – اجتماعی جامعه را تضمین کرد.

بنابراین برای برنامه ریزی موثر برای حفظ پایداری محیط زیست و رعایت منطق اقتصادی در بهره برداری از منابع طبیعی و زیست محیطی و همچنین کاهش آثار جانبی ناشی از فعالیت های اقتصادی (انتشار انواع آلاینده ها در محیط زیست) باید به تعامل و برهم کنش های میان نظام اقتصادی و نظام های بوم شناختی توجه کرد، فرایند تولیدات اقتصادی از مرحله استخراج، فرآوری، تولید، توزیع و مصرف را به گونه ای ساماندهی کرد که از یک سو منابع خام به صورت مستمر در دسترس باشد و از سوی دیگر نیز خسارات وارده بر محیط زیست را به حداقل رساند.

به همین دلیل در خلال سال های گذشته و بویژه پس از کنفرانس ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲، رویکردهای اقتصادی متعددی برای سازگاری بین نظام های اقتصادی و نظام های بوم شناختی بسط و تکامل یافته است که تبلور این رویکردها را می توان در اقتصاد چرخشی ملاحظه کرد که در حال حاضر به عنوان رویکردی فراگیر در بسیاری از کشور ها مطرح شده است.

جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با توجه به کمیابی روز افزون منابع خام در کشور و نوسانات قیمت بسیاری از این مواد و همچنین فراتر رفتن بسیاری از محیط های طبیعی کشور (چاهک ها) از ظرفیت خودپالایی آنها دیر یا زود ناچار به بازنگری در الگوهای تولید و مصرف و اتخاذ رویکرد اقتصادی در نظام برنامه رزیزی خود خواهد شد.

بر این اساس به نظر می رسد تبیین ادبیات و چارچوب های حاکم بر اقتصاد چرخشی به منظور آشنایی تصمیم گیران، تصمیم سازان و صاحب نظران و متفکرین بخش های مختلف اقتصادی و تولید با این ادبیات می تواند نقش بسیار موثری در سازگاری نظام اقتصادی و تولیدی با محیط زیست داشته باشد و بستر های لازم را برای گذار از اقتصاد خطی مبتنی بر سوخت های فسیلی و دوریز، به اقتصاد خطی سازگگار با محیط زیست فراهم نماید.

در این فرایند گذار نقش بخش های خصوصی، بویژه اتاق های بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران و بویژه کمیسیون توسعه پایدار، محیط زیست و آب، به عنوان نهاد تنظیم گر و رابط بین دولت و حاکمیت و بخش خصوصی و فعالان اقتصادی و تولیدی، از اهمیت بسیار زیادی در نهادینه کردن اقتصاد گردشی و گذار از اقتصاد خطی به سوی اقتصاد گردشی برخوردار است، تا ضمن بسط و

توسعه این رویکرد اقتصادی در کشور، بتواند بسترها و زیر ساخت های لازم را بویژه در بخش خصوصی برای این فرایند گذار فراهم نماید.

امیدواریم که اقدامات و تلاش های کمیسیون توسعه پایدار، محیط زیست و آب به عنوان پرچم دار توسعه پایدار در کشور و نماینده بخش خصوصی در حاکمیت بتواند به بسط و توسعه مباحث اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار به توجهات بیشتر از سوی دولت و بخش خصوصی منتهی شده و موجبات اعتلای کشور در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار گردد.

باید توجه کرد که همه ما مسافران یک کشتی هستیم که هر گونه تخطی و عدول از ضوابط و مقررات حاکم بر این کشتی (کره خاکی) می تواند آثار و پیامدهای جبران ناپذیری به همراه داشته باشد، لذا همه ارکان جامعه باید در حفاظت از آن همکاری و مشارکت داشته باشند تا بتوانیم آینده ای بهتری را برای نسل های بعدی رقم بزنیم.

فرشید شکرخدایی

رییس کمیسیون توسعه پایدار، محیط زیست و آب

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران

۱. مقدمه

اقتصاد جهانی در حال پیشی گرفتن از ظرفیت های تحمل کره زمین است. منابع کره زمین محدود و نیازهای انسان نامحدود است، به همین دلیل بشر همواره در تلاش است تا به روش های مختلف از این منابع محدود برای تامین نیازهای نامحدود خود استفاده کند. با توجه به اینکه منابع طبیعی و محیط زیستی در زمره منابع کمیاب طبقه بندی می شوند، علم اقتصاد به بشر کمک می کند تا به صورت بهینه از این منابع کمیاب استفاده کند. به عبارت دیگر بشر در دنیایی زندگی می کند که قانون کمیابی منابع بر آن حاکم است، بنابراین مسئله اصلی در اقتصاد استفاده از منابع و امکانات محدود برای تامین نیازهای نامحدود بشر به بهترین شیوه است.

پرواضح است که منابع طبیعی و محیط زیستی اصلی ترین عوامل تولید بشمار می روند، به همین دلیل نیز باید منطق اقتصادی بر استفاده از این منابع حاکم شود و ارزشی که برای سایر عوامل تولید (نیروی انسانی، سرمایه و...) در نظر گرفته می شود، برای این منابع نیز مد نظر قرار داد.

از سوی دیگر هیچ نظام اقتصادی نمی تواند بدون حمایت نظام‌های بوم شناختی (منابع زنده و غیر زنده و روابط متقابل بین آنها) به حیات خود ادامه دهد . مفهوم این گفته این است که به منظور به حرکت در آمدن اقتصاد (یعنی تامین کالاها و خدمات یا ثروت برای انسانها) باید منابع اولیه یعنی (مواد خام و سوخت) را از طبیعت استخراج و فراوری نمود و پسماندها را به محیط بازگرداند. این موضوع به خوبی ارتباط تنگاتنگ بین نظام اقتصادی و محیط زیست را نمایان می سازد.

فعالیت های انسانی به طرق مختلف بر محیط زیست تاثیر می گذارند و مطلوبیت آن را برای جامعه کاهش می دهند. از یک سو برداشت برای تامین نیازهای خود باید مواد خام را از طبیعت استخراج، فرآوری، توزیع و مصرف نماید و از سوی دیگر در این فرایندها طیف گسترده ای از ضایعات و پسماندها تولید می شود که یا باید بازیاف شوند و دوباره مورد استفاده قرار گیرند یا به صورت ایمن و مطمئن در محیط زیست دفع گردند. این فرایند از تولید به مصرف که در آن منابع استخراج، فرآوری و توزیع می شوند، یک فرایند خطی و یک سویه است که بنیان آن بر استخراج مواد خام و بویژه انرژی های حاصل از سوخت های فسیلی بنا نهاده شده است، به اقتصاد خطی موسوم است، اقتصادی ناپایدار است که از یک سو باعث تخلیه هر چه بیشتر منابع خام می شود و از سوی دیگر نیز به دلیل انتشار طیف گسترده ای از آلاینده های جامد، گاز و مایع تخریب گسترده محیط زیست را به همراه دارد.

بتدریج با کمیاب شدن هر چه بیشتر منابع خام از یک سو و محدودیت ها و مخاطرات ناشی از تخلیه آلاینده ها بر محیط زیست و پرشدن بسیاری از چاهک های[1] کره زمین رویکردهای نوینی اقتصادی برای رویارویی با این مخاطرات بسط و توسعه داده شده است که از مهمترین آنها می توان به اقتصاد منابع طبیعی، اقتصاد محیط زیست، اقتصاد بوم شناختی و بویژه اقتصاد چرخشی مطرح شده اند.

توسعه انواع بازارهای رقابتی، گسترش انواع فرایندهای تولید، تنوع انواع محصولات، دگرگونی‌های عمیق اقتصادی، سیاسی و اقتصادی و تغییر ذائقه مصرف کنندگان و ارتقای آگاهی های جوامع از اهمیت حفاظت از محیط زیست، تغییر اقلیم و تصویب قوانین و مقررات گوناگون برای حفاظت از محیط زیست در سطوح ملی و بین المللی و سرانجام محدود شدن و کمیابی روز افزون منابع انرژی و منابع خام و آثار و پیامدهای بهداشتی و زیست محیطی ناشی از دفع غیر اصولی پسماندها و غیره باعث شده اند تا دانشمندان و صاحب نظران اقتصادی از رویکردهای های اقتصادی معطوف به اقتصاد خطی (تولید- توزیع - مصرف) پیش از پیش به رویکردهای اقتصاد چرخشی (تولید- مصرف - بازیافت) گرایش پیدا کنند. گرچه در رویکردهای اقتصاد خطی منطق اقتصادی حاکم بر آن استفاده بهینه و تخصیص مناسب نهاد ها برای تولید با کمترین هزینه است، لیکن در این رویکرد اقتصادی هزینه های جانبی ناشی از فرایند های استخراج، فرآوری، توزیع و مصرف بر محیط زیست نادیده گرفته می شود، در حالی که در اقتصاد چرخشی علاوه بر تخصیص

1 . Sinks

بهینه نهاده های برای تولید اقتصادی، مولفه هایی مانند کاهش ضایعات و پسماندها، بازیافت، استفاده مجدد، بازیابی انرژی از ضایعات در فرآیندهای تولید در زمره مهمترین اهداف قلمداد می شوند که در چارچوب اقتصاد چرخشی تبیین می گردد.

اقتصاد چرخشی به حفظ محیط زیست از طریق افزایش سهم منابع تجدیدپذیر و یا قابل بازیافت همزمان با کاهش مصرف مواد خام و انرژی اهمیت می دهد. ایجاد اقتصاد چرخشی نیاز به تغییرات بنیادی در زنجیره ارزش از طراحی محصول و فرآیند تولید تا مدل های کسب و کار جدید و الگوهای مصرف دارد. اقتصاد چرخشی، بازیافت زباله ها را به منابع جدید تبدیل می کند و به افزایش طول عمر کالا و حفظ منابع طبیعی نیز کمک می کند (Murray et al، 2015)[۲].

همچنین باید اِد آور شد در برخی موارد آلودگی پدیده‌ای مشخص است، اما در بسیاری موارد نیز این آلودگی‌ها مشهود نیستند. معمولاً آنچه را می‌توان آلاینده نامید، به زمان و مکان ماده بستگی دارد. فسفاتی که موردنیاز گیاهان است و بر اثر تصفیه فاضلاب‌ها در آب‌های سطحی تخلیه می‌شوند، مانند فسفاتی است که کشاورزان مجبورند آن‌ها را با قیمت بالا خریداری نمایند. در حقیقت، بیشتر آلاینده‌ها، منابع ارزشمندی هستند که به دلایل مختلف از دسترس خارج می‌شوند. از آن‌جایی‌که منابع کمیاب‌تر و گران‌تر می‌شوند، در نتیجه انگیزه‌های اقتصادی باعث خواهد شد تا بازیافت این منابع در کانون توجه قرار گیرد و در نتیجه بسترهای لازم برای حل بسیاری از مشکلات آلودگی در چارچوب اقتصاد چرخشی فراهم گردد. موضوع اساسی پایداری، تغییر نگرش به مواد آلاینده و استفاده سودمند از آن‌ها و گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی است که به دلیل کمیابی روز افزون منابع خام و انرژی و هچنین پرشدن چاهک های کره زمین به الگویی مسلط در جهان تبدیل خواهد شد.

بنابراین برای برنامه ریزی موثر برای حفظ پایداری محیط زیست و رعایت منطق اقتصادی در بهره برداری از منابع طبیعی و زیست محیطی باید به تعامل و برهم کنش های میان نظام اقتصادی و نظام های بوم شناختی توجه کرد و هزینه های بهره برداری، تخریب و آلودگی محیط زیست را به تناسب هزینه های وارد شده بر محیط زیست پرداخت کرد، که تحقق این مهم در گرو اقتصادی است که بهترین شکل از منابع و نهاده های تولید استفاده می کند و ضایعات و پسماندهای ناشی از فرایندها و فعالیت های اقتصادی را نه به عنوان پسماند، بلکه به عنوان نهاده تولید و ماده اولیه برای سایر فرایندها مورد استفاده قرار می دهد که تمامی این فرایندها باید در چارچوب اقتصاد چرخشی به حرکت در آید.

۲. ضرورت گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی

نگرانی‌های جامعه جهانی از فروپاشی[۳] نظام‌های زیستی صرفاً ناشی از محدودیت‌ها و کمبود منابع نیست، بلکه پیش‌بینی‌ها و مدل‌سازی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۱۰۰ هنوز جامعه جهانی مقادیر قابل‌ملاحظه‌ای از منابع را در اختیار خواهد داشت. نگرانی جامعه اصلی جهانی عمدتاً از هزینه‌های فزایندهٔ بهره‌برداری منابع و عدم توانایی چاهک‌های[۴] کره زمین برای جذب و پالایش آلاینده‌ها است. پیش‌بینی‌هایی که مدل‌های رایانه‌ای نشان می‌دهند، این است که ترکیب تدریجی و مداوم رشد بهره‌برداری از منابع تجدید پذیر، تهی سازی منابع تجدید ناپذیر و پر شدن چاهک‌های کره زمین، سرمایه و انرژی مورد نیاز برای حفظ کمیت و کیفیت مواد مورد نیاز را برای فعالیت‌های اقتصادی افزایش می‌دهد. این هزینه‌ها از ترکیب عوامل فیزیکی، زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی می‌شود. سرانجام این هزینه‌ها آن‌قدر افزایش می‌یابد که صنعت قادر نباشد به فعالیت خود در بلند مدت ادامه دهد. زمانی که این حادثه رخ می‌دهد منحنی‌های نتایج مثبت[۵]، که موجب توسعه اقتصاد می‌شوند، تغییر جهت می‌دهند و در نتیجه اقتصاد با رکود مواجه خواهد

2 . Murray A., Skene K. and Haynes K. 2015. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. Journal of Business Ethics, Springer Science+Business Media Dordrecht

3. Collapse

4 .Sinks

5. Positive feedback loop

شد. نهاده‌های مورد نیاز برای تداوم تولید و حفظ پایداری اقتصاد بسیار طولانی و متنوع است با این حال، می‌توان آن را به دو گروه عمده طبقه‌بندی کرد (میدوز و همکاران، ۱۳۸۸).

اولین گروه شامل منابع فیزیکی است که از کلیهٔ اشکال بیولوژیکی (موجودات زنده) و فعالیت‌های صنعتی حمایت می‌کنند اراضی حاصلخیز، مواد معدنی، انرژی و نظام‌های بوم‌شناختی[۶] کره زمین از این جمله‌اند که هم پسماندهای ناشی از فعالیت‌های انسانی را جذب می‌نمایند و هم باعث تعدیل آب‌وهوا می‌شوند. در حقیقت، این مؤلفه‌ها شامل متغیرهای ملموس و قابل شمارش نظیر مساحت اراضی زیر کشت و جنگل‌ها به هکتار، منابع آب شیرین به کیلومتر مکعب، مقدار ذخایر فلزی به تن و مقدار نفت خام به میلیارد بشکه، می‌باشند. با این حال، کمی کردن این متغیرها بسیار مشکل است؛ زیرا مقادیر کل این منابع نامشخص است. این عناصر به طرق مختلف با یکدیگر در کنش متقابل[۷] هستند ـ در برخی موارد یک منبع می‌تواند جانشین منبع دیگر شود؛ و در سایر موارد تولید یک منبع، منابع دیگر را مشکل می‌کند. مفاهیم منابع، ذخایر[۸]، تولید و مصرف با یکدیگر ناسازگار هستند؛ زیرا علم کامل نیست و بوروکراسی‌های حاکم بر جوامع نیز با توجه به اهداف سیاسی و اقتصادی، در برآورد دقیق این متغیرها اختلال ایجاد و اعداد واقعی را پنهان می‌کنند. اطلاعات مربوط به واقعیات فیزیکی را نیز عموماً به‌صورت نماگرهای اقتصادی، نظیر قیمت‌های پولی، بیان می‌کنند. قیمت‌ها در بازار تعیین می‌شوند و با مجموعه‌ای از قواعد بسیار متفاوت منابع فیزیکی عمل می‌کنند.

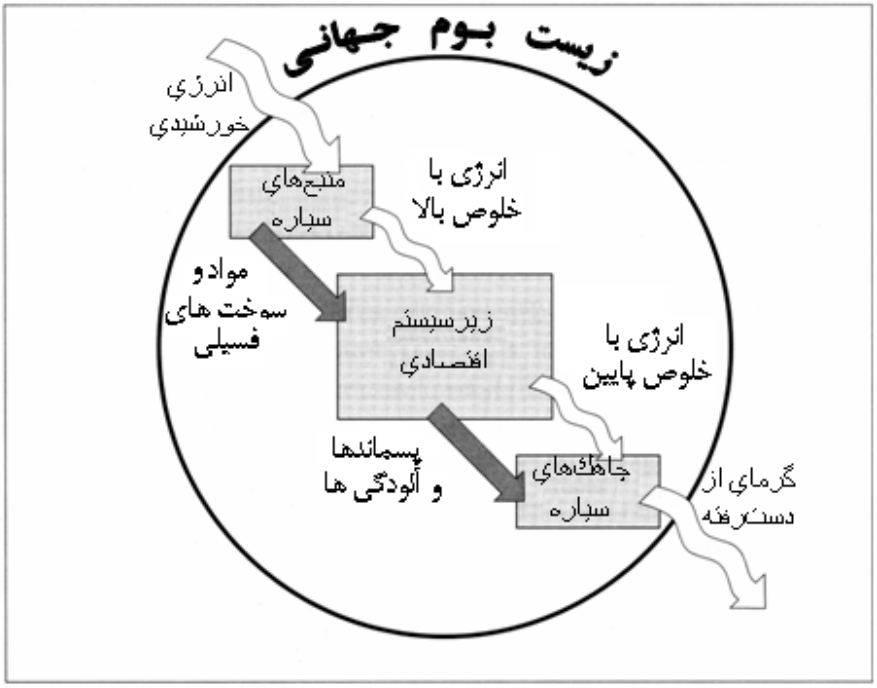
گروه دوم از شرایط مورد نیاز برای رشد، سرمایه‌های اجتماعی هستند. حتی اگر سیستم‌های فیزیکی کره زمین قادر به حمایت از جمعیت با توسعه صنعتی بیشتر باشد، رشد واقعی اقتصاد و جمعیت به عواملی نظیر صلح و ثبات اجتماعی، برابری و امنیت انسانی، صداقت رهبران سیاسی، آموزش، آزادی عقیده، تمایل به پذیرش خطاها و آزمایش، بنیان‌های نهادی برای پیشرفت فنی تدریجی و مطلوب بستگی خواهد داشت؛ البته ارزیابی عوامل اجتماعی مشکل و پیش‌بینی آن نیز احتمالاً غیرممکن است. ، زیرا به دلیل ماهیت این سرمایه‌ها، اطلاعات و مبانی نظری لازم را برای وارد کردن آن‌ها در تحلیل‌ها و مدل‌سازی‌ها وجود ندارد یا به‌سادگی امکان‌پذیر نیست اما این موضوعی مشخص است که اراضی حاصلخیز، انرژی کافی، منابع ضروری و محیط‌زیست سالم شرط لازم رشد پایدار هستند، اما با این وجود شرط کافی نیستند. حتی در مواقعی که این منابع فیزیکی به وفور یافت شوند دسترسی به آن‌ها ممکن است به دلیل مشکلات اجتماعی امکان‌پذیر نباشد.

منابع و انرژی که انسان‌ها و کارخانه‌ها مصرف می‌کنند از جایی خارج از کره زمین به دست نمی‌آیند. این منابع و انرژی از همین سیاره استخراج می‌شوند و هرگز نیز ناپدید نمی‌شوند. با توجه به اینکه کره زمین زیست بوم بسته ای است و تنها انرژی با پیرامون خود مبادله می کند، لذا هر ماده ای برای تولید و به گردش درآوردتن اقتصاد باید از این سیستم بسته استخراج، فرآوری، توزیع و مصرف شود و ضایعات و پسماندهای حاصل از این فرایندها از مرحله استخراج تا مصرف باید در این سیستم بسته دفع گردد. به همین دلیل اقتصاد دان معروف کنت بولدینگ (۱۹۶۶) موضوع اقتصاد سفینه فضایی را مطرح کرده است (کامان و همکاران، ۱۳۸۹).

زمانی که استفاده اقتصادی از آن‌ها به اتمام می‌رسد این مواد یا بازیافت یا به انواع مختلف پسماند و آلاینده‌ها تبدیل می‌شوند؛ انرژی نیز به‌صورت گرمای غیر قابل استفاده در محیط‌زیست پراکنده می‌شود. به این ترتیب، مقداری از مواد خام و انرژی از منبع‌های کره زمین به زیرسیستم‌های اقتصادی مختلف و از آنجا نیز به چاهک‌های زمین، یعنی جایی که پسماندها و آلاینده‌ها در آن جذب می‌شود، انتقال می‌یابد (شکل ۱). اتخاذ رویکرد بازیافت و تولید پاک‌تر[۹] تا حد زیادی می‌تواند مقدار پسماندها و آلاینده‌ها را به ازای هر واحد مصرف کاهش دهد، لیکن هرگز قادر نخواهد بود کامل آن را حذف کند. انسان‌ها به‌صورت مستمر به غذا، آب، هوای پاک، مسکن و سایر مواد برای رشد، حفظ سلامت خود و تداوم زندگی مولد نیاز دارند. همچنین، همواره نیاز به انرژی، آب، هوا و انواع

6. Ecological Systems
7. Interact
8. Reserve
9. Recycle and Cleaner Production

گوناگونی از فلزات، مواد شیمیایی و مواد بیولوژیک برای تولید کالاها و خدمات، تعمیر ماشین‌آلات و ساختمان‌ها و تولید ماشین‌آلات و ساختمان‌های جدید وجود دارد. این‌ها محدودیت‌هایی هستند که موجب محدود شدن میزان تولید کالاها و خدمات توسط منابع و جذب پسماندها توسط چاهک‌ها، بدون وارد آوردن خسارت به مردم، اقتصاد، یا فرایندهای باز تولید و تنظیم کنندهٔ کرهٔ زمین، می‌شوند.



شکل ۱. جمعیت و سرمایه در زیست‌بوم جهانی

(ماخذ: میدوز و همکاران، ۱۳۸۸)

(Source: R. Goodland, H. Daly, and S. El Serafy.)

ماهیت این محدودیت‌ها بسیار پیچیده است؛ زیرا منبع‌ها و چاهک‌ها خود بخشی از سیستمی به هم وابسته و پویا هستند که آن را حلقه‌های بیوژئوشیمیایی[10] کره زمین حفظ می‌کنند. در این زمینه دو نوع محدودیت وجود دارد که شامل محدودیت‌های کوتاه‌مدت (مانند مقدار نفت پالایش شده یا زمان باقی ماندن آن در تانکرهای ذخیره‌سازی) و محدودیت‌های بلندمدت (مانند مقدار نفت قابل دسترس در زیرزمین) می‌باشد. منبع‌ها و چاهک‌ها ممکن است به‌صورت مستمر با یکدیگر در کنش متقابل باشند و هم‌زمان نظام طبیعی ممکن است هم به عنوان منبع و هم به عنوان چاهک ایفای نقش نماید. برای نمونه، خاک یک مزرعه ممکن است، هم منبعی برای تولید گیاهان زراعی و هم می‌تواند چاهکی برای جذب باران‌های اسیدی ناشی از آلودگی هوا باشد. ظرفیت خاک برای ایفای نقش این کارکردها بشدت به هر یک از این دو کارکرد بستگی دارد.

اقتصاد خطی و اقتصاد مبتنی بر سوخت های فسیلی و مواد خام و دور ریز مواد به ظاهر باعث رفاه مردم در طول نیمه دوم قرن بیستم شده است، اقتصادی بسیار مخرب برای طبیعت و محیط زیست است که هزینه های بسیار زیادی را بر محیط زیست تحمیل می کند. استخراج طلا و سایر فلزات باعث تخریب و آلودگی گسترده محیط زیست و بسیاری از زیست بوم های منحصر بفرد جهان شده است (پیرابند ۱). مقیاس اقتصاد مواد خام و آثار و یامدهای آن بر محیط زیست بسیار بزرگتر از چیزی است که به نظر می رسد. زیرا مصرف کننده گان تنها محصول نهایی در ارتباط هستند. برای مثال، فولادی که برای اتومبیل یا سایر محصولات مورد استفاده قرار می گیرد، به ده ها تن سنگ آهن نیاز دارد که فرآوری از مرحله از جابجایی خاک برای دستیابی به سنگ معدن تا مرحله استخراج سنگ، حمل آن به کوره های ذوب، و فرآوری و تبدیل آن به فلز خالص مقادیر عظیمی انرژی مصرف کرده و حجم زیادی از

10. Biogeochemical Cycles

انواع آلاینده ها و پسماندها و گازهای گلخانه ای منتشر می کند. بویژه در سیاری از کشورها، بحشی از انرژی از زغال سنگ تامین می شود که این ماده نیز باید استخراج شود که این فرایند نیز در تشدید اثرات مخربی بر محیط زیست دارد که آثار و پیامدهای آن می تواند پایداری نظام های اقتصادی- اجتماعی و بوم شناختی بشر را در معرض تهدید قرار دهد. (براون، ۱۳۸۱). لذا کلید بنای اقتصادی جهانی که بتواند رشد اقتصادی را پایدار نماید، کاستن از مواد خام برای تولید محصولات گوناگون و افزایش بازیافت مواد در چارچوب اقتصاد چرخشی است.

هرمان دالی[11]، اقتصاددان معروف، سه قاعده را برای کمک به تعریف محدودیت‌های پایداری مصرف مواد و انرژی پیشنهاد کرده است:

- منابع تجدید پذیر[12] ـ خاک، آب، جنگل، آبزیان ـ میزان پایدار مصرف نباید از میزان باز تولید منبع بیشتر باشد (مثلاً، زمانی که صید آبزیان با میزانی بیش از رشد آبزیان باقی‌مانده انجام می‌گیرد برداشت از این منبع تجدید پذیر ناپایدار خواهد بود).
- منابع تجدید ناپذیر[13] ـ سوخت‌های فسیلی، سنگ‌های معدنی با درجه خلوص بالا، آب‌های زیرزمینی ـ میزان پایدار مصرف نمی‌تواند بیش از مقداری باشد که در آن یک منبع تجدید پذیر، که به‌صورت پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد، جایگزین شود (مثلاً، یک ذخیرهٔ نفتی تنها در صورتی به طور پایدار بهره‌برداری می‌شود که بخشی از سود حاصل از آن به طور منظم برای سرمایه‌گذاری در توسعهٔ انرژی باد، انرژی خورشیدی و کشت درختان مورد استفاده قرار گیرد، به طوری‌که وقتی ذخایر نفت به اتمام رسید انرژی‌های تجدید پذیر به طور مستمر در دسترس باشد).
- آلاینده ها و پسماندها- میزان پایدار انتشار آلودگی های ناشی از تولید پسماندها نمی‌تواند بیش از میزان بازیافت، جذب یا بی‌خطر شدن آن در چاهک خود باشد (برای نمونه، فاضلاب‌ها را می‌توان به طور مستمر در رودخانه، دریاچه یا آب‌های زیرزمینی تخلیه کرد، لیکن مقدار تخلیه و کیفیت فاضلاب نباید از توان تجزیه باکتری‌ها و سایر میکرو ارگانیسم‌های این زیست‌بوم‌ها فراتر رود؛ زیرا در صورتی که مقدار و کیفیت فاضلاب بیش از توان تجزیه این جانداران باشد، زیست‌بوم آبی نابود خواهد شد).

هر فعالیتی که باعث کاهش ذخایر منابع تجدید پذیر یا موجب افزایش آلودگی چاهک‌ها شود یا برداشت از منابع تجدید ناپذیر بدون جایگزینی آن با منابع تجدید پذیر صورت گیرد، پدیده‌ای پایدار نخواهد بود. این فعالیت، دیر یا زود محکوم به نابودی است. در بسیاری از مباحث مربوط به قواعد پیشنهادی دالی[14] ـ در سطوح دانشگاهی، شرکت‌ها و بنگاه ها، دولت و نهادهای مدنی ـ هرگز مشاهده نشد که کسی این قواعد را نقد کرده باشد. اگر قوانین پایه در مورد پایداری وجود داشته باشد قواعد مذکور در این ردیف قرار می‌گیرند. مسئله این نیست که آیا این قواعد درست هستند یا خیر؛ بلکه مسئله اساسی این است که آیا اقتصاد جهانی به این قواعد توجه دارد یا خیر و چه رخ می‌دهد اگر اقتصاد جهانی به آن‌ها بی‌توجهی کند.

شواهد گوناگون از بهره‌برداری و مصرف منابع کره زمین و انتشار پسماندها و ضایعات به چاهک‌های کره زمین در نتیجه تسلط اقتصاد خطی، از ناپایداری‌های گوناگونی در سراسر جهان حکایت دارد و به صورت مستمر جامعه جهانی را با بحران های متعددی مانند تغییر اقلیم و افزایش مخاطرات ناشی از تغییر اقلیم (مانند سیل، خشکسالی، طوفان های گردوغبار) و انواع آلودگی های و مشکلات سلامت ناشی از تخلیه آلاینده ها مواجه کرده است. به طور خلاصه این محدودیت‌ها را می‌توانند به‌صورت زیر در آینده پدیدار شود:

11. Herman daly
12. Renewable resources
13. Nonrenewable resource
14. Daly rules

- در حال حاضر، اقتصاد جهانی از منابع بسیار حیاتی بهره‌برداری گسترده می‌کند و انبوهی از پسماندها را با مقادیر کاملاً ناپایدار تولید می‌کند. منابع تخلیه می‌شوند. چاهک‌ها در حال پر شدن هستند و در برخی موارد ظرفیت جذب آن‌ها سرریز شده است. استفادهٔ بیشتر از ظرفیت مواد و انرژی، حتی با میزان کنونی، برای مدت طولانی تداوم پذیر نیست. انتظار بر این است که مصرف بسیاری از مواد در قرن جاری به نقطه اوج خود برسد و سپس کاهش یابد. به همین دلیل بازیافت و معدن کاوی پسماندها برای تامین مواد اولیه فرایندهای تولید اجتناب ناپذیر خواهد بود.
- میزان بالای مصرف مواد و انرژی ضروری نیست. تغییرات فنی، توزیعی و نهادی می‌تواند این مقدار را کاهش دهد. در عین حال حتی می‌تواند کیفیت زندگی کلیهٔ افراد بشر را حفظ کند.
- فشار انسانی بر محیط‌زیست از سال‌های قبل از ظرفیت برد کره زمین و سطح پایداری آن فراتر رفته است و این امر نمی‌تواند بیش از چند نسل دیگر تداوم یابد (پیرابند ۲). در نتیجه، پیامدهای سوء فعالیت‌های بشر بر سلامت انسان‌ها و فعالیت‌های اقتصادی از قبل آشکار شده است.
- هزینه‌های واقعی تولید و مصرف مواد به دلیل محدودتر شدن نهاده های تولید دست اول افزایش می‌یابد، مگر اینکه نهاده خام جایگزین از سایر منابع از جمله پسماندها جایگزین شوند. اقتصاد روشن می‌سازند که محیط‌زیست یک منبع نامحدود نیست، هرچند برای آن بازار مشخصی وجود نداشته باشد. به‌ویژه هنگامی‌که اجرای برخی طرح‌های تولیدی منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود، ارزیابی اقتصادی محیط‌زیست می‌توانند کمیابی نهاده‌ای به نام محیط‌زیست را نمایان سازد.

به‌طور خلاصه از مهم‌ترین دلایل و ضرورت‌های اتخاذ رویکرد اقتصاد چرخشی و ابزارهای اقتصادی حاکم بر آن برای افزایش بهره‌وری و حفاظت از محیط‌زیست و سرانجان دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌توان موارد زیر را برشمرد (کامان و همکاران، ۲۰۰۵):

- اگر تمامی مؤلفه‌های زیست‌محیطی در تصمیم‌گیری‌ها در نظر گرفته شوند، در این صورت راهکارهای توسعه اقتصادی که در تضاد با روش‌های صرفه جویانه هستند، از جنبه و دیدگاه بهتری مورد قضاوت قرار خواهند گرفت. در این صورت تصمیم گیران به یک تصمیم بهتر و معقول‌تر که کمترین تبعات زیست‌محیطی را داشته باشد، رهنمون خواهند شد.
- استفاده از ابزارهای اقتصادی باعث بهبود محیط‌زیست می‌شود (به‌عنوان مثال کاهش مقدار معینی از مقدار انتشار CO_2)
- استفاده از این ابزارها باعث کاهش هزینه‌های کارگزاران اقتصادی (بنگاه‌ها، خانوارها و دولت) می‌شود.
- استفاده از آن‌ها باعث اجتناب از پیامدهای منفی و ایجاد اثرات مثبت در سایر بخش‌های جامعه می‌شود (به‌عنوان مثال اشتغال، توزیع درآمد).
- این ابزارها انگیزه‌های مستمری را برای بهبود محصولات یا فرایندهای تولید به وجود می‌آورند، به صورتی که خسارات کمتری را بر محیط‌زیست داشته باشند (معمولاً این پدیده، کارایی پویا[15] نامیده می‌شود).
- ابزارهای اقتصادی از قابلیت‌ها و سازگاری‌های بیشتری با شرایط متغیر محیط اقتصادی برخوردارند.
- برخلاف رویکردهای قانونی، این ابزارها به اطلاعات چندانی برای اجرا نیاز نداشته و باعث نهادینه شدن حفاظت از محیط‌زیست در بنگاه‌های تولیدی می‌شوند.
- هنگامی‌که بهبود و اصلاح محیط‌زیست در دستور کار قرار داشته باشد، ابزارهای اقتصادی می‌توانند تعریف دقیق‌تر و شفاف تری از منافع و هزینه‌های پروژه در اختیار مجریان قرار دهند.
- هنگامی‌که ملاحظات زیست‌محیطی در فرآیندهای تصمیم‌گیری لحاظ گردند، استفاده از ابزارهای اقتصادی محیط‌زیست باعث می‌شوند تا فرایندهای تصمیم‌گیری از داوری‌های دلخواه دور گردد.

15. Dynamic Efficiency

- کاربرد ابزارهای اقتصـادی برای حفاظت از محیط‌زیسـت می‌تواند تصـویر واقع‌بینانه‌تری از ارزش‌های اقتصـادی پروژه‌ها و همچنین عملکرد مسئولان ارائه دهد.
- استفاده از ابزارهای اقتصادی می‌تواند سیاست‌گذاران بخش دولتی را به استفاده بهتر از ابزارهایی نظیر سیاست‌های پولی و مالی مانند مالیات یا سوبسیدها، برای پیشبرد سیاست‌های زیست‌محیطی و اعتلای محیط‌زیست یاری دهد.

این الزامات باعث شده اند تا موضوع بازنگری در الگوهای اقتصادی از نظام اقتصاد خطی به نظام اقتصادی گردشی بیش از پیش در سـطوح ملی و همچنین بین المللی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد که بازتاب آن را می توان در آرمان ۱۲ (تضـمین الگوهای تولید و مصـرف پایدار) اهداف توسـعه پایدار (SDGs) مشـاهده کرد (جدول ۱) در اهداف خرد و شـاخص های آن بر جنبه های مختلفی از تولید و مصرف مسئولانه، کاهش تولید پسماندها، توسعه بازیافت و سایر ملاحظات تولید و مصرف پایدار اشاره شده است که تحقق آنها مستلزم گذار از رویکردهای اقتصاد خطی به سیستم اقتصاد گردشی است.

جدول ۱. اهداف خرد و شاخص های آرمان ۱۲ (تضمین الگوهای تولید و مصرف پایدار) اهداف توسعه پایدار (SDGs)

اهداف خرد	شاخص
۱-۱۲ اجرای چارچوب برنامه ۱۰ ساله در خصوص الگوهای تولید و مصرف پایدار (۱۰YFP)[16]، با مشارکت همه کشورها و هدایت کشورهای توسعه‌یافته متناسب با توسعه و قابلیت‌های کشورهای درحال‌توسعه.	۱-۱-۱۲ تعداد کشورهای دارای برنامه‌های اقدام ملی تولید و مصرف پایدار (SCP)[17] یا همسو سازی SCP به عنوان اولویت یا هدف در سیاست‌های ملی آنان
۲-۱۲ دستیابی به مدیریت پایدار و استفاده کارآمد از منابع طبیعی تا سال ۲۰۳۰,	۱-۲-۱۲ ردپای مواد، سرانه ردپای مواد و ردپای مواد به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی (GDP) ۱-۲-۱۲ مصرف داخلی مواد، سرانه مصرف داخلی مواد و مصرف داخلی مواد واحد تولید ناخالص داخلی (GDP)
۳-۱۲ به نصف رساندن سرانه ضایعات غذایی در جهان در سطوح خرده فروشی و مصرف‌کننده و کاهش ضایعات غذایی در طول زنجیره تولید و عرضه، از جمله تلفات پس از برداشت تا سال ۲۰۳۰,	۱-۳-۱۲ شاخص جهانی تلفات مواد غذایی[18]
۴-۱۲. دستیابی به مدیریت سازگار محیط‌زیستی مواد شیمیایی و همه پسماندها در طول چرخه حیات، بر اساس چارچوب‌های بین‌المللی مورد توافق و کاهش معنی‌دار انتشار آن‌ها به هوا، آب‌وخاک برای به کاهش عوارض نامطلوب آن‌ها بر سلامت انسان و محیط‌زیست تا سال ۲۰۲۰,	۱-۴-۱۲ تعداد اعضای توافقنامه‌های چند جانبه بین‌المللی محیط‌زیستی در خصوص پسماندهای خطرناک و سایر مواد شیمیایی که به تعهدات و الزامات را برای انتقال اطلاعات لازم بر اساس هر یک از توافقنامه‌های مرتبط عمل کرده‌اند. ۲-۴-۱۲ سرانه تولید پسماندهای خطرناک و پسماندهای خطرناک تصفیه‌شده بر حسب نوع تصفیه
۵-۱۲ کاهش معنی‌دار تولید پسماندها از طریق پیشگیری، کاهش، بازیافت و استفاده مجدد تا سال ۲۰۳۰,	۱-۵-۱۲ نرخ بازیافت ملی برحسب تن مواد بازیافت شده
۶-۱۲ تشویق بنگاه‌ها، به‌ویژه بنگاه‌های بزرگ و فراملی، برای اتخاذ شیوه‌های پایدار و به منظور تلفیق اطلاعات پایداری در چرخه گزارش دهی آنان	۱-۶-۱۲ تعداد بنگاه‌هایی که گزارش‌های پایداری خود را منتشر می‌کنند.

16- 10 Year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production Patterns
17- Sustainable Consumption and Production
18- Global food loss index

۱۲-۷ ترویج شیوه‌های پایدار تأمین و تدارکات دولتی متناسب با سیاست‌ها و اولویت‌های ملی.	۱۲-۷-۱ تعداد کشورهای اجراکننده سیاست‌ها و برنامه‌های تأمین و تدارکات پایدار
۱۲-۸. تضمین بهره‌مندی مردم از اطلاعات و آگاهی‌ها در زمینه توسعه پایدار و سبک زندگی هماهنگ با طبیعت در همه‌جا تا سال ۲۰۳۰	۱۲-۸-۱ میزان استفاده از ۱) آموزش جهانی شهروندی و ۲) آموزش برای توسعه پایدار (از جمله آموزش در زمینه تغییرات اقلیمی) در الف) سیاست‌های ملی آموزشی؛ (ب) مواد درسی؛ (ج) تربیت معلم و (د) ارزیابی دانش آموزان
۱۲-الف حمایت و پشتیبانی از کشورهای درحال‌توسعه برای تقویت ظرفیت‌های علمی و فنی جهت حرکت به‌سوی الگوهای تولید و مصرف پایدار	۱۲-الف-۱ میزان حمایت و پشتیبانی از کشورهای درحال‌توسعه در خصوص تحقیق و توسعه (R&D) جهت تولید و مصرف پایدار و فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست
۱۲-ب. توسعه و اجرای ابزارهایی برای پایش اثرات توسعه پایدار بر گردشگری پایدار که موجب ایجاد شغل، اشاعه فرهنگ و کالاهای محلی می‌شود.	۱۲-ب-۱ تعداد راهبردها یا سیاست‌های گردشگری پایدار و اجرای برنامه‌های اقدام با ابزارهای پایش و ارزیابی مورد پذیرش
۱۲-ج منطقی کردن یارانه سوخت‌های فسیلی ناکارآمد مشوق مصرف بی‌رویه از طریق حذف اختلال بازار متناسب با شرایط ملی، از طریق تجدید ساختار نظام مالیاتی و حذف یارانه‌های مخرب و انعکاس اثرات زیست‌محیطی آن‌ها، با در نظر گرفتن نیازها و شرایط خاص کشورهای درحال‌توسعه و به حداقل رساندن اثرات شدید این اقدامات بر توسعه آنان به‌گونه‌ای که به حمایت از اقشار فقیر و جوامع متأثر منتهی شود.	۱۲-ج-۱. میزان یارانه سوخت‌های فسیلی به ازای هر واحد از تولید ناخالص داخلی (تولید و مصرف) و به عنوان بخشی از مجموع مخارج ملی در زمینه سوخت‌های فسیلی

ماخذ: پورا صغر سنگاچین . فرزام ، ا سمعیل ا سدی (۱۳۹۷)، آرمان ها و شاخص های تو سعه پایدار(SDGs)، سازمان برنامه و بودجه، امور برنامه ریزی، نظارت و آمایش سرزمین

پیرابند ۱. آثار و پیامدهای مخرب استخراج طلا بر محیط زیست

اســـتخراج و فرآوری برخی از کالاهای به ظاهر بی خطر و بســـیار گران قیمت مانند طلا اثرات مخرب گســـترده ای بر محیط زیست دارند. برای مثال حلقه های طلایی که زوج ها در هنگام عروسی با یکدیگر ردوبدل می کنند، مستلزم فرآوری چندین تن سنگ طلا است که عمدتا از طریق شستشو با سیانور به دست می آید. جان یانگ[۱۹] یکی از پژوهشگران موسسه دیده بان جهانی [۲۰] برآورد کرده استکه برای تولید یک جفت حلقه عروسی میزان سنگ طلایی که لازم است معادل گوداکی به طول ۳ متر، عرض ۱,۵ متر و عمق ۱,۵ است که برای استحصال آن میزان بسیاری زیادی جیوه مصرف می شود. به همین دلیل استخراج و فرآوری این فلز گرانبها اثرات مخربی بر زیســـت بوم های آبی و مردم ســـاکن در پیرامون محل های اســـتخراج دارد. این در حالی که در سنگ‌های معدنی طلای با درجه خلوص پایین، بیش از دو برابر این مقدار باید استحصال شود.

دو ویژگی بارز طلا، تولید اندک و پیامدهای محیط‌زیستی گسترده است. به عنوان مثال در سال ۱۹۹۱ در کل جهان حدود ۲۴۴۵ تن طلا تولید شد که نسبت به تولید سایر فلزات رقم بسیار ناچیزی است. برای تولید این مقدار طلا، حدود ۷۴۱ میلیون تن سنگ معدن طلا فرآوری شد که این مقدار حدود یک‌سوم سنگ آهنی بود که در همان سال برای تولید ۷۱۵ میلیون تن آهن مصرف شد.

افزون بر این، همانگونه که عنوان شد، برای استحصال این مقدار طلا مقادیر بسیار زیادی سیانور لازم است که بخش اعظم آن‌ها وارد آب‌های زیرزمینی می‌شوند و آلودگی شدید آب‌وخاک را به همراه دارد. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۳۰ میلیون لیتر سیانور از یکی از معادن طلای رومانی نشت کرد و به رودخانه تیژا (Tisza) تخلیه شد که پس از عبور از مجارستان به یوگسلاوی رسید و به رودخانه دانوب پیوست و سرانجام وارد دریای سیاه شد. انتشار این ماده باعث شد تا در بخش مجارستان این رودخانه حدود ۱۰۰۰ تن ماهی تلف گردند.

بنابراین فرآوری مقادیر عظیمی از ســـنگ معدن برای تولید فلزات، پیوســـته آب‌وهوای بســـیاری از مناطق را آلوده می‌کند که پیامد آن آلودگی شدید خاک و منابع آب است. از سوی دیگر، فرآوری بسیاری از فلزات به انرژی بسیار زیادی نیاز دارد که این پدیده نیز به نوبه خود باعث آلودگی شدید هوا و سایر عرصه‌های طبیعی می‌شود.

برای مثال، اســـتخراج از معادن طلای غیرقانونی در آمازون در ســـال‌های اخیر به حدی فراگیر شـــده که باعث آســـیب دیدن جنگل‌ها و جریان‌های آب بکر در این منطقه شده است. بر اساس بررسی های گروهی از فعالان محیط زیست که پروژه نقشه برداری از آمازون را برعهده داشته‌اند، اعلام کردند که معدنکاری های غیرقانونی در آمازون به طور قابل توجه ای در سرزمین های قبیله ای متعلق به مردم بومی و نواحی و طبیعی و حفاظت شده به دلیل افزایش بهای طلا در سال های اخیر افزایش یافته است. نقشه های این گروه، ۲۳۱۲ سایت غیرقانونی را در ۲۴۵ ناحیه در ونزوئلا، برزیل، بولیوی، کلمبیا، اکوادور و پرو، تمامی کشورهایی که جنگل وسیع آمازون در آن ها گسترده شده، نشان می دهد. بر اساس برررسی های این گروه، فعالیت های غیرقانونی استخراج طلا بسیاری از رودخانه ها را به جیوه آلوده ساخته و پایداری محیط زیست و زندگی برخی جوامع بومی این مناطق را به شدت در معرض تهدید جدی قرار داده است.

در پاییز سال ۲۰۰۹ ارزش هر اونس طلا از مرز ۱۰۰۰ دلار گذشت. اگر چه این موضوع باعث شادی و جشن بسیاری در لندن و منهتن شـــد، اما تاثیر متفاوتی را در منطقه ی جنگلی «مادر خدا» در پرو موجب شـــد. منطقه ی بکر و دســـت نخورده جنگلی «مادره دِ دیوس» (Madre de Dios) بخشـــی از جنگل های آمازون اســـت که به اندازه ی کارولینای جنوبی مســـاحت دارد و زیستگاه اصلی طوطی های مکو، میمون ها، جگوارها و پروانه ها به شمار می آید (شکل ۲).

19 .John Young
20 .World Watch Institute

این منطقه یکی از معدود جنگل های بارانی دست نخورده و بسیار سالم در سراسر جهان بود اما طلای هزار دلاری با خود اره برقی، پمپ های دیزلی و دوچرخه های کثیف را به این منطقه آورد. بزودی در این منطقه شـــهری بزرگ با مغازه ها و کافه های فراوان و البته درگیری های م سلحانه، به مانند فیلم های و سترن بوجود آمد. بدین ترتیب ده ها هزار از مردان مناطق فقیرن شین پرو به این منطقه هجوم آورده و به خیل جویندگان طلا ملحق شدند. این افراد برای استخراج طلا از روش هایی که چند قرن قبل در کالیفرنیا از جمله استفاده از جیوه برای استخراج و فرآوری استفاده می کنند.



شکل ۲. تخریب و آلودگی جنگل های آمازون در نتیجه استخراج غیر قانونی طلا

ماخذ: ۱. براون. ل ستر (۱۳۸۱)، اقت صاد زی ست محیطی (راه حل بحران محیط زی ست)، ن شر هوای تازه، ۲. طبیعت آمازون در محاصره معادن طلای غیرقانونی (۱۳۹۷)، عکس: خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)
https://www.isna.ir/news

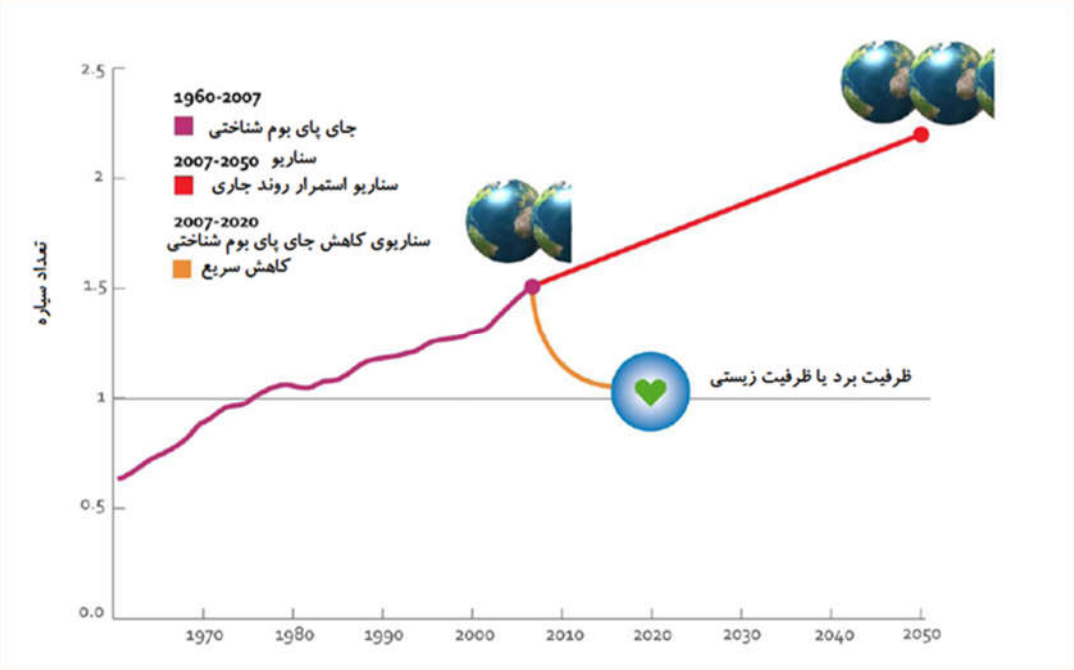
پیرابند ۲. گذار از ظرفیت برد و آستانه پایداری جامعه جهانی و ضرورت گذار به اقتصاد چرخشی

برای تبیین رابطه بین جمعیت و فعالیت‌ها و اثرات آن‌ها بر محیط‌زیست و سرزمین و همچنین تبیین گذار از آستانه های پایداری در خلال سال‌های گذشته شاخص‌های متعددی ارائه شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شاخص‌های جای پای بوم‌شناختی (EF)[۲۱] و ظرفیت زیستی (BC)[۲۲] اشاره کرد. این شاخص‌ها در سال ۱۹۹۶ به وسیله ویلیام ریس و ماتیس واکرناگل مطرح شد و به سرعت به عنوان شاخص سنجش پایداری محیط‌زیست مورد پذیرش قرار گرفت. جای رد پای بوم‌شناختی مانند یک ابزار حسابداری است که به منظور برآورد و اندازه‌گیری مصرف منابع و جذب آلاینده‌ها برای یک جمعیت یا اقتصاد استفاده می‌شود که بر اساس تبدیل آن‌ها به اراضی بارور محاسبه می‌شود. این مفهوم که به موضوع مقایسه پایداری در بین کشورها تبدیل شده است، اثرات و پیامدهای جوامع، مناطق مختلف، کشورها و افراد را بر محیط‌زیست با تبدیل آن‌ها به اراضی مورد نیاز برای تولید نیازهای اساسی و جذب آلاینده‌ها، مقایسه می‌کند. به‌عبارت‌دیگر جای رد پای بوم‌شناختی شیوه زندگی انسان‌ها را با پیامدهای محیط‌زیست مرتبط می‌سازد.

ظرفیت تولید طبیعی سرزمین (BC) یا میزان اراضی بارور[۲۳]، کل اراضی یا منابعی است که می‌تواند نیازهای یک فرد، شهر، کشور یا کل جهان را تأمین کند که این شاخص را نیز به هکتار محاسبه می‌کنند. مقدار این شاخص تابعی از وسعت و نوع اراضی بارور یک کشور، میانگین تولید محصولات کشاورزی، مساحت جنگل‌ها، منابع آبی و تعداد جمعیت است و می‌تواند بر اساس این عوامل نوساناتی را در سال‌های مختلف داشته باشد. این شاخص، این امکان را به وجود می‌آورد که اکوسیستم‌هایی با حاصلخیزی زیستی متفاوت و نواحی متفاوت دنیا در یک واحد یکسان (هکتار جهانی) با یکدیگر مقایسه شوند.

بر اساس گزارش شبکه جهانی جای رد پای بوم‌شناختی (EFN) که توسط مجموعه‌ای صاحب‌نظران از سراسر جهان تهیه می‌شود، برآورد شده است که جامعه جهانی از حدود اواخر سال‌های ۱۹۷۰ از ظرفیت تولید طبیعی زمین (BC) فراتر رفته است و گذار از ظرفیت برد[۲۴] را تجربه کرده است. این روند در سال‌های بعد ادامه یافت، به‌طوری‌که تا سال ۲۰۰۷ حدود ۴۰ درصد فراتر از این ظرفیت قرار گرفته است. این روند از فشار مضاعف بر منابع کره زمین حکایت دارد که آثار آن‌ها را می‌توان به صورت انواع کمیابی منابع مانند کمبود آب، کمبود مواد اولیه و انواع معضلات زیست‌محیطی مانند آلودگی‌های شدید آب و خاک، بیابان‌زایی، تغییرات اقلیمی گسترده، تخریب جنگل‌ها و مراتع و... در جهان مشاهده کرد. بر این اساس دو سناریو برای جامعه جهانی از سال ۲۰۰۷ الی ۲۰۵۰ مطرح کرده‌اند. بر اساس سناریو استمرار روند فعلی (BAU)[۲۵] درصورتی‌که روند مصرف منابع و انتشار ضایعات به صورت فعلی افزایش یابد جامعه جهانی به بیش از دو زمین برای ادامه حیات خود نیاز دارد که قطعاً تأمین نیاز جمعیت آدمی با توجه به محدودیت‌های موجود ممکن نخواهد و قطعاً جامعه جهانی با چالش مواجه خواهد شد. بر اساس سناریوی کاهش جای رد پای بوم‌شناختی، جامعه جهانی با استفاده بهینه از منابع موجود و توسعه فناوری تلاش خواهد کرد تا به صورت کارآمدتری از منابع کره زمین استفاده کند تا قادر باشد جای رد پای بوم‌شناختی را متناسب با ظرفیت زیستی جهان نماید. (شکل ۳).

21.Ecological Footprint
22.Biocapacity
23.Productive Land
24.overshoot
25. Business as usual



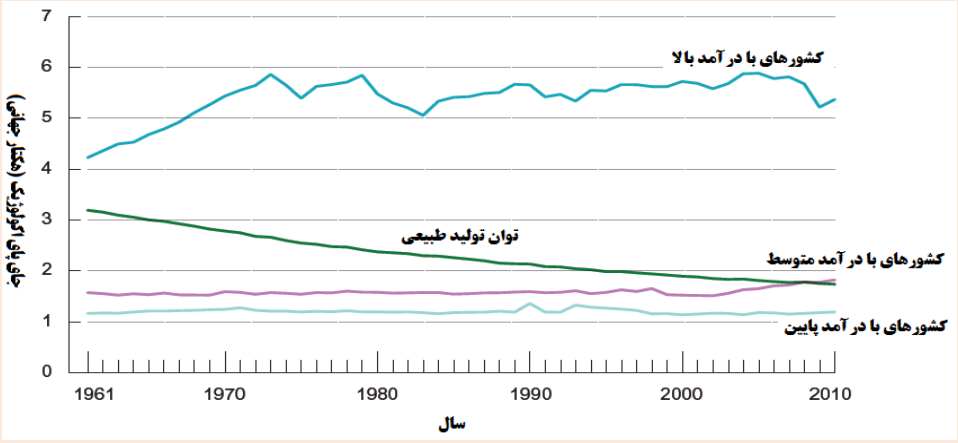
شکل ۳. روند تغییرات جای پای بوم‌شناختی طی دوره ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۷ و سناریوهای پیش‌بینی تا سال ۲۰۵۰

Source: Global Footprint Network ۲۰۱۴: available at:
http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/iran_islamic_republic_of/

البته باید متذکر شد که اثرات هر فرد بر محیط‌زیست جهان تفاوت‌های زیادی را در بین کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه نشان می‌دهد. کشورهای توسعه‌یافته به دلیل استانداردهای زندگی و درآمدهای بیشتر، منابع بیشتری را مصرف کرده و آلاینده‌های بیشتری را در محیط‌زیست تخلیه می‌کنند. به عنوان مثال در ایالات‌متحده امریکا به ازای هر فرد حدود ۳۵۲ کیلوگرم فولاد مصرف می‌شود، حال آنکه در کشور چین ۹۸ کیلوگرم و در هند تنها ۲۴ کیلوگرم به ازای هر فرد فولاد مصرف می‌شود (لستر بروان، ۱۳۸۱).

از سوی دیگر میزان انتشار آلاینده‌های حاصل از این دو گروه از کشورها نیز تفاوت‌های زیادی را در بین کشور نشان می‌دهد. درحالی‌که در سال ۲۰۱۱ هر آمریکایی ۱۹,۱۸ تن دی‌اکسید کربن در جو زمین منتشر کرده است، این مقدار برای یک شهروند چینی معادل ۴,۹۱ تن و برای یک شهروند هندی ۱,۳۱ تن بوده است (WDI,2015). به‌این‌ترتیب مشاهده می‌شود اثراتی که یک فرد در کشورهای توسعه‌یافته بر منابع و محیط‌زیست کره زمین تحمیل می‌نمایند به مراتب بیش از کشورهای درحال‌توسعه و فقیر است که این موضوع را می‌توان در جای پای اکولوژیکی این کشورها مشاهده کرد (شکل ۴). به همین علت کشورهای توسعه‌یافته و ثروتمند باید مسئولیت‌های بیشتری در مقایسه با کشورهای درحال‌توسعه و فقیر در قبال فرایندهای تخریب محیط‌زیست بپذیرند که این موضوع در اصل هفتم بیانیه ریو[۲۶] منعکس شده است.

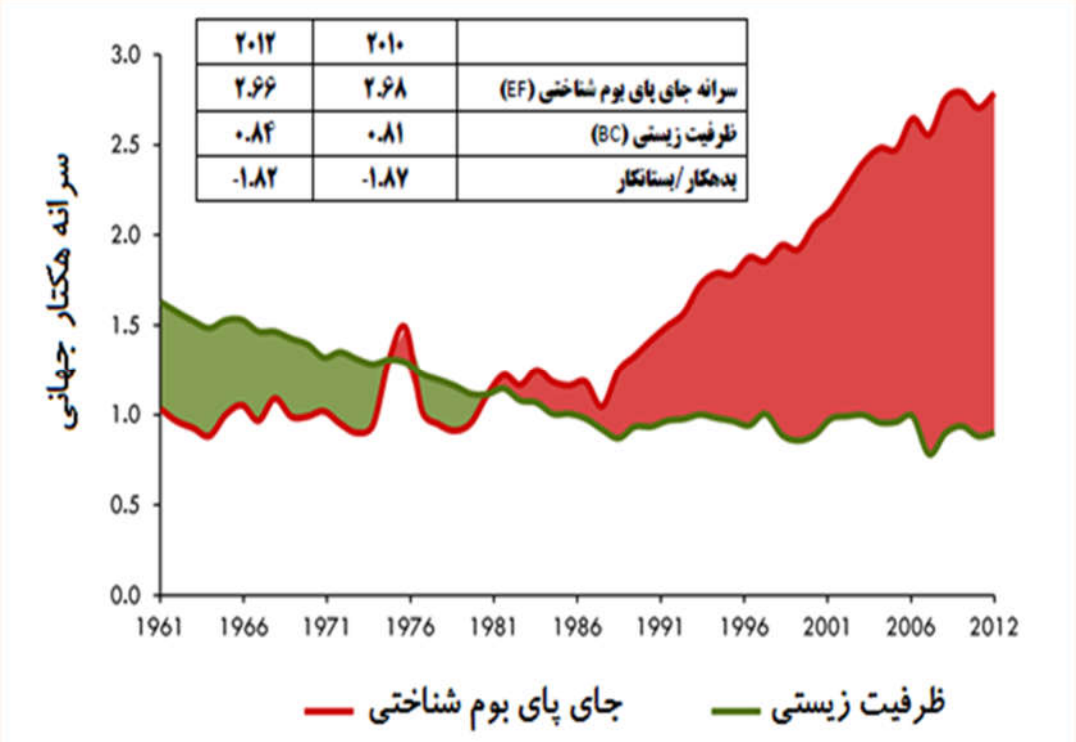
[۲۶]. دولت‌ها باید برای برخورداری از روح مشارکت جهانی، در حفاظت، حمایت، اصلاح سلامت و یکپارچگی زیست بوم‌های کره زمین بکوشند. کشورها به تناسب سهم‌شان در تخریب محیط زیست، مسئولیت‌های مشترک اما متفاوتی دارند. کشورهای توسعه یافته اذعان می‌دارند که نسبت به مشکلاتی که برای محیط زیست جهانی به وجود می‌آورند و متناسب با فناوری‌ها و منابع مالی در اختیار خود، در قبال مسائل جهانی توسعهٔ پایدار مسئولیت بیشتری را عهده‌دار شوند.



شکل ۴. تفاوت جای پای اکولوژیک کشورهای با درآمد بالا، متوسط و پایین طی دوره ۱۹۶۱ الی ۲۰۱۰

Source: Global Footprint Network, 2014: available at: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/iran_islamic_republic_of/

افزایش جمعیت و شهرنشینی به موازات تغییرات الگوهای تولید و مصرف در ایران به همانند بسیاری از کشورهای جهان باعث شده است تا مصرف منابع و همچنین انتشار انواع ضایعات و پسماندهای ناشی از این الگوهای تولید و مصرف افزایش یابد که این موضوع به نوبه خود بر شاخص جای رد پای بوم‌شناختی (EF) و شاخص ظرفیت تولید طبیعی (BC) تأثیر گذاشته است. بر اساس برآوردهای شبکه جهانی جای رد پای بوم‌شناختی (EFN) که روندهای تحولات آن‌ها برای تمامی کشورها بازسازی می‌شود، شاخص جای رد پای بوم‌شناختی (EF) و شاخص ظرفیت تولید طبیعی (BC) در ایران فراز و فرودهایی را به تبعیت از نوع الگوهای تولید و مصرف نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، در اواسط دهه ۱۹۷۰ شاخص ظرفیت زیستی (BC) بالاتر از شاخص جای رد پای بوم‌شناختی قرار داشت که مبین بیانگر وضعیت پایدار کشور بوده است، اما به‌تدریج و هم‌زمان با تغییر الگوهای تولید و مصرف منابع در کشور و به دنبال آن افزایش انتشار ضایعات این روند از اواخر دهه ۱۹۷۰ معکوس شده و به‌تدریج شکاف بین این دو شاخص افزایش یافته است که مبین عدم پایداری الگوهای تولید و مصرف و همچنین عدم مصرف بهینه منابع و انتشار ضایعات در کشور است. بر اساس آخرین گزارش شبکه جهانی جای رد پای بوم‌شناختی، درحالی‌که سرانه ظرفیت زیستی (BC) کشور در سال ۲۰۱۲ معادل ۰,۸۴ هکتار بود، سرانه جای پای بوم‌شناختی کشور در همان سال یادشده معادل ۲,۶۶ هکتار بوده است که مبین بیانگر بهره‌برداری بیش از ظرفیت برد یا ظرفیت زیستی کشور است که و پیامدهای آن به صورت انواع معضلات زیست‌محیطی در کشور نمایان شده است (شکل ۵).



شکل ۵. روند تغییرات جای پای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی ایران طی دوره ۱۹۶۱ الی ۲۰۱۲

Source: Global Footprint Network, 2014: available at: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/iran_islamic_republic_of/

جای پای بوم‌شناختی در بین کشورهای مختلف جهان بسته با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی، تعداد جمعیت، میزان توسعه‌یافتگی و الگوهای تولید و مصرف تفاوت‌های بسیار زیادی را در بین کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد، (جدول ۲۰). به‌طوری‌که همبستگی مثبتی بین سطح درآمد و جای پای بوم‌شناختی وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، این شاخص نشان می‌دهد که کشورهای توسعه یافته از جای رد پای بوم‌شناختی بالاتر در مقایسه با کشورهای درحال‌توسعه برخوردار بوده و اثرات تخریبی بیشتری بر محیط‌زیست، در مقایسه با کشورهای درحال‌توسعه دارند. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشورهای توسعه‌یافته با سرعت بیشتری منابع کره زمین را مورد استفاده قرار داده و ضایعات و پسماندهای بیشتری را در زمین تخلیه می‌کنند. همچنین باید متذکر شد، در حال حاضر اکثر قریب به اتفاق کشورها وضعیت مشابه ایران دارند و بیش از ظرفیت زیستی خود از منابع بهره‌برداری می‌کنند که بازتاب آن به‌صورت انواع معضلات جهانی محیط‌زیست از جمله تغییرات آب و هوایی در سطح جهان نمایان شده است. در جدول (۲) جای پای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی تعدادی از کشورهای منتخب جهان ارائه شده است.

جدول ۲. مقایسه سرانه جای پای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی ایران و کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۳

نام کشور	جای پای بوم‌شناختی (EF)	ظرفیت زیستی (BC)	بدهکار/ بستانکار
ایران	۳	۰.۸	-۲.۲
افغانستان	۰.۹	۰.۵	-۰.٤
چین	۳.٦	۰.۹	-۲.۷
روسیه	۵.۷	٦.۹	۱.۲
ژاپن	۵	۰.۷	-٤.۳
ترکمنستان	۵.۵	۲.۸	-۲.۷
مصر	۲	۰.۵	-۱.۵
عمان	۵.۷	۱.۷	-٤
پاکستان	۰.۷	۰.۳	-۰.٤
کره جنوبی	۵.۹	۰.۷	-۵.۲
کانادا	۸.۸	۱٦.۲	۷.٤
ایالات‌متحده امریکا	۸.٦	۳.۸	-٤.۸
استرالیا	۸.۸	۱۵.۷	٦.۹
ایتالیا	٤.۵	۱.۱	-۳.٤
آذربایجان	۲.۳	۰.۸	-۱.۵
هند	۱.۱	۰.٤	-۰.۷
تایلند	۲.٦	۱.۲	-۱.٤
مالزی	٤.۲	۲.٤	-۱.۸
برزیل	۳	۸.۸	۵.۸
آرژانتین	۳.۷	٦.۸	۳.۱
بریتانیا	۵.۱	۱.۳	-۳.۸
آلمان	۵.۵	۲.۲	-۳.۳
فرانسه	۵.۱	۲.۹	-۲.۲
جهان	۲.۷	۱.۸	-۰.۹

Source: Global Footprint Network, 2014: available at: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/iran_islamic_republic_of/

به‌این‌ترتیب حفظ ثبات هر پهنه جغرافیایی، فارغ از مرزهای سیاسی و جغرافیایی به توازن بین منابع و مصارف جامعه جهانی بستگی دارد و اصولاً پیامدهای فعالیت‌های بیش از ظرفیت تحمل هر منطقه ابتدا در سطح محلی پدیدار می‌شود. درصورتی‌که بهره‌برداری‌ها بیش از ظرفیت تحمل محیط‌زیست ادامه پیدا کند، به‌تدریج پیامدهای مخرب آن‌ها ابعاد ملی (برای مثال خشکیدگی تالاب‌های کشور به‌ویژه دریاچه ارومیه)، منطقه‌ای (بحران ریزگرد ها در غرب کشور) و جهانی (تغییر اقلیم و گرمایش جهانی) پیدا می‌کنند که می‌توانند زمینه‌ساز بروز بحران‌ها و تهدیدهای جهانی شوند و امنیت جهانی با چالش‌های جدی مواجه نمایند. به همین دلیل برای جلوگیری از فروپاشی جامعه جهانی باید در فرایندهای تولید و مصرف بازنگری شود و از اقتصاد خطی مبتنی بر مواد خام و سوخت های فسیلی به اقتصاد چرخشی مبتنی بر بازیافت و تامین منابع تولید از ضایعات و پسماندها تغییر جهت دهد. در غیر این صورت جامعه جهانی در گردابی از معضلات اقتصادی و اجتماعی گرفتار خواهد شد.

۳. پیشینه اقتصاد چرخشی

در خلال ۱۵۰ سال گذشته مدل اقتصادی خطی تولید و مصرف مبتنی بر استخراج مواد خام و سوخت های فسیلی نقش مسلط را در اقتصاد صنعتی داشته است. بتدریج با افزایش مخاطرات زیست محیطی ناشی از مدل اقتصاد خطی متکی بر مواد خام و دور ریز مواد، بتدریج محدودیت های و مشکلات اقتصاد خطی از منظرهای کمیابی مواد خام و مخاطرات زیست محیطی آشکار شد که به دنبال آن موضوع بازنگری در الگوهای توسعه اقتصادی در چارچوب الگوهایی مانند اقتصاد محیط زیست، اقتصاد اکولوژیک، اقتصاد سبز، اقتصاد چرخشی مطرح شد.

ایده و طرح اولیه اقتصاد گردشی به آغاز و ظهور اقتصاد سیاسی به عنوان یک رشته علمی بازمی گردد. اقتصاد سیاسی شاخه‌ای است از علوم اجتماعی که قوانین مربوط به تولید و توزیع درآمد و ثروت و اثرات آن را در مراحل مختلف رشد و توسعه جامعه بشری مورد بررسی قرار می‌دهد. اغلب مباحثی که امروزه در علم اقتصاد مورد بررسی قرار می‌گیرد، در گذشته در قلمرو اقتصاد سیاسی به‌طور پراکنده مطرح می‌شده‌است. مفهوم جریان گردشی[۲۷] در بسیاری از متون و ادبیات اقتصادی نگاشته شده اواسط قرن هیجدهم توسط اقتصاددانانی مانند جان لاو[۲۸]، ریچارد کانتیلون[۲۹] (Murphy ، ۱۹۹۳)[۳۰] مطرح شده بود که در آن بیشتر بر جریان و مناسبات بین کارگزاران تولید و مصرف پرداخته می شده است. به همین دلیل پیشینه و مبدا شکل گیری اقتصاد چرخشی را نمی توان صرفا به یک تاریخ مشخص یا نویسنده خاص منتسب کرد، زیرا مکاتب فکری مختلفی در تکوین و تکامل آن نقش داشته اند. با این وجود، برخی از صاحب نظران اقتصاد محیط زیست از جمله پیرس و تورنر[۳۱] نقش محوری در بسط و توسعه اقتصاد چرخشی داشته اند. این صاحب نظران مبانی و چارچوب تئوریکی خود را بر مطالعات اقتصاددان اقتصاد اکولوژیک کنت بولدینگ بنا نهادند (Andersen[۳۲]، ۲۰۰۷، Ghisellini [۳۳]و همکاران، ۲۰۱۶). این اقتصاد دانان در سال ۱۹۸۹ در کتاب اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست، به این مسئله اشاره کردند که یک اقتصاد سنتی با حلقه باز و نظام خطی تمایل به بازیافت و بازگردش مواد، پسماندها، و ضایعات انرژی ندارد، که این نگرش در سازوکار و نحوه نگاه این رویکرد به طبیعت و محیط زیست بازتاب می یابد و به همین دلیل محیط زیست را به عنوان مکانی برای انتقال و دفع ضایعات و پسماندها تلقی می کند.

والتر ساتهل[۳۴] (۱۹۸۱) یکی از صاحب نظران پیشرو در زمینه پایداری صنعتی است. او برای نخستین با مفهوم از گهواره تا گهواره (C2C[۳۵]) به جای مفهوم گهواره تا گور[۳۶] برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ مطرح کرد. اصطلاح گهواره تا گور با جمع آوری مواد خام از زمین برای تولید محصول شروع می شود و با برگشت محصول مصرف شده به زمین به پایان می رسد. در واقع رویکرد گهواره تا گور بر شیوه سنتی و نظام خطی از مرحله استخراج، فراوری، تولید، مصرف و دفع ضایعات دلالت دارد. در سال

27 . circular flow
28 . John Law
29 . Richard Cantillon
30 . Murphy, A. 1993. “John Law and Richard Cantillon on the circular flow of income”. The European Journal of the History of Economic Thought, 1 (1), 47-62.
31 . Pearce and Turner
32 . Andersen, M. S. (2007) ‘An introductory note on the environmental economics of the circular economy’, Sustainability Science, vol. 2, no. 1, pp. 133–140.
33 . Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) ‘A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems’, Journal of Cleaner Production, vol. 114, pp. 11–32.
34 . Stahel, W. R. and Reday-Mulvey, G. (1981) Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy, Vantage Press
35 . Cradle to Cradle
36 . Cradle to Grave

۱۹۸۲ استیو پارکر در بریتانیا مورد ضایعات به عنوان منبعی در تولیدات کشاورزی مطالعاتی را انجام تا بتوان از این پایعات و پسماندها برای تولید سایر محصولات در یک سیستم تولید حلقه بسته استفاده کرد.

در اوایل دهه ۱۹۹۰، تیم جکسون[۳۷] اصولی را معرفی رویکردهای نوین فرایندهای تولید صنعتی در مقاله تحت عنوان برخی ملاحظات در خصوص چالش های ممیزی تولید پاک تر مطرح کرد. در آن مقطع از این مفهوم هنوز تحت عنوان مدیریت زیست‌محیطی پیشگیرانه یاد می‌شد اما کتاب ها و مقالات بعدی وی تحت عنوان دغدغه‌های مواد – آلودگی، سود و کیفیت زندگی این یافته‌ها را با مانیفستی برای تغییر در راستای گذار از تولید صنعتی از یک سیستم خطی به سوی سیستم اقتصاد چرخشی ارایه کرد و بتدریج این ادبیات با عنوان تولید پاکتر بسط و گسترش یافت که در آن بر جنبه های مختلفی از کاهش تولید ضایعات، توسعه بازیافت و غیره برای کاهش آلودگی ها تاکید شده بود.

با این وجود این اقتصادانان محیط زیست و اقتصاد اکولوژیکی به عنوان بنیانگذاران مفهوم اقتصاد چرخشی محسوب نمی شوند. مطالعات گوناگون نشان می دهد که طی دو دهه گذشته اقتصاد چرخشی عمدتا از اقتصاد محیط زیست و اقتصاد اکولوژیک و همچنین مفهوم بوم شناسی صنعتی سربرآورده و بسط و تکامل یافته است (Murray و همکاران [۳۸]، ۲۰۱۷).

در ژانویه سال ۲۰۱۲ گزارشی با عنوان به سوی اقتصاد چرخشی: استدلال‌های اقتصادی و کسب‌وکار برای تسریع گذار منتشر شد. این گزارش که توسط بنیاد الن مک آتور[۳۹] پشتیبانی و توسط موسسه پژوهشی McKinsey & Company توسعه داده شده بود، اولین در نوع خود بود که فرصت‌های اقتصادی و کسب‌وکار را برای گذار به یک مدل بازیابی و چرخشی در نظر می‌گرفت. با استفاده از مطالعه موردی محصولات و تحلیل گسترده اقتصادی، این گزارش جزئیات منافع احتمالی و بسیار با اهمیت این مفهوم را در اروپا نشان داد. در این گزارش که مبتنی بر شبیه‌سازی فعالیت‌های اقتصادی در حوزه توسعه محصول و بازتولید بود، استدلال شده است که زیرمجموعه‌ای از بخش تولید اتحادیه اروپا می‌تواند در هزینه‌های تامین منابع خود به صورت خالص مبلغ ۶۳۰ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۵ صرفه‌جویی کند. دیدگاه بنیاد الن مک آتور (۲۰۱۲) بیشتر تئوری های اخیر مانند اقتصاد کارآمدی یا اقتصاد مبتنی بر عملکرد[۴۰] ، گهواره تا گهواره[۴۱] ، الگوبرداری زیستی[۴۲] و اقتصاد آبی[۴۳] در بسط و تکامل اقتصاد چرخشی نقش داشته اند.

37 . Jackson, T 1991. Grasping the Nettle - some remarks on the challenge of auditing for Cleaner Production, proceedings of the UNEP/IEO seminar on Environmental Auditing in Cleaner Production Strategies, TEM, Lund, April 1991: 14.

38 . Murray, A., Skene, K. and Haynes, K. (2017) 'The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context', Journal of Business Ethics, vol. 140, no. 3, pp. 369–380.

39 . Ellen MacArthur Foundation

40 . Performance Economy)

41 . cradle to cradle

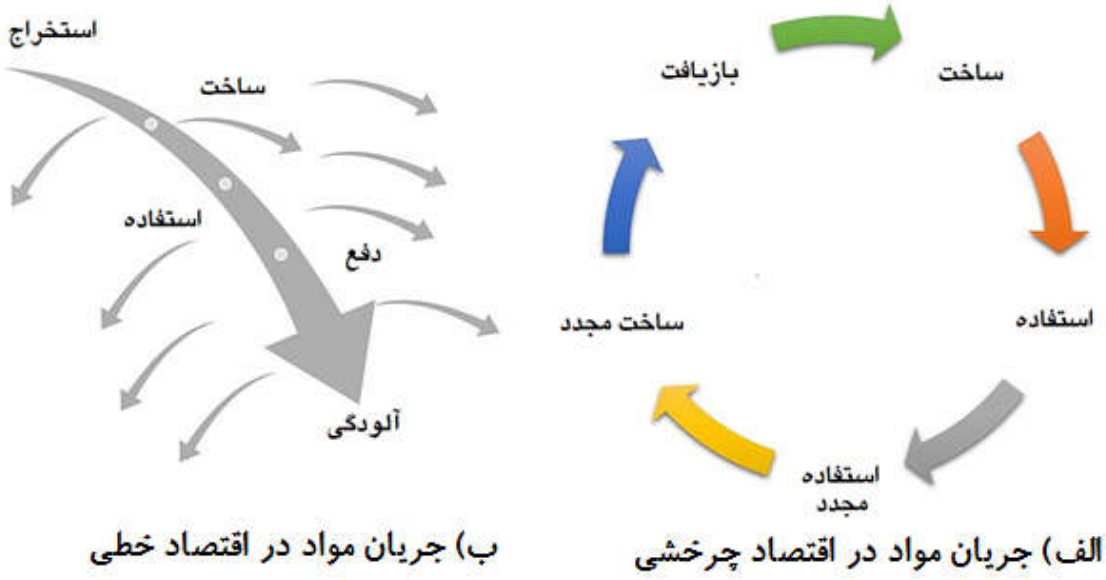
42. biomimicry

43 .blue economy

۴. مبانی اقتصاد چرخشی

اقتصاد چرخشی یکی از مباحث جدید اقتصاد است که در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. فلسفه وجودی اقتصاد چرخشی علاوه بر استفاده بهینه از منابع محدود، کاهش ضایعات و استفاده مجدد از آن ها در فرایند تولید یا ساخت محصولات جانبی است. در واقع بر پایه ادبیات اقتصاد خطی در فرایند تولید، هدف اصلی بنگاه ها دستیابی به حداکثر سود است. اما در اقتصاد چرخشی علاوه بر هدف فوق، مدیریت ضایعات و رفاه اجتماعی بین نسلی نیز مورد توجه است. اقتصاد چرخشی منجر به افزایش ارزش افزوده و حاشیه سود، صرفه جویی هزینه ها، افزایش رقابت پذیری، کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ منابع طبیعی به ویژه منابع آب، ایجاد فرصت های شغلی جدید و ...می شود (سجادی فر، ۱۳۹۷)[۴۴].

اقتصاد چرخشی که اقتصاد دورانی هم نامیده می‌شود، برخلاف نظام های اقتصادی کلاسیک، نظام اقتصادی است که هدف اصلی آن ارتقای بهره وری و ایجاد ارزش افزوده بیشتر از یک سو، کاهش انتشار ضایعات و پسماندها و همچنین بازیافت و بازیابی هر چه بیشتر ضایعات و پسماندها از سوی دیگر است. این رویکرد سازگار با محیط زیست بر خلاف نظام های سنتی و کلاسیک اقتصاد خطی قرار دارد که در آن جریان اقتصادی به صورت «استخراج، فرآوری، ساخت و تولید و دفع» انجام می شود. در حالیکه در اقتصاد چرخشی با سازوکارهای مختلف و استفاده از ابزارهای اقتصادی، انگیزه های لازم در فرایندهای تولید فعالان اقتصادی باعث می شود تا از ابتدای فرایند های تولید شامل استخراج، فرآوری، ساخت و تولید ، مصرف از یک طرف میزان انتشار ضایعات و پسماندها به حداقل کاهش پیدا کرده و ضایعات و پسماندهای مختلف به عنوان ماده اولیه در در سایر فرایندهای تولید مورد استفاده قرار گیرد و مواد جانبی و پسماندهای مختلف حاصل فرایندهای تولید و مصرف در بازه های زمانی مختلف مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۶).



شکل ۶. تمایز بین اقتصاد اقتصاد چرخشی (الف) و اقتصاد خطی (ب) از منظر جریان مواد

Source:C-Vocher (2019), Circular economy vs. linear economy , Available at: https://c-voucher.com/circular-economy-vs-linear-economy/

سوم، فاضلاب، سال و آب مهندسی و علوم فاضلاب، نشریه و صنعت آب پایدار درتوسعه چرخشي اقتصاد بی بدیل . سجادی فر. سید حسین (۱۳۹۷)، نقش44 ۱ شماره

تحولات جمعیتی، توسعه شهرنشینی، کاهش روز افزون منابع طبیعی، آلودگی محیط زیست و گرمایش کره زمین، بحران های مالی جهانی، تکانه های شدید قیمت مواد خام و انرژی، رقابت، رشد اقتصادی برخی کشورها و به دنبال آن آثار و پیامدهای شدید الگوهای خطی، در بسیاری از کشورز سبب شده است تا اقتصاد چرخشی در کانون توجه بسیاری از دولت ها قرار گیرد.

در اقتصاد چرخشی ارزش افزوده محصول، و همچنین استفاده از ضایعات تا زمانی که ممکن است تداوم پیدا کند، ادامه می یابد که این سازوکار باعث کاهش و انتشار قابل توجه میزان تولید ضایعات و اتلاف انرژی می شود. در واقع در اقتصاد چرخشی منابع و ضایعات (اهم از مایع، جامد یا گاز) پس از عمر مفید محصولات دور ریخته نمی شوند، بلکه بارها مورد استفاده قرار می گیرند، استفاده مستمر از یک سو و ارتقای فناوری ها باعث می شود تا بهره وری نهاده های تولید از افزایش قابل توجه ای برخوردار شود که بازتاب آن را می توان در کل اقتصاد مشاهده کرد. برای مثال در پیرابند (۳) تحولات مصرف آب در بخش صنعت و تاثیر آن در کل بهره وری آب در اقتصاد کشورها ارایه شده است.

چنین نظام اقتصادی در مقایسه با نظام اقتصاد خطی پایدارتر است و با محیط زیست سازگار است، زیرا از یک سو نیاز به مواد خام اولیه را برای تولید محصولات کاهش می دهد و از اتلاف منابع و تولید پسماندها و هدررفت انرژی جلوگیری می‌کند. با این وجود، برخی صاحب نظران بر این باورند که چنین فرضیاتی ساده‌انگارانه و در اجرا با مشکلات متعددی مواجه است، زیرا نظام‌های موجود و بده - بستان‌های[۴۵] احتمالی میان فعالان و بازیگران مختلف بسیار پیچیده است.

به این ترتیب برخلاف اقتصاد خطی، اقتصاد چرخشی به حفظ محیط زیست از طریق افزایش سهم منابع تجدیدپذیر یا قابل بازیافت، همزمان باعث کاهش مصرف مواد خام و انرژی می شود. البته نهایدینه کردن اقتصاد چرخشی نیاز به تغییرات بنیادی و ساختاری در نظام اقتصادی و زنجیره های ارزش از مرحله طراحی محصول و فرآیند تولید تا مدل‌های کسب و کار جدید و الگوهای مصرف جامعه و دولت ها دارد.

45 .trade off

پیرابند ۳. بازگردش آب در صنعت و افزایش بهره وری مصرف آب

صنایع حدود یک چهارم مصرف آب جهان را به خود اختصاص می دهند. اما در بیشتر کشورهای صنعتی این سهم بیشتر است و به ۵۰ تا ۸۰ درصد کل مصرف می رسد، اما در کشورهای در حال توسعه این سهم کمتر است و به ۱۰ تا ۳۰ درصد می رسد که با مصرف بخش کشاورزی فاصله بسیار زیادی دارد. با صنعتی شدن شدن کشورهای در حال توسعه، نیاز آب انها برای تولید برق، صنعت، معدن و تولید مواد به سرعت افزایش پیدا می کند.

بر عکس آب مصرفی در کشاورزی، تنها بخش اندکی از آب صنعتی واقعا مصرف می شود. بیشتر این آب برای خنک کردن، فرآوری و فعالیت های دیگری که آب را گرم یا آلوده می کند، اما مصرف نمی کند، استفاده می شود. این پدیده امکان بازگردش و استفاده چند باره از آب را در بخش های صنعتی در مقایسه با بخش کشاورزی فراهم می کند. به همین دلیل بازده بیشتری از هر متر مکعب آب به دست می آید. به عنوان مثال، در حالی که برای تولید یک تن فولاد حدود ۱۴ تن آب مصرف می شود که قیمت آن حدود ۵۵۰ دلار ات، برای تولید یک تن گندم حدود ۱۰۰۰ تن آب مصرف می شود، این در حالی است که قیمت یک تن گندم در بازار جهانی حدود ۱۵۰ دلار است.

عامل اصلی افزایش بازگردش آب صنعتی، تصویب و اعمال قوانین و مقررات است که در بسیاری از کشورهای توسعه یافته باعث کاهش آلودگی ها و افزایش بازده آب صنعت شده است.

ژاپن، امریکا و آلمان غربی از کشورهایی هستند که به دستاوردهای قابل توجهی در بازدهی آب صنعتی دست یافته اند. پس از صنعتی شدن سریع ژاپن بعد از جنگ جهانی دوم مصرف آب در صنایع ژاپن در سال ۱۹۳۳ به بیشترین مقدار خود رسید و پس از آن تا سال ۱۹۸۹، ۲۴ درصد کاهش یافت. صنایع شیمیایی، آهن و فولاد و تولید کاغذ حدود ۶۰ درصد مصرف آب صنعتی این کشور را به خود اختصاص می دهند که در نتیجه اعمال سیاست های قانونی و انگیزیشی، نرخ بازگردش و بازده اختصاصی این صنایع افزایش چشمگیری داشته است. در نتیجه این اقدامات، بازده اقتصادی به ازای مصرف هر متر مکعب آب از ۲۱ دلار در سال ۱۹۶۵ به ۷۷ دلار در سال ۱۹۸۹ افزایش یافت.

همین روند در ایالات متحده امریکا اتفاق افتاد، به طوری که با تصویب قوانین و مقررات کاهش انتشار آلاینده های آب، مصرف آب صنعتی در این کشور از سال ۱۹۵۰ تا اواخر سالهای دهه ۱۹۸۰ ، ۳۶ درصد کاهش یافته است، اما تولیدات صنعتی حدود ۳,۷ برابر شده است. هنچنین در برخی از کارخانجات آب بر ایالات متحده در نتیجه این اقدامات نرخ بازگردش و استفاده از آب صنعتی افزایش قابل توجهی داشته است، به طوریکه این نرخ از ۱,۸ بار در سال ۱۹۵۴ به حدود ۱۷ بار در پایان دهه ۱۹۹۰ رسیده است که این مسئله حاکی از پتانسیل بسیار زیاد افزایش بازدهی آب در بخش صنعت است.

بازتاب مجموعه از اقدامات قانونی و انگیزشی مبتنی بر اقتصاد چرخشی باعث شده است تا بهره وری آب در بسیاری از کشورها افزایش قابل ملاحظه ای پیدا کند. میزان بهره وری آب بسته به ویژگی های اقتصادی، اجتماعی، الگوهای تولید و مصرف، نوع فناوری های، الزامات زیست محیطی و غیره در کشورهای مختلف متفاوت است و اصولا کشورهای توسعه یافته‌تر به ازای مصرف هر متر مکعب آب ارزش افزوده بسیار بیشتری در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته ایجاد می کنند (جدول ۳).

جدول ۳. بهره وری آب در کشورهای منتخب جهان در سال ۲۰۱۵

نام کشور	ارزش افزوده تولید ناخالص داخلی (دلار)/ مصرف هر متر مکعب آب به قیمت سال ۲۰۱۰
نپال	1
کامبوج	4
مراکش	9
چین	15
عربستان	21
الجزایر	22
اردن	28
روسیه	28
رومانی	28
برزیل	30
ایالات متحده امریکا	36
کنادا	40
ژاپن	67
هلند	79
فرانسه	91
آلمان	103
اتریش	112
سوئد	184
ایرلند	288
سوئیس	289
بریتانیا	318
دانمارک	513
کشورهای با درآمد پایین	11
کشورهای با درآمد متوسط پایین	22
کشورهای با درآمد متوسط بالا	15
کشورهای باد درآمد بالا	78
جهان	16

ماخذ: ۱. پوستل. ساندرا، آخرین آبادی-رویارویی با کم آبی(۱۳۸۲) ترجمه امیر عباس صدیقی، مسعود سلطانی، انتشارات نشر نی ۲. 2019 World Development Indicators, World Bank

برای گذار از اقتصاد خطی مبتنی بر سوخت های فسیلی و مواد خام در چارچوب اقتصاد خطی به اقتصاد گردشی باید در جستجوی ابزارها و راهکارهایی بود که بتواند انگیزه های لازم را در دولت ها و فعالان اقتصادی بوجود آورد تا پایداری نظام های اقتصادی و اجتماعی تضمین گردد. بنابراین، دستیابی به پایداری و قرار گرفت کشور در مدار ملی توسعه پایدار در گرو رشد اقتصادی هماهنگ، فراگیر و سازگار با محیط زیست در بخش صنعت است که در آن تولیدات با کمترین هزینه و انتشار آلاینده ها و پسماندها، و با بیشترین ارزش افزوده انجام می شود.

اقتصاد چرخشی تأمین کننده مکانیسم های متعدد ایجاد ارزش است که با مصرف منابع محدود در تضاد است. در یک اقتصاد چرخشی، مصرف تنها در چرخه های زیستی مؤثر رخ می دهد و به این ترتیب بهره برداری جایگزین مصرف می شود. منابع یا در چرخه زیستی، احیا و یا در چرخه صنعتی ذخیره می شوند. در چرخه زیستی، فرآیندهای زیستی بین ظمی های مواد را با دخالت و یا بدون دخالت انسان دوباره احیا می کنند. در چرخه صنعتی با مقدار مکفی انرژی موجود، دخالت انسان باعث احیای مواد و ایجاد دوباره نظم در زمان مقتضی می شود. تأمین و ارتقای سرمایه در این دو چرخه، دارای مشخصه های متفاوتی می باشند. اقتصاد چرخشی بر پایه سه اصل در ارتباط با منابع و چالش های سیستمی که اقتصاد صنعتی با آن مواجه است، استوار می باشند.

حفظ و افزایش سرمایه های طبیعی، ارتقای بهره وری و بهینه سازی عملکرد مصرف منابع، ار تقا و افزایش اثربخشی سیستم ها (مانند کاهش منابع انسانی، از قبیل منابع غذایی، مهاجرت، سرپناه، تحصیلات، بهداشت، سرگرمی و مدیریت اثرات جانبی از قبیل استفاده از منابع ارضی، هوا، آب و آلودگی صوتی، انتشار مواد سمی و تغییرات اقلیمی)، حذف و به حداقل رساندن ضایعات و پسماندها، انعطا ف پذیری و پویایی از طریق تنوع بخشی، استفاده و توسعه تامین انرژی از منابع تجدیدپذیر در زمره مهمترین اصول حاکم بر سیستم اقتصاد چرخش قلمداد می شوند. (سجادی نیا، و همکاران، ۱۳۹۶).

بر این اساس در این بخش از پژوهش لازم است تا ابتدا در مورد هر یک از مکاتب فکری و روح حاکم بر اقتصاد چرخه ای مورد بحث قرار گیرد.

۱.۴. سیاره زمین و اقتصاد محیط زیست

سنگ بنا و سرآغاز اقتصاد چرخشی به معنای نوین آن در پژوهش های کنت بولدینگ نهفته است. کنت بولدینگ ، یکی از اولین متخصصان اقتصاد اکولوژیکی، در سال ۱۹۶۶ در مقاله‌ای جالب استدلال کرد که اگر بشر خواهان دستیابی به اقتصادی پایدار است باید در ادراک خود تغییر ایجاد کند. به ادعای بولدینگ درک عمومی این است که اقتصاد در محیط‌زیستی قرار دارد که سیستم باز است؛ اما همان گونه که وی بیان کرده است، محیط‌زیستی که اقتصاد در درون آن قرار دارد، سیستم بسته به شمار می‌رود.

بولدینگ این ادراک غلط را ادراک "اقتصاد گاوچرانی" نامید. تصویر عمومی که انسان از خود و محیط‌زیست اطراف در ذهن دارد حالتی از تلاش‌هاست که در آن محیط‌زیست طبیعی فاقد هرگونه محدودیت است و به طور نامحدودی می‌توان بر آن فشار وارد کرد. بر اساس برداشت اقتصاد گاوچرانی، برای ظرفیت محیط‌زیست برای عرضه یا دریافت انرژی و مواد هیچ محدودیتی وجود ندارد و اقتصاد می‌تواند به طور نامحدود رشد کند. با توجه به این برداشت، بولدینگ استدلال کرد که باید به عملکرد اقتصادی برحسب جریان انرژی و مواد وارد شده به اقتصاد نگریست و وضعیتی را مطلوب در نظر گرفت که مقدار این جریان‌ها تا حد امکان بزرگ باشد.

در واقع، ظرفیت محیط‌زیست برای عرضهٔ مواد و انرژی به اقتصاد، همانند ظرفیت آن برای جذب پسماندها از اقتصاد، محدود است. استدلال بولدینگ این بود که برداشت عمومی دربارهٔ این موضوع باید برای انطباق آن با واقعیت تغییر کند. به‌جای برداشت گاوچرانی به برداشت "سفینه فضایی" نیاز داریم. محیط‌زیست، یعنی کرهٔ زمین باید به‌صورت یک سفینه فضایی، و بدون ذخایر نامحدود، در نظر گرفته شود. سفینه فضایی زمین، از نظر ترمودینامیکی سیستم بسته است، که اقتصاد و محیط‌زیست دارای عرضهٔ محدود انرژی از خارج به شکل اشعهٔ خورشید است.

به اعتقاد بولدینگ، این برداشت منطقی نیست که بهبود عملکرد اقتصادی با افزایش جریان مواد و انرژی بین محیط‌زیست و اقتصاد ارزیابی شود. با توجه به دسترسی محدود به منابع طبیعی و امکانات مقابله با پسماندها، سطح بالاتر حرکت در مرز اقتصاد و محیط‌زیست به معنی کوتاه‌تر شدن دورهٔ حمایت محیط‌زیست از اقتصاد است. برای گاوچران، اگر محیط‌زیست محلی با مشکلی در زمینهٔ بهره‌برداری مواجه شود، همواره مکان دیگری برای انتقال به آنجا وجود دارد. ولی اگر محیط‌زیست کشتی فضایی با مشکل مواجه شود، جای دیگری وجود ندارد و هنگامی که مشکلات بروز می‌کند تا حد امکان باید آن را به تأخیر انداخت. به اعتقاد بولدینگ، به‌جای اینکه روش گاوچران سرمشق قرار گیرد، کشتی فضایی باید به دنبال حداقل کردن جریان مبادلهٔ مواد و انرژی میان اقتصاد و محیط‌زیست تا آنجا باشد که با نیازهای حیاتی سازگار است.

بولدینگ، در مقالهٔ سال ۱۹۶۶ خود، استدلال کرد که برداشت گاوچرانی هم اکنون مشکل چندانی محسوب نمی‌شود، ولی به دلیل افزایش مقیاس فعالیت‌های اقتصادی انسان، این برداشت در آیندهٔ نزدیک مشکل‌آفرین خواهد شد. وی معتقد بود که مرز اقتصاد ـ محیط‌زیست از بین رفته و جهان به حالت اشباع رسیده است، به طوری که هیچ امکان دیگری برای پیدا کردن منابع جدید مواد یا چاهک‌های جدید برای جذب پسماندها وجود ندارد. آرزوی وی این بود که تصویر بعدی سیاره زمین شکل کشتی فضایی بگیرد و پیشرفت در اکتشافات فضایی موجب جانشینی نگرش فضانورد با نگرش گاوچران به مثابه تصویر غالب انسان اقتصادی شود. پس از گذشت حدود چهار دهه بسیاری معتقدند که تصویر موجود با واقعیت فاصلهٔ زیادی دارد.

اقتصاد محیط زیست در واکنش به سوء برداشت اقتصاد کلاسیک در زمینه روابط و مناسبات حاکم بین نظام های اقتصادی (مجموعه ای از نهادها و فعالیت هایی که به منظور طراحی و تخصیص بهینه منابع کمیاب برای تامین نیازهای آدمی) بسط و توسعه یافت. در واقع هیچ نظام اقتصادی نمی‌تواند بدون حمایت نظام‌های بوم‌شناختی (منابع زنده و غیرزنده و روابط متقابل بین آن‌ها) به حیات خود ادامه دهد. مفهوم این گفته این است که به‌منظور به حرکت در آمدن اقتصاد (یعنی تأمین کالاها و خدمات یا ثروت برای انسان‌ها) باید منابع اولیه یعنی (مواد خام و سوخت) را از طبیعت استخراج و فراوری کرد و پسماندها را به محیط بازگرداند. این موضوع به‌خوبی ارتباط تنگاتنگ بین نظام اقتصادی و محیط‌زیست را نمایان می‌سازد. فعالیت‌های توسعه به طرق مختلف بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارند و مطلوبیت آن را برای جامعه کاهش می‌دهند. از سوی دیگر ظرفیت محیط‌زیست محدود می‌باشد. بنابراین فعالیت‌های اقتصادی که محیط‌زیست را آلوده کند، نمی‌توانند بدون هیچ محدودیتی به فعالیت خود ادامه دهند زیرا ظرفیت خود پالایی محیط‌زیست محدود است (کامان و همکاران[۴۶]، ۱۳۸۹، پرمن و همکاران[۴۷]، ۱۳۸۲) .

زیرا معمولا مدل های اقتصاد کلاسیک از مناسبات و تعاملات حاکم بین محیط زیست و نظام اقتصادی چشم پوشی می کنند. زیرا بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی آثار جانبی بر محیط‌زیست دارند که این هزینه‌ها معمولاً در فرایندهای تولید محاسبه نمی‌شوند. اثر بیرونی یا جانبی۴۸ زمانی به وجود می‌آید که فعالیت یک کارگزار اثری ناخواسته بر کارگزار یا کارگزاران دیگر داشته باشد. اثرات خارجی در حقیقت اثرات مربوط به تولید یا مصرف کالاها و خدمات است که بر شخص سومی خارج از بازار اثر می‌گذارد. این اثرات تحت عنوان اثرات جانبی یا خارجی در علم اقتصاد مطرح هستند که ابزارهای اقتصادی تلاش می‌کنند تا این هزینه‌ها را فرایندهای تولید محاسبه کنند که در این صورت در علم اقتصادی به آن درونی کردن هزینه‌های جانبی[۴۹] می‌گویند. به همین دلیل همانگونه که عنوان شد، پیرس و ترنر[۵۰] (۱۹۹۰) در کتاب اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی خود بر گذار از اقتصاد خطی سیستم اقتصادی باز به سیستم های اقتصادی چرخه ای تاکید کردند.

---

٤٦ . كامان. مايكل، استاگل زيگريد (۱۳۸۹)، مقدمه‌اي بر اقتصاد بوم‌شناختي، ترجمه اسماعيل صالحي، علي حبيبي، فرزام پوراصغر سنگاچين، دانشگاه تهران

٤٧ . پرمن. راجر، يوما، جيمز مك گيل ري (۱۳۸۲) اقتصاد محيط‌زيست و منابع طبيعي، ترجمه حميد رضا ارباب، انتشارات نشر ني

48. Externality

49. Internalization of environmental externality

50 . Pearce, D. W. and Turner, R. K. (1990) Economics of natural resources and the environment, New York, London, Harvester Wheatsheaf.

بر این اساس این اقتصاد دانان چهار کارکرد اقتصادی برای محیط زیست شامل ارزش های ارزش مطلوبیت[۵۱] (برای مثال ارزش چشم اندازهای طبیعی)، تامین منابع، چاهک ها یا مکانی برای دفع و انتشار پسماندها و تامین نظام های حیاتبخش[۵۲] ارایه کردند.

این محدودیت‌ها باعث شد تا اقتصاد محیط زیست استفاده از سازوکارهای اقتصادی، قمیت گذاری و تشویقی مورد توجه بسیاری از صاحب نظران اقتصادی، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی قرار گیرد. باید توجه کرد اقتصاد انسانی در درون محیط‌زیست قرار دارد و به همین دلیل فعالیت‌های اقتصادی بشر در حال به مخاطره انداختن پایداری محیط‌زیست و در نتیجه به خطر انداختن اقتصاد انسانی است. به همین دلیل سیاست‌گذاران وظیفهٔ سنگینی را برای یافتن راه‌هایی به‌منظور سازمان‌دهی فعالیت‌های اقتصادی مانند برآورد نیازهای نسل فعلی (کاهش فقر) و حفظ ظرفیت نظام مشترک اقتصاد ـ محیط‌زیست در زمینهٔ استمرار تأمین نیازهای بشر در افق زمانی بلندمدت در آینده ـ و در نهایت پیدا کردن راه‌هایی برای دستیابی به توسعهٔ پایدار، عهده دارند.

۲.۴ بوم شناسی صنعتی

گرایش های کنونی به اکولوژی صنعتی را می توان به مقاله رابرت فراش و نیکلاس گالاپولوس در نشریه Scientific American با عنوان "راهبرد هایی برای تولید کالایی" در ۱۹۸۹ منتسب کرد. در این مقاله، نویسندگان بسیاری از مفاهیم و اصطلاحات مهم را که اکولوژی صنعتی را تشکیل می دهند برای عموم معرفی کردند. آنها در این مقاله مشابهت " چرخه غذایی " را مطرح کردند که امروزه بر بیشتر مباحث اکولوژی صنعتی سایه افکنده است. البته باید یاد آور شد که شیمی سبز نیز ارتباط تنگاگی با بوم شناسی صنعتی دارند و به موازات هم بسط و تکامل یافته و مکمل یکدیگر هستند. شیمی سبز[۵۳] از اواسط دهه ۱۹۹۰ به عنوان یک رشته پویا و در حال گسترش که در آن بر جنبه‌های پایداری فعالیت‌های شیمیایی تأکید می‌شود، بسط و گسترش یافت. شیمی سبز و بوم‌شناسی صنعتی ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند، زیرا هیچ‌کدام از آنها نمی‌توانند بدون دیگری در نظام‌های صنعتی به اجرا درآیند.

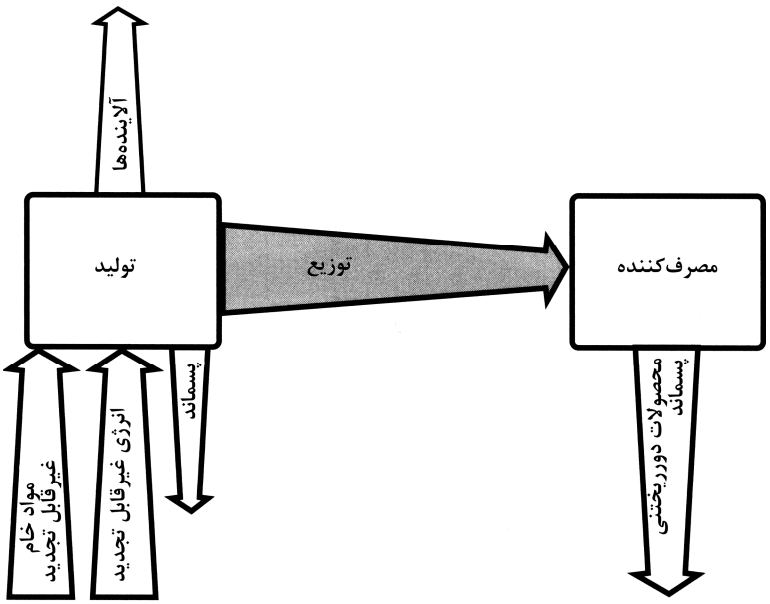
بوم‌شناسی صنعتی رویکردی مبتنی بر سیستم‌های مهندسی و اصول بوم شناسی است که تلاش می‌کند تا مولفه‌های تولید و مصرف از جمله طراحی، تولید، استفاده و توزیع کالاها و خدمات را به روشی انجام دهد که پیامدهای سوء محیط زیستی را به حداقل ممکن کاهش داده و با بهترین شیوه، منابع، انرژی و سرمایه را به مصرف برساند.

مفهوم و الگوی بوم شناسی صنعتی از زیست‌بومهای طبیعی اقتباس شده است که معمولاً در آن کلیه تولیدات از نور خورشید و فرایند فتوسنتز ناشی می‌شود و در آن مجموعه‌ای از روابط متقابل بین موجودات زنده و محیط زیست آنها حاکم بوده و مواد بصورت مستمر در این زیست بوم در حال گردش می‌باشد. یک سیستم بوم شناسی صنعتی از جریان انرژی و مواد که دارای چندین لایه است پیروی می‌کند، به گونه ای که در این فرایندها پسماندهای یک بخش از زیست بوم صنعتی، به عنوان ماده خام توسط بخش دیگر به مصرف می‌رسد که در نتیجه این فرایند حداکثر کارایی استفاده از انرژی و مواد حاصل می‌شود. از آنجایی که به پسماندها، پساب‌ها و محصولات استفاده شده به عنوان یک ماده اولیه در سیستم صنعتی نگاه می‌شود، لذا در رویکرد بوم شناسی صنعتی به چنین موادی به عنوان بخشی از یک سیستم کلان تر نگاه می‌شود که می‌بایست از یک چرخه کامل از مرحله ساخت، استفاده و دفع برخوردار باشند.

بوم شناسی صنعتی تفاوت اساسی با روش های سنتی تولید صنعتی دارد. برای مثال در گذشته مواد خام و انرژی از منابع غیرقابل تجدید مانند چوب حاصل از جنگل‌ها تأمین می‌شد. در تولید محصولات، هیچ‌گونه توجهی به اثرات تولید پسماندها یا آلاینده‌ها نمی‌شد. آلاینده‌های آب و هوا به سادگی در جو زمین و رودخانه تخلیه، و فرآورده‌های جانبی و پسماندهای جامد و نیمه جامد و مایع نیز بدون توجه به اثرات محیط‌زیستی آنها در زمین دفع می‌شدند. محصولات نیز پس از مصرف، بدون توجه به اثرات محیط‌زیستی در

51 . : amenity values
52 . life-support system
53- Green Chemistry

محیط‌زیست تخلیه می‌شدند. این شیوه تولید خطیف رویکردی است که در آن فرایند تولید و مصرف ناپایدار است. در نتیجه به تدریج منابع آب و هوا آلوده، و زمین‌ها بر اثر تخلیه پسماندها و محصولات مصرفی به شدت تخریب و آلوده شدند (شکل ۷).



شکل ۷. مدل سنتی تولید صنعتی بدون توجه به مصرف انرژی و منابع غیرقابل تجدید و عدم توجه به انتشار آلاینده‌ها یا دفع پسماندها

ماخذ: ماناهان. ای. استانلی (۱۳۹۰) بوم شناسی صنعتی، ترجمه سید حسین هاشمی، فرزام پوراصغر سنگاچین، اطهره نژادی، فاطمه غفاری رهبر، انتشارات ترجمان خرد

بر عکس، بوم‌شناسی صنعتی روشی جامع برای تولید، توزیع و استفاده از کالاها و خدماتی است که در آن بنگاه‌های تولیدی منافع خود را از طریق بهره‌برداری از مواد و انرژی به صورت دوجانبه افزایش، و مصرف مواد خام غیرقابل تجدید و انرژی را به موازات پیشگیری از تولید پسماندها و آلاینده‌ها کاهش می‌دهند. سازوکار بوم‌شناسی صنعتی، بهینه‌سازی مصرف مواد خام از ابتدای فرآوری تا تولید محصول نهایی و توجه به سرنوشت نهایی مواد و محصولات پس از مصرف است.

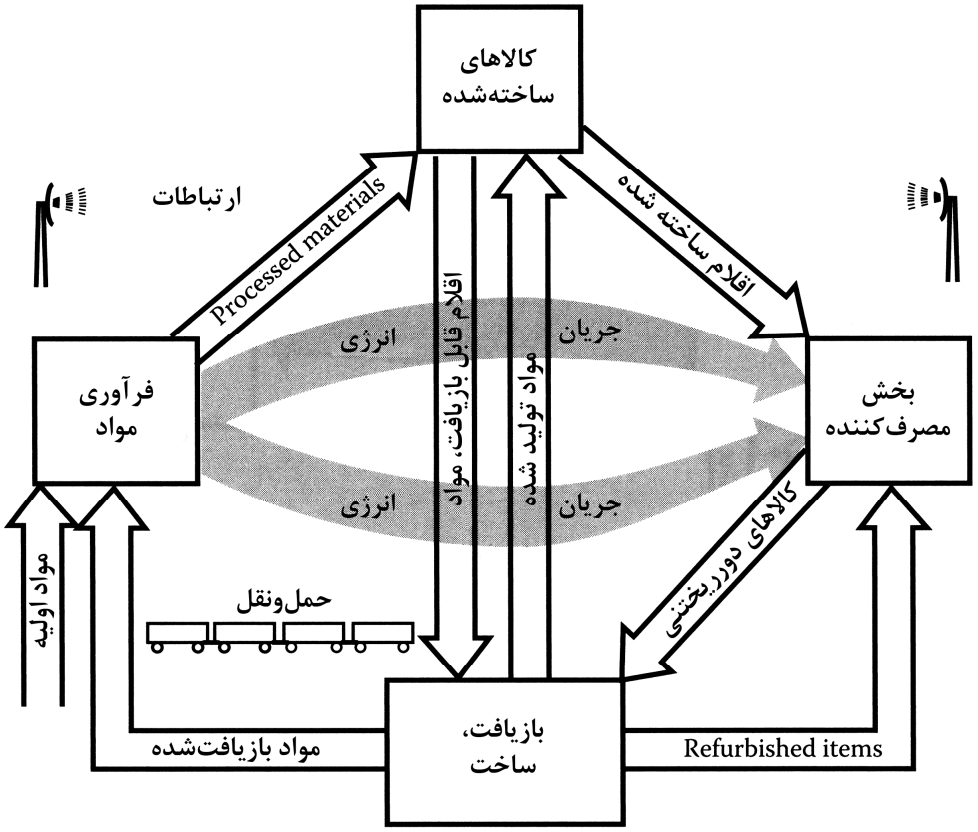
همانگونه که عنوان شد، رویکرد بوم‌شناسی صنعتی، از بوم‌شناسی طبیعی اقتباس شده است که در آن موجودات زنده، شبکه‌های غذایی در هم تنیده‌ای را به‌وجود می‌آورند، لذا در این شبکه جانداران از پسماندهای یکدیگر استفاده، و نیازهای غذایی خود را تأمین می‌کنند. در این فرآیند کارآیی مصرف منابع بسیار بالاست و هیچ نوع پسماندی در محیط باقی نمی‌ماند.

اشتراک‌های متعددی بین بوم‌شناسی صنعتی و بوم‌شناسی طبیعی وجود دارد. یکی از آنها موضوع تکامل جانداران و زیست‌بوم‌های آنان از طریق انتخاب طبیعی است که براساس آن جانداران جای خاصی از زیست‌بوم‌ها را اشغال می‌کنند. سیستم‌های بوم‌شناسی صنعتی نیز از طریق فرآیندهای انتخاب طبیعی تکامل می‌یابند. چنانچه پسماندی وجود داشته باشد، احتمالاً بنگاهی برای استفاده از این پسماند توسعه می‌یابد. در صورتی‌که بنگاهی برای استفاده از این پسماند به‌وجود آید، این فرآیند همه‌گیر می‌شود. البته این روند مدتها پیش از این‌که بوم‌شناسی صنعتی مطرح شود و از زمانی که اولین صنایع متولد شدند، اتفاق افتاده است. باید خاطر نشان کرد، با درک ماهیت بوم‌شناسی طبیعی که در واقع می‌توان از آن به طراحی هوشمند[۵۴] یاد کرد، این قابلیت وجود دارد که در زیست‌بوم‌های صنعتی نیز مورد استفاده قرار گیرد. دانش بنگاه‌های صنعتی، نیازها و بازارهای آنها و همچنین توانایی‌های محاسباتی گسترده‌ای که در حال حاضر در اختیار برنامه‌ریزان قرار دارد، این امکان را به وجود آورده است که نظام بوم‌شناسی صنعتی را بتوان بسادگی برنامه‌ریزی، طراحی و اجرا کرد.

54 .smart design

به مانند زیست‌بوم‌های طبیعی، زیست‌بوم صنعتی، زیست‌بومی ایستا نیست و توالی بوم‌شناختی[55] را در مورد آن نیاز می توان به کار گرفت (برای مثال در زیست‌بوم‌های طبیعی توالی علف‌زار ← بوته‌زار ← جنگل). توسعه شتابان روش های ساخت و تولید، تغییرات در منابع تأمین مواد و انرژی و تغییر بازارها، ترکیب بنگاه‌ها را در زیست‌بوم‌های صنعتی و روش‌هایی که آنها با یکدیگر تعامل می‌کنند را تغییر خواهد داد. بنابراین، در این الگو برداری از نظام‌های طبیعی، باید برای اجرای کارآترین سیستم ممکن بوم‌شناسی صنعتی بهره گرفت.

زیست‌بوم‌های صنعتی دارای کلیه مؤلفه‌های تولید، فرآوری و مصرف هستند. زیست‌بوم صنعتی دارای چندین جزء مشخص است که می‌توان آنها را به صورت (۱) تولیدکنندگان مواد اولیه (۲) منبع یا منابع تأمین انرژی (۳) بخش فرآوری و ساخت مواد (۴) بخش فرآوری پسماند و (۵) بخش مصرف کننده طبقه‌بندی کرد. در یک سیستم صنعتی کامل که با بهترین شیوه بوم‌شناسی صنعتی فعالیت می‌کند، جریان مواد در مسیر های مختلف برقرار است. هر کدام از اجزای تشکیل دهنده این سیستم به‌نحوی تکامل پیدا می‌کنند تا کارآیی سیستم را در مصرف مواد اولیه و انرژی بالا ببرند (شکل ۸).



شکل ۸. مدل و اجزاء اصلی زیست‌بوم صنعتی

ماخذ: ماناهان. ای. استانلی (۱۳۹۰) بوم شناسی صنعتی، ترجمه سید حسین هاشمی، فرزام پوراصغر سنگاچین، اطهره نژادی، فاطمه غفاری رهبر، انتشارات ترجمان خرد

همانگونه که در شکل (۸) مشاهده می شود، تولیدکنندگان اولیه مواد خام و تولیدکنندگان انرژی در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر هستند، زیرا هم مواد و هم انرژی برای استمرار فعالیت زیست‌بوم صنعتی مورد نیاز هستند. تولیدکننده اولیه مواد است شامل یک یا چندین بنگاه باشند که مواد اولیه را برای ادامه فعالیت زیست‌بوم صنعتی تولید می‌کنند. عموماً، در یک زیست‌بوم صنعتی واقعی، بخش

55- Ecological Succession

زیادی از مواد فرآوری شده توسط سیستم را مواد اولیه یا مواد خام تشکیل می‌دهد. در برخی موارد، مواد اولیه بازیافتی بخش زیادی از مواد اولیه را تشکیل می‌دهند.

فرآیندهایی که مواد اولیه بکر وارد سیستم می‌کنند بسته به نوع مواد اولیه متغیر هستند اما معمولاً می‌توان آنها را به دو مرحله اصلی تقسیم‌بندی کرد. به طور مشخص، اولین مرحله، استخراج است، که مواد مورد نظر تا حد ممکن از سایر مواد موجود در آن جدا می‌شود. در این مرحله از فرآوری، مقادیر چشمگیری مواد زاید تولید می‌شود که نیاز به دفع دارند. در این خصوص می‌توان به برخی از سنگ‌های معدنی فلزی اشاره کرد که بخش اندکی از سنگ معدن آن را فلز مورد نظر تشکیل می‌دهد. در سایر موارد، نظیر دانه‌های غلات که ماده اولیه صنایع غذایی را تشکیل می‌دهند، پسماندها به صورت پوسته و ساقه است که می‌توان آنها را برای افزایش هوموس و بهبود کیفیت زمین‌های کشاورزی به خاک اضافه کرد. تأکید اصلی این مرحله، استخراج مواد مورد نظر به شکل کم هزینه است. پس از این مرحله که به تغلیظ[۵۶] نیز موسوم است، مواد استخراج شده ممکن است نیاز به تصفیه و جداسازی داشته باشند. سپس مواد در معرض فرآوری بیشتر قرار می‌گیرند و در نهایت مواد نهایی تولید می‌شود. در کلیه مراحل مختلف استخراج، تغلیظ، جداسازی، پالایش، فرآوری اماده‌سازی و مرحله تکمیلی محصول، انواع واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که پسماندهای تولید شده در این مراحل باید دفع گردند. در این مراحل، مواد بازیافت شده ممکن است در بخش‌های مختلف فرآیند وارد سیستم شوند.

در بخش فرآوری و ساخت در رویکرد بوم شناسی صنعتی، فرصت‌های زیادی را برای بازیافت فراهم می‌کند، لذا تمامی این جریان ها باید شناسایی شوند.

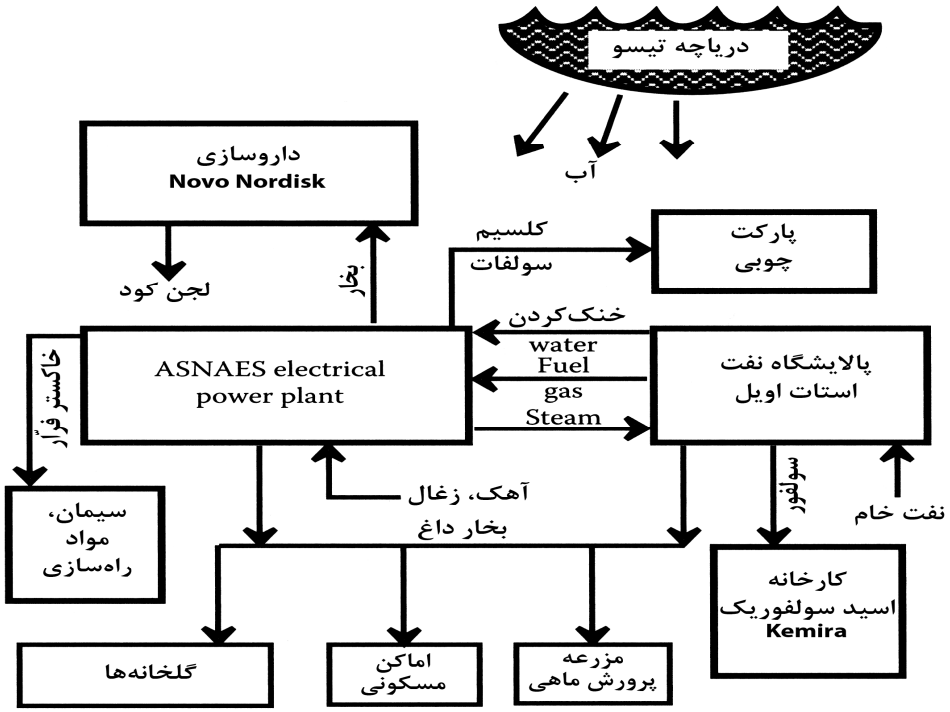
در بخش مصرف‌کنندگان، محصولات به مصرف‌کنندگان فروخته یا اجاره داده می‌شوند. طول و شدت استفاده از محصولات بسته به نوع محصول متفاوت است. به عنوان مثال دستمال کاغذی فقط یکبار مصرف می‌شود، در حالی‌که یک خودرو ممکن است هزاران بار در طول یکسال مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، در کلیه این موارد، عمر مفید محصول منقضی می‌شود بنابراین (۱) باید دور انداخته شوند یا (۲) بازیافت شوند. موفقیت سیستم بوم‌شناسی صنعتی، از طریق میزان بازیافت مواد تا مراحل دفع اندازه‌گیری می‌شود.

به این ترتیب مشاهده می شود که در زیست بوم های طبیعی، موجودات بخشی از مجموعه پیچیده "زنجیره غذایی" هستند که در آن یک موجود، یا پسماندهای آن غذای مجود دیگری است. این فرایند در سراسر زیست بوم تکرار می شود تا بازچرخانی مداوم مواد را موجب شود. لذا با اقتباس از این فرایند، می توان نظام بوم شناسی صنعتی را بنا نهاد. برای این منظور سیاست گذاران و برنامه ریزان صنعتی می توانند با وضع ضوابط و مقررات محیط زیستی لازم، و همچنین مشوق های اقتصادی، از یک سو با کاهش و بازیافت پسماندها ماده و انرژی از یک سو منابع لازم برای تولید مانند مواد خام، آب و انرژی را تامین کنند و در یک فرایند تکاملی "حلقه و چرخه بسته" مانند زیست بوم های طبیعی بوجود آورند، و از سوی دیگر با کاهش پسماندها پایداری محیط زیست را تضمین نمایند.

کشور دارنمارک در زمره کشورهای پیشرو در زمینه اکولوژی صنعتی است که این رویکرد را در شهر کالوندبرگ دانمارک پیاده و اجرا کرده است. کالوندبرگ دانمارک، معروف‌ترین زیست‌بوم صنعتی در جهان است. بخش‌های اصلی زیست‌بوم صنعتی کالوندبرگ در شکل (۹) و استقرار واحدهای صنعتی در شکل (۱۰) نشان داده شده است. شهرک صنعتی کالوندبرگ به صورت هم‌زمان و بدون این‌که برنامه‌ریزی برای ایجاد زیست‌بوم صنعتی برای آن پیش‌بینی شده باشد، توسعه یافته است. انرژی این زیست‌بوم صنعتی از دو منبع اصلی تأمین می‌شود که شامل نیروگاه برق ذغال‌سنگ ۱۵۰۰ مگاواتی ASNAES و مجتمع پالایشگاه نفت استات اویل۵۷ با ظرفیت ۵-۴ میلیون تن در سال است که هر کدام از آنها در دانمارک در نوع خود بزرگ‌ترین محسوب می‌شوند. نیروگاه برق بخار تولید شده از فرآیند را به پالایشگاه نفت می‌فروشد و در مقابل از آن سوخت گاز و آب خنک خریداری می‌کند. گوگرد حاصل از پالایش

56- Concentration
57- Statoil

نفت خام به کارخانه اسید سولفوریک کمیرا[58] منتقل می‌شود. حرارت حاصل از دو تولید کننده انرژی برای گرم کردن خانه‌ها و واحدهای تجاری و همچنین تأمین حرارت گلخانه‌ها و مزرعه پرورش ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخار حاصل از نیروگاه برق نیز توسط کارخانه داروسازی دو میلیارد دلاری نورودیسک[59] مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شرکت آنزیم صنعتی تولید می‌کند و حدود ۴۰ درصد انسولین دنیا نیز توسط این شرکت تولید می‌شود. این کارخانه لجن‌زیستی[60] تولید می‌کند که در اراضی کشاورزی پیرامون به صورت کود مایع و خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. سولفات کلسیم تولید شده حاصل از خرد کردن گچ نیروگاه برق توسط شرکت جی‌پروگ[61] برای تولید گچ تخته سیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۹. زیست‌بوم صنعتی کالوندبرگ دانمارک

ماخذ: ماناهان. ای. استانلی (۱۳۹۰) بوم شناسی صنعتی، ترجمه سید حسین هاشمی، فرزام پوراصغر سنگاچین، اطهره نژادی، فاطمه غفاری رهبر، انتشارات ترجمان خرد

58- kemira
59- Novo Nordisk
60- Biological Sludge
61- Gyproc Company



شکل ۱۰. تصویر کلی استقرار واحدهای تولیدی در کالندبورگ

تولیدکنندگان گچ نیز از گاز سوزانده شده حاصل از پالایشگاه نفت به عنوان سوخت استفاده می‌کند. گازهای فرار حاصل از احتراق زغال‌سنگ نیز در کارخانجات سیمان و زیرسازی جاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. دریاچه تیسو[۶۲] نیز به عنوان منبع تأمین آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمونه‌های دیگر استفاده کارآمد از مواد در مجتمع صنعتی کالوندبرگ می‌توان به استفاده از لجن کارخانه و پساب‌های حاصل از مزرعه پرورش ماهی برای تولید کودشیمیایی و مخلوط کردن مخمر مازاد حاصل از کارخانه نوودوریسک برای تغذیه خوک اشاره کرد.

توسعه مجتمع صنعتی کالوندبرگ در یک بازه زمانی طولانی (از سال ۱۹۶۰) صورت گرفته است. به دنبال آن دستورالعمل‌هایی در خصوص چگونگی تکامل زیست‌بوم صنعتی ارائه شد. اولین تمهیدات همبیشی[۶۳] (سود دوجانبه)[۶۴] استفاده از بخار حاصل از نیروگاه ASNAES بود. ابتدا بخار به پالایشگاه نفت استات اویل فروخته شد اما با توجه به حجم و مقدار بخار، تولید متمرکز بخار آغاز شد، در نتیجه در مرحله بعد بخار به خانه‌ها، گلخانه‌ها، کارخانه داروسازی و مزرعه پرورش ماهی نیز فروخته شد. نیاز به تولید برق پاک‌تر به جای سوزاندن زغال گوگرددار مزیت‌های زیادی را به همراه داشت. فعالیت واحد شتسشوی گچ برای حذف گوگرد در دودکش نیروگاه مقادیر بسیار زیادی سولفات کلیسم تولید می‌کرد که مورد نیاز کارخانه گچ تخته سیاه بود. همچنین مشخص شد که گاز پاک سوزانده شده پالایشگاه نفت می‌تواند جایگزین بخشی از زغال در نیروگاه تولید برق گردد که در نتیجه این جایگزینی میزان آلودگی کاهش یافت.

62- Tisso
63- Synergistic
64- Mutually advantageous

اجرای زیست‌بوم صنعتی به خوبی در کالندبورگ پیاده شد، زیرا ارتباط تنگاتنگی بین مدیران واحدهای مختلف و همچنین جامعه برقرار شد و شبکه‌ای از دانش و تخصص طی یک دوره طولانی انباشته و تکامل یافته است. هر شرکت براساس منافع خود عمل می‌کند و هیچ‌گونه طرح جامعی برای کل سیستم وجود ندارد. سازمان‌های نظارتی به جای برخوردهای قهری برای بهبود سیستم، از رویکرد مشارکتی بهره می‌گیرند. صنایعی که به این تفاهم‌نامه متعهد می‌شوند، سعی می‌کنند به نحو احسن فعالیت‌های خود را انجام دهند و از قابلیت‌های یکدیگر بهره گیرند. انتقال کالاهایی نظیر بخار یا لجن کود در مسافت‌های طولانی اقتصادی نیست، به همین دلیل بعد مسافت در چنین مجتمع‌هایی باید کوتاه و قابل مدیریت باشد.

از مهمترین دستاوردهای تجربه کالدنبورگ می توان موارد زیر را برشمرد:

- تمام قراردادها به نحو دو جانبه مورد گفتگو قرار گرفتند.
- قراردادها به گونه ای بین شرکت ها تنظیم می شود که برایشان سود حاصل شود.
- هر یک از طرفین برای به حداقل رساندن مخاطره حداکثر تلاش را بعمل می آورد.
- هر شرکت معاملات خود را بطور مستقل ارزشیابی می نماید. ارزشیابی کل سیستم از اقدامات وجود ندارد.
- واحد های صنعتی می بایست متفاوت از هم لکن متناسب با هم باشند.
- ترتیبات بین شرکتی می بایست از نظر تجاری صحیح و سود آور باشد.
- توسعه آن باید داوطلبانه و منطبق با مقررات باشد.
- برای اقتصاد حمل ونقل(گرما و بعضی از مواد)، فاصله کوتاه فیزیکی بین واحدها لازم است.
- در کالاندبورگ، مدیران در سطوح مختلف کارخانجات همدیگر را می شناسند و درک متقابلی از هم دارند.

۳.۴. گهواره تا گهواره

همانگونه که عنوان شد، اصطلاح گهواره تا گهواره به جای گهواره تا گور توسط والتر استاهل در واکنش به سیستم اقتصاد خطی مطرح شد، سپس مفهوم C2C ابتدا توسط یکی از معماران معروف با نام William McDonough و یکی از شیمی دانان با نام Michael Braungart در کتاب خود با نام گهواره تا گهواره: ملاحطاتی در خصوص روشی که ما کالا ها را می سازیم، بسط و توسعه داده شد. سپس این اصطلاح در کتابی دیگر با عنوان فراتر از پایداری- طراحی برای فراوانی را توسعه دادند. در این کتاب McDonough و Braungart روش نوینی را برای طراحی کالاها و فراتر از مفهوم کارآیی اکولوژیکی[۶۵]، که صرفا بر کاهش اثرات منفی فعالیت های انسانی بر محیط زیست تاکید دارد، مطرح کردند.

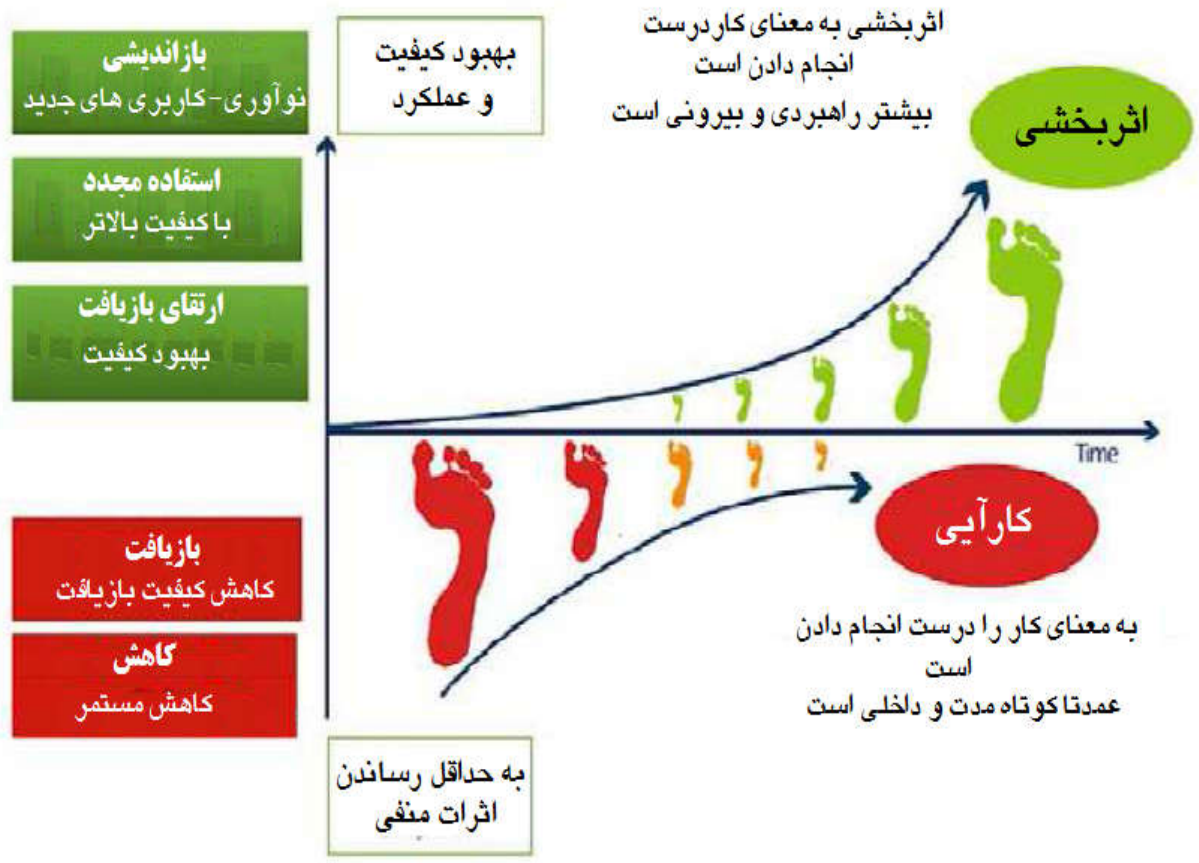
Braungart و همکاران نیز قابلیت های بالقوه راهبردهای کارآیی اکولوژیکی را در کوتاه مدت برای کاهش اثرات اکولوژیکی فعالیت های کسب و کار شناسایی کردند (صرفه جویی در هزینه و زمان)، اما آنان دریافتند که این سازوکارها و استراتژی ها برای رسیدن به اهداف در بلند مدت کافی نمی باشند. کارآیی اکولوژیکی در واقع دستیابی به ستانده بیشتر از میزان کمتری از مواد است. البته این به معنای این نسیت که هر چیزی مطلوبیت کمتری داشته باشد، به معنای بد بودن آن محصول است. برای مثال، یک خودرو می تواند از منظر کارآیی اکولوژیکی بالاتری داشته باشد (کاهش مصرف بنزین و کاهش انتشار دی اکسید کربن)، با این وجود این خودرو هنوز آلوده کننده است.

همچنین McDonough و Braungart عنوان کردند که بیشتر مواد موجود در محصولات و کالاها، که مواد قابل بازیافت را تشکیل می دهند، در نتیجه بازیافت کیفیت آنها کاهش پیدا می کند، زیرا چنین محصولاتی برای بازیافت طراحی نشده اند، به همین

65 . eco-efficiency

دلیلب در نتیجه بازیافت، کیفیت مواد موجود در آنها کاهش پیدا می کند و فقط برای استفاده در تجهیزات با ارزش افزوده پایین تر مناسب هستند. بنابراین راهبردهای کارآیی اکولوژی قادر به حل مشکلات در مبدا نمی باشد.

بر عکس در مفهوم اثربخش اکولوژیکی[۶۶] ، مفهوم زباله وجود ندارد و به همین دلیل بر گذار از کاهش کمیت اثرات منفی، و افزایش اثرات مثبت تاکید می شود. همانگونه که در شکل (۱۱) نشان داده شده است، اثربخشی به معنای کار درست انجام دادن است (تولید محصولات، خدمات و سیستم های درست به جای محصولات با اثرات منفی کمتر)، در حالیکه کارآیی به معنای کار را درست انجام دادن است. برای مثال در حالی که در راهبردهای کارآیی اکولوژیکی بر کاهش سمیت محصولات و کالاها با جایگزین کردن مواد سمی شناخته شده است، در اثربخشی اکولوژیکی بر کیفیت انتشار به جای کمیت ستانده ها تاکید می شود. به این ترتیب در رویکردهای اثربخشی اکولوژیکی بر کاهش اثرات منفی تاکید شده و هدف آن ایجاد رابطه مثبت و سازگار بین فعالیت های انسان و محیط زیست است. لذا هدف اثربخشی اکولوژیکی به حداقل رساندن جریان مواد از گهواره تا گور نیست، بلکه ایجاد متابولیسم (سوخت و ساز) دورانی و گهواره تا گهواره است که این کار باعث حفظ و نگه داشت مواد در وضعیت مناسب به عنوان منابع شده و باعث انباشت هوشمندی فرایندهای تولید در طول زمان می شود.



شکل۱۱. مسیر گذار از کاهش میزان اثرات منفی و افزایش اثرات مثبت

Source:Hansen, K., Mulhall, D. and Zils, M. (2014) LUXEMBOURG AS A KNOWLEDGE CAPITAL AND TESTING GROUND FOR THE CIRCULAR ECONOMY: National Roadmap for Positive Impacts. Tradition, Transition, Transformation, EPEA Internationale Umweltforschung GmbH.

66 . eco-effectiveness

دو نفر از صاحب نظران با نام McDonough و Braungart در کتاب خود سه اصل طراحی را مطرح می کنند که مبایی برای گذار از کارآیی اکولوژیکی به اثربخشی اکولوژیکی هستند. این اصول طراحی از ماهیت و متابولیسم زیستی الهام گرفته شده اند. این اصول شامل موارد زیر است:

- **پسماند به مثابه غذا:** در طبیعت هیچگونه پسماندی وجود ندارد. بر این اساس، در طراحی از گهواره تا گهواره (C2C)، همه مواد به منزله مواد مغذی فرض شده و از فرایندهای ایمن و متابولیسم زیستی طبیعی به عنوان مدل برای توسعه متابولیسم جریان مواد صنعتی پیروی می کنند (بنیاد الن مک آرتور، b ۲۰۱۷)[۶۷].

همانگونه که در شکل (۱۲) مشاهده می شود، اصل پسماند به منزله غذا (ماده خام) ناظر بر همه محصولات و فرایندهای صنعتی است که باید به گونه ای طراحی شود که جریان مستمری از مواد مغذی در یکی از دو متابولیسم خاص (متابولیسم زیستی و متابولیسم فنی یا تکنیکی) انجام شود (چرخه ها).

در طراحی گهواره تا گهواره (C2C) بین دو نوع از محصولات تمایز وجود دارد که این تمایز به استفاده های آنها از جمله محصولات برای مصرف و محصولات برای خدمات بستگی دارد.



شکل ۱۲. تمایز بین چرخه های زیستی و فنی در طراحی از گهواره تا گهواره

Source: Wautelet ,Thibaut (2018), The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution, Working Paper,avalable at: https://www.researchgate.net/publication/322555840

67 . Ellen MacArthur Foundation (2017b) Cradle to Cradle in a Circular Economy - Products and Systems [Online]. Available at https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/cradle2cradle (Accessed 18 November 2017).

از یک سو، محصولات برای مصرف (مصرف در طی چرخه حیات آن، برای مثال در نتیجه تخریب و خوردگی و سایش) ممکن است در سیستم های طبیعی به پایان برسد و به همین دلیل این محصولات باید به گونه ای طراحی شوند تا به صورت ایمن و مطمئن به محیط طبیعی بازگردند و در صورت امکان باید اثرات مثبت بر محیط زیست داشته باشند.

از نمونه های این محصولات می توان به پارچه، پدال ترمز خودرو، زیره کفش و محصولات مشابه اشاره کرد. به همین دلیل، محصولات مصرفی باید از مواد قابل تجزیه زیستی ساخته شوند (برای مثال مواد با پایه طبیعی یا مواد با پایه گیاهی). زیرا چنین موادی پس از مصرف می توانند مورد استفاده سیستم ها و جانداران زنده قرار گرفته و این مواد وارد چرخه های زیستی شوند. برای مثال، صابون پس از مصرف در نهایت وارد منابع اب می شود، لذا باید به گونه ای طراحی و تولید شود تا به جای الوده کردن آب باعث بهبود کیفیت آن شود.

از سوی دیگر، مواد مغذی (مواد اولیه برای تولید)، مواد انسان ساخت هستند (مواد سنتز شده یا مواد معدنی) که باتید در یک سیستم حلقوی بسته [۶۸]ساخت، بازیافت و استفاده مجدد (متابولیسم تکنیکی) بدون آلوده کردن محیط زیست به گردش درآیند.

در این خ صوص، بهترین ا ستراتژی حفظ و تداوم جریان مواد مغذی در چرخه فنی، به منظور فروش مح صولات و خدمات ا ست، زیرا این کار این امکان را برای تولید کنندگان فراهم می کند تا مواد را بازگردانده و آنها را دوباره به چرخه فنی بازگردانند.

علاوه بر این، اســتراتژی محصــول خدمات منافع دوجانبه ای را برای تولید کنندگان و مشــتریان فرذاهم می کند. بر این اســاس، همانگونه که بنگاه های مالکیت مح صولات را حفظ می کنند، ت شویق می شوند تا مح صولاتی با کیفیت بالا طراحی کنند که بادوام بوده و ب سادگی قابل بازتولید ه ستند، بنابر این می توانند ارزش خود را در بالاترین سطح از طریق چرخه های حیات مح صول حفظ نمایند. همچنین، این ســازوکار، انگیزه های لازم را برای تایم بهترین محصــولات و کالاها فراهم می کند، زیرا هر چقدر نیازهای مشتریان بهتر تامین شود، احتمال اینکه مشتریان دائمی پس از پایان دوره خدمات بشوند، بیشتر است. این سیستم مشتریان را قادر می سازد تا به محصولاتی با کیفیت بالاتر و ارزان تر دسترسی داشته باشند.

- **ا ستفاده از انرژی ورودی خور شیدی**: موجودات زنده برای بقا از انرژی خور شیدی ا ستفاده می کنند. بر ا ساس ا صل دوم از گهواره تا گهواره (C2C) تولید محصولات باید باید بر اساس انرژی موجود در زمین صورت گیرد. McDonough و Braungart بر این باور هســتند که انرژی کافی برای تولید محصــولات گوناگون با اســتفاده از منابع تجدید پذیر (مانند انرژی جنب شی باد، زی ست توده، زمین گرمایی و غیره) برای تامین نیازهای انرژی فرایندهای صنعتی و خانوارها وجود دارد. در اســتراتژی های کارآیی اکولوژیکی بر کاهش مصــرف انرژی محصــولات و فرایندها تاکید می شــود، در حالیکه در اثربخشـــی اکولوژیکی بر کیفیت انرژی (نه کمیت) از طریق تامین انرژی از منابع تجدید پذیر تاکید می گردد.
- **تنوع بخشی:** سیستم ها و فرایندهای طبیعی در نتیجه تنوع تکامل یافته اند. این قابلیت به این سیستم ها امکان می دهد تا نســبت به تکانه ها و تنش ها تاب آور شــوند. در چارچوب رویکرد از گهواره تا گهواره (C2C)، این تنوع نه تنها شامل تنوع زی ستی ا ست، بلکه تنوع اجتماعی و فرهنگی را نیز شامل می شود. بر این ا ساس، هدف طراحی گهواره تا گهواره (C2C) ارایه راهکارهای تلفیقی اســت که در آن عادات اجتماعی – فرهنگی محلی را با مصــرف مواد موجود در محل تلفیق می نماید.

به این ترتیب مفهوم گهواره تا گهواره با ا ستقبال ب سیار زیادی در میان طیف گ سترده ای از ک سب و کارهای بزرگ مانند ,Desso، DSM و Nike برخوردار شده ا ست، که به دنبال آن ا صول طراحی گهواره تا گهواره (C2C) در برخی از مح صولات و فرایندهای صنعتی آن اجرا شده ا ست. علاوه بر این، ا صول گهواره تا گهواره (C2C) نقش به مهمی در

68 . closed-loop system

توصیف و نهادینه کردن مفهوم اقتصاد گردشی که توسط بنیاد الن مک آرتور مطرح شد، داشته است. به عنوان یک اصل مهم، تمایز بین مواد مغذی فنی (تکنیکی) و زیستی کلید اصلی چارچوب و رویکرد اقتصاد چرخشی است که توسط EMF توسعه داده شد. علاوه بر این، تاکید بر انرژی های تجدید پذیر و افزایش تنوع اصول کلیدی اقتصاد چرخشی محسوب می شوند.

۴.۴ اقتصاد کارآمدی (اقتصاد مبتنی بر عملکرد)

معمار سوئیسی والتر ساتهل و تحلیلگر صنعتی برای نخستین بار مفهوم اقتصاد کارآمدی را در یک مقاله پژوهشی با عنوان قابلیت های بالقوه جایگزینی نیروی کار برای انرژی مطرح کرد. این پژوهش از سوی کمیسیون اروپا در سال ۱۹۷۶ به این تحلیل گر سفارش داده شده بود.

در این مطالع بر ساخت خودرو و تحلیل جایگزینی نیروی کار به جای انرژی تاکید شده بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در سطح اقتصاد کلانریال سه چهارم انرژی در فعالیت های معدن کاری و تولید مواد پایه مصرف می شود، در حالی که یک چهارم در ساخت و تولید کالاها از مواد پایه مصرف می گردد.

نسبت های معکوس برای نیروی کار بدست آمد. در این خصوص، افزایش طول عمر محصول بهترین استراتژی برای جایگزین کردن نیروی کار برای انرژی است، زیرا این فعالیت ها در مقایسه با ساخت و تولید نیروی انسانی بیشتری نیاز دارند.

بر این اساس، ساتهل و Reday-Mulvey [۶۹] استدلال کردند که هر اقتصادی با حلقه های بسته از استفاده مجدد، تعمیر و ساخت مجدد کالاها در فرایند تولید کالاهای جدید سود می برد که این کار اثرات مثبتی از منظر ایجاد شغل، رقابت اقتصادی، صرفه جویی در منابع و جلوگیری از تولید پسماندها به همراه دارد.

این گزارش به عنوان اولین مطرح کننده ایده و نظریه رویکرد اقتصاد چرخشی شناخته می شود، در سپس در کتاب ساتهل با عنوان اقتصاد کارآمدی بسط و توسعه داده شد. در این کتاب، ساتهل اقتصاد کارآمدی را به عنوان مجموعه ای از استراتژی ها برای رویارویی با کاستی های اقتصاد صنعتی موجود ارایه کرد که مشخصه و ویژگی اصلی آن ترکیبی از مصرف زیاد منابع به همراه تولید حجم زیادی از پسماندها، به همراه افزایش بدهی های عمومی، بیکاری مداوم و رشد اقتصادی کند است.

به این ترتیب، ساتهل (۲۰۱۰)[۷۰]، اقتصاد کارآمدی را برای گذار در تفکر اقتصادی از **"کار را در ست انجام دادن**[۷۱] " به **"کار در ست انجام دادن**[۷۲] " را مطرح کرد. کار در ست انجام دادن بر رویکردهای حل مسائل (برای مثال تولید پسماندها، مواد سمی) با هدف کاهش اثرات زیست محیطی تاکید دارد. چنین رویکردهایی به توسعه راهکارهای پایان فرایند[۷۳] (برای مثال، فناوری های پاک، فرایندهای بازیافت و راهکارهای مبتنی بر طراحی سازگار با محیط زیست) منتهی شد که لزوما نمی تواند مسائل را در مبداء حل نمایند. گرچه فناوری های اقتصاد سبز میزان تولید پسماندها را از طریق بازیافت کارآمدتر کاهش داده اند، اما ساتهل به این رویکرد به دلیل فقدان راهکارهای نظام مند، که می توانست پتانسیل اجتماعی بیشتری برای ثروت و ایجاد اشتغال فراهم کند، انتقاد داشت. بر عکس در رویکرد کارآمدی اقتصادی بر کار در ست انجام دادن از طریق استفاده کارآمد از منابع و توسعه راهکارها و مدل های کسب و کار تولید تاکید دارد. با بهره گیری از علوم و فرصت های بسط و توسعه کارآمدی، هدف اصلی این دو استراتژی ایجاد و خلق ثروت از منابع به موازات ایجاد شغل محلی است.

---

69 . Stahel, W. R. and Reday-Mulvey, G. (1981) Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy, Vantage Press.

70 . Stahel, W. R. (2010) The performance economy, 2nd edn, Basingstoke, Palgrave Macmillan.

71 . doing things right

72. doing the right things

73 . end-of-pipe solutions

۴،۴،۱ اقتصاد با حلقه بسته

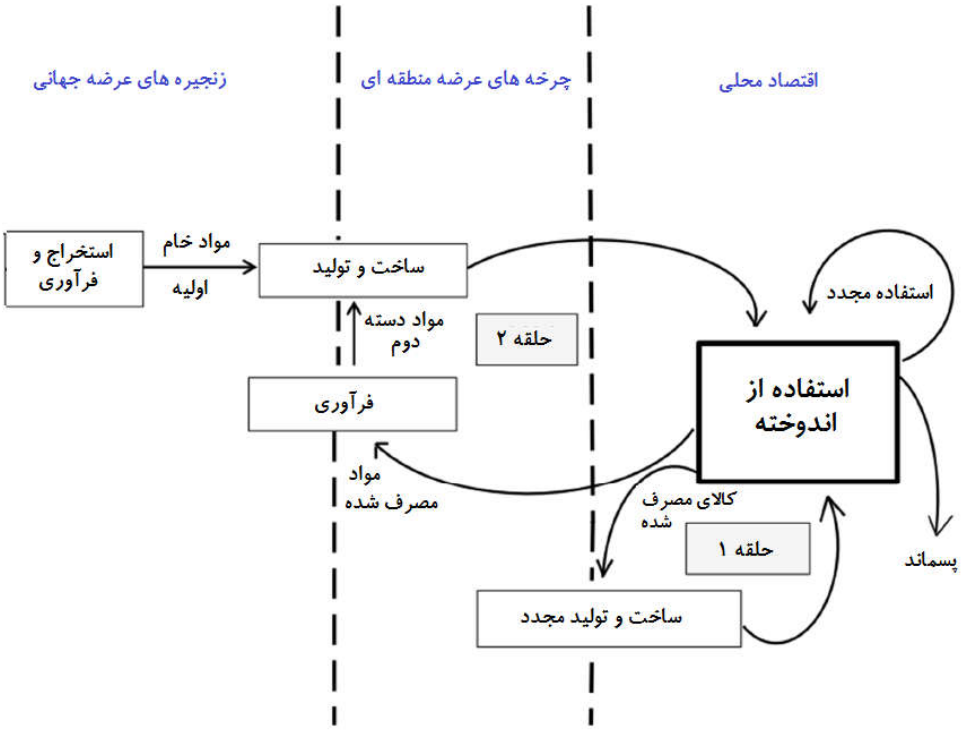
گرچه بیشتر کسب و کارها در اقتصاد صنعتی موجود بر مدیریت جریان ها در ۲۰۰ سال گذشته تاکید داشته اند، لذا گذار به سوی اقتصاد کارآمدی مستلزم تغیر از مدیریت جریان منابع به مدیریت بهینه سازی اندوخته [۷۴]، و همچنین گذار از ارزش افزوده به حفظ ارزش و نگه داری است. این تحول بر فرصت های باز در سه حلقه با ویژگی های متفاوت، و همچنین اثرات جغرافیایی مختلف تاکید دارد که این موضوع در شکل (۳) نشان داده شده است.

حلقه استفاده مجدد: این حلقه شامل بازارهای محصولات دسته دوم (فرش گاراژی و کهنه فروشی تا فروش قطعات الکتونیکی و سایر محصولات مستعمل)، کالاهای تجارزی دسته دوم (مانند قوطی های نو شابه، فروش دوباره لباس دست دوم) است. این محصولات معمولا در سطح محلی دوباره خرید و فروش می شوند.

حلقه ۱: ساخت دوباره: این حلقه شامل فعالیت های مانند تعمیر، ساخت دوباره و ارتقای کالا است که معمولا در سطح محلی یا مراکز خدمات منطقه ای انجام می شود.

حلقه ۲: بازیافت: این حلقه شامل فعالیت های فرآوری مجدد است که در آن مواد دست دوم برای استفاده و ساخت محصولات جدید فرآوری می شوند (برای مثال، بازیافت کاغذ و پلاستیک). این فعالیت ها ممکن است در سطح منطقه ای به عنوان بخشی از سیستم عرضه جهانی انجام شود.

همانگونه که در شکل (۱۳) نشان داده شده است، برخی محصولات و مواد در پایان عمر خود ممکن است در تجهیزات خاص با کیفیت پایین تر یا در سایر مراحل بازیافت، از جمله برای بازیابی انرژی مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۱۳. حلقه های اصلی اقتصاد چرخشی

Source: Stahel, W. R. and Clift, R. (2016) 'Stocks and Flows in the Performance Economy', in Clift, R.and Druckman, A. (eds) *Taking Stock of Industrial Ecology,* Cham, Springer International Publishing, pp. 137–158.

74 . stock optimization

اصول اقتصاد کارآمدی شامل موارد زیر است:

۱. هر چقدر حلقه کوچک تر باشد (فعالیت عاقلانه[۷۵])، سود آوری و کارآیی منابع بیشتر است. فعالیت علاقلانه یعنی محصولی که شکسته نشده است را نباید تعمیر کرد، یا محصولی که قابل تعمیر است، مجددا باز سازی نشود، چیزی که دوباره می توان آن را ساخت، بازیافت نشود. لذا حلقه های کوچکتر (استفاده مجدد، تعمیر و ساخت مجدد) بهتر است در سطح محلی و منطقه ای انجام شود.

۲. حلقه ها آغاز و پایانی ندارند. مفهوم حفظ ارزش، کیفیت و عملکرد کالاها از طریق مدیریت اندوخته با مفهوم ارزش افزوده در اقتصاد خطی جایگزین می شود (ساتهل ۲۰۱۳). در اقتصاد خطی مسئولیت برای کالاها در نقطه فروش متوقف می شود، در حالی که در اقتصاد کارآمدی، کسب کار بر حفظ و تداوم ارزش کالاها در طول عمر مفید آنها تاکید می شود. به همین دلیل، تصور ارزش افزوده تا نقطه فروش و استهلاک پس از نقطه فروش در رویکرد اقتصاد کارآیی وجود ندارد.

۳. سرعت جریان های چرخه ای بسیار حائز اهمیت است: کارآیی مدیریت موجودی با کاهش سرعت جریان مواد، افزایش پیدا می کند. برای مثال، بازیافت مواد با عمر مفید کوتاه مانند قوطی های نوشابه باعث افزایش جریان های چرخه ای و کاهش اندوخته مواد می شود (برای مثال، ۵۰ درصد مواد اولیه در چرخه اول بازیافت می شوند، ۲۵ درصد در چرخه دوم، ۱۲,۵ درصد در چرخه سوم و ...). در چنین مواردی، استفاده از بطری های شیشه ای می تواند سرعت جریان مواد را کاهش دهد.

۴. مالکیت مستمر مقرون به صرفه است: استفاده مجدد، تعمیر و ساخت مجدد بدون تغییر مالکیت باعث صرفه جویی دو برابری هزینه های مبادله[۷۶] می شود. برای مثال، کارخانه تولید لاستیک Michelin قرار داد پرداخت به ازای هر کیلومتر با ناوگان حمل و نقل کامیون داران منعقد کرده است. این مدل کارآمدی کسب و کار آنان را قادر می سازد در هزینه های مبادله از طریق افزایش روشک کردن و نگه داری بهتر لاستیک صرفه جویی کرده و از این طریق سود خود را افزایش دهند.

۵. اقتصاد کارآمدی به کارکرد بازارها نیاز دارد. در این زمینه، اقتصاد کارآمدی تفاوتی با اقتصاد صنعتی ندارد. این اقتصاد به بازار کارآمدی نیاز دارد که در آن عرضه و تقضا بتوانند نیازها را برآورده سازند.

۴.۴.۲ فروش عملکرد به جای محصول

برای گذار به کارآمدی اقتصادی، استاهل بر تحول از مدل های کسب و کار صنعتی سنتی به مدل های خلاقانه تاکید دارد. در این مدل ها بر تلفیق و یکپارچه سازی محصولات و خدمات بر راهکارهای دو سر برد برای ایجاد ثروت و اشتغال به موازات مصرف کمتر منبع و همچنین ایجاد انگیزه برای درونی سازی هزینه های ریسک و پسماندها[۷۷] تاکید می کند.

از مثال های مدل فروش عملکرد مبی توان به جریمه ها اشاره کرد. برای مثال می توان به خدمات لاستیک خودرو شرکت Michelin (پرداخت به ازای هر کیلومتر)، شرکت لیزینگ توربین Rolls-Royce (انرژی به ازای هر ساعت)، شرکت تجهیزات اداری Xerox (پرداخت به ازای کپی) و غیره اشاره کرد. این مدل های کسب و کار جدید اغلب بر اقتصاد مبتنی برخدمات کارکردی تاکید دارد. این مدل ها امکان جدایی گردش مالی و سود را از مصرف منابع و حجم تولید امکان پذیر می سازد.

ساتهل بر این باور است که فروش کالاها به عنوان خدمات یا عملکرد سودآور تر بوده و از منظر مدل کسب و کار کارآمدتری از

75 . Activity-wise
76 . transaction costs
77 . internalize the costs of risk and waste

منظر مصرف منابع در اقتصاد چرخشی است. در اقتصاد خطی، مسئولیت کالاها در درب کارخانه به پایان می رسد و به همین دلیل مسئله پسماندها مشکل فرد ثالث است (همچنین هزینه ها). به عبارت دیگر تولید کننده کالا مسئولیتی در قبال حفظ کیفیت محصولات در طول عمر مفید آن ندارد (پس از انقضای دوره ضمانت) و به همین دلیل مشتری نهایی باید مراقب محصول تا پایان عمر مفید آن باشد. بر عکس در مدل اقتصاد کارآمدی کسب و کار، حفظ مالکیت محصول و مسئولیت کالا یا محصول در طول عمر مفید محصول بر عهده تولید کننده است.

بر این اساس، فروش عملکرد به معنای درونی کردن هزینه های ریسک و پسماندها است. در نتیجه، این سازوکار انگیزه های اقتصادی را برای قبول مسئولیت پس از فروش در تولید کنندگان بوجود می آورد. علاوه بر این، وقتی که قیمت به ازای هر واحد خدمات بر حسب قراردادی ثابت فرض شود، در این صورت انگیزه های لازم در بنگاه ها برای کاهش مصرف منابع، جلوگیری از خسارات و تولید پسماندها در هنگام ساخت محصولات و همچنین طراحی محصولات و تولید محصولات با دوام تر و قابل بازیافت تر ایجاد می شود. همچنین، حس مالکیت بر محصول و همچنین منابع موجود در آنها، باعث می شود تا بنگاه ها از امنیت تامین منابع در آینده و همچنین تضمین قیمت آنها در آینده اطمینان حاصل کنند که این موضوع باعث می شود مزیت رقابتی بیشتری از نظر هزینه در زمان افزایش قیمت منابع برخوردار شوند.

علاوه بر منافع اقتصادی و ارتقای کارآیی مواد، ساتهل تاکید می کند که کارآمدی اقتصادی باعث افزایش ایجاد اشتغال در اقتصاد منطقه ای می شود. فعالیت های استفاده مجدد، تعمیر و ساخت مجدد در اقتصاد کارآمدی (حلقه ۱) به انرژی کمتر و نیروی انسانی بیشتری نیاز دارد، که این پدیده باعث ایجاد اشتغال بیشتر با صرف انرژی کمتر می شود. به منظور توسعه و تعمیم مدل اقتصادی مبتنی بر عملکرد، ساتهل بر اجرای سیاست های مالیاتی پایدار تاکید می کند که در آن بر مالیات بر مصرف کالاهای غیرقابل تجدید به جای مالیات بر نیروی کار تاکید می کند (تغییر جهت مالیاتی).

هر چند اقتصاد با حلقه بسته اغلب مترادف اقتصاد مبتنی بر عملکرد (کارآمدی) مورد استفاده قرار می گیرد، اما ساتهل برای اقتصاد چرخه ای از اصطلاح اقتصاد دریاچه (متضاد با اقتصاد رودخانه که نماد جریان پیوسته در اقتصاد خطی) استفاده می کند. هر چند هم اقتصاد مبتنی بر عملکرد و هم اقتصاد چرخه ای مدل های کسب و کار فروش عملکرد را توسعه می دهند(برای مثال کالاها به عنوان خدمات)، ساتهل بر این باور است که این دو رویکرد از منظر اولویت ها با یکدیگر تفاوت دارند. اقتصاد دریاچه ای بر حفظ و نگهداشت موجود و اقتصاد مبتنی بر عملکرد بر حداکثر کردن حجم حاصل از مصرف موجودی ها تاکید دارد.

در اقتصاد چرخه ای، کسب و کار فروش عملکرد بر مدیریت موجودی ها تاکید می شود. در این رویکرد، بنگاه ها بر مالکیت محصولات و حفظ ارزش محصولات (تعمیر و ساخت مجدد) توجه دارند که ممکن است توسط بنگاه های خدماتی مستقل انجام شود.

۵. اقتصاد آبی

اقتصاد آبی، پارادایم جدیدی است که پاسخ گویی به تمامی نیازها با استفاده از منابع محدود فعلی را میسر می داند. به عبارت دیگر اقتصاد آبی رویکردی جدید در طراحی کسب و کار می باشد: استفاده از منابع در دسترس و موجود در سیستم هایی که به صورت حلقه های یک زنجیر به یکدیگر متصل می باشند و تبدیل خروجی ضایعات یک محصول به ورودی خلق یک یا چند جریان نقدینگی جدید برای کسب و کار.

اقتصاد آبی رویکردی با منبع باز است که با هدف ایجاد انگیزه در کارآفرینان برای تغییر قواعد بازی و اجرای مدل های کسب و کار خلاقانه در پاسخ به نیازهای پایه همه اقشار جامعه که در محل وجود دارند، مطرح شده است. همانگونه که گانتر پائولی[۷۸] یکی از طرفداران اقتصاد عنوان کرده است، اقتصاد آبی بهترین و ارزان ترین راهکار برای محیط زیست و سلامت جامعه است که عمدتا متکی بر تولید بر اساس منابع مجود و محلی است.

مدل کسب و کار خلاقانه و رقابت دو ویژگی کلیدی اقتصاد آبی قلمداد می شوند. بر این اساس در اقتصاد آبی، مدل های کسب و کار پیشران کلیدی برای رقابت محصولات و خدمات در بازار به منظور پاسخ به نیازهای اساسی و همچنین ایجاد سرمایه های اجتماعی و طبیعی قلمداد می شوند.

با حمایت سازمان ملل متحد، پائولی در سال ۱۹۹۴ بنیاد ZERI (پژوهش ها و نوآوری های انتشار صفر)[۷۹] را بنا نهاد که هدف آن توسعه و گسترش فلسفه استفاده از داشته هایمان[۸۰] است. پائولی در پروژه ای با حمایت بنیاد ZERI در سال ۲۰۰۴ با کمک متخصصان مالی، اتراتژیست های کسب و کار، سیاست گذاران و دانشگاهیان فهرستی از ۳۴۰ فناوری در زمینه ۱۰۰ نوآوری را تهیه کرد. این نوآوری ها از توانایی زیست بوم های طبیعی الهام گرفته شده بودند که همواره به سطوح بالاتری از کارآیی برای جذب مواد مغذی و انرژی، استفاده موثر از پسماندها، استفاده از ظرفیت های همه اجزای اکوسیستم ها و پاسخ به نیازهای همه اجزا تکامل پیدا کرده بودند (پائولی، ۲۰۱۰)[۸۱].

گرچه فلسفه اقتصاد آبی در سال ۱۹۹۴ در کتاب پائولی معرفی شد اما با گردآوری ۱۰۰ مطالعه موردی کامل و موثق، ابزارهای کلیدی برای توسعه مفهوم اقتصاد آبی و تبیین آن در اختیار محققان قرار گرفت که امکان تولید درآمدها و اشتغال بیشتر و رقابت بهتر را در بازارهای جهانی فراهم کرد.

مفهوم اقتصاد آبی بر ۲۱ اصول بنیادی وابسته است که از طبیعت و زیست بوم ها الهام گرفته شده است (برای مثال، فرض پسماند معادل غذا). این اصول از پایگاه اطلاعاتی http://www.theblueeconomy.org/principles.html قابل دسترس می باشد.

ایده اصلی اقتصاد آبی بر مواد مغذی و انرژی تکیه دارد که به صورت محلی در دسترس قرار دارند.

پائولی اقتصاد آبی را به عنوان یک مدل اقتصادی جدید مطرح کرد که نقطه عزیمت از مدل های اقتصادی موجود، یعنی اقتصاد قرمز، و از اقتصاد نوظهور، یعنی اقتصاد سبز است. اقتصاد قرمز به کارآفرینان و صنایعی اشاره دارد که عموما بر یک کسب و کار کلیدی یا محصول خاص تاکید می کنند. موفقیت رویکردهای سنتی اقتصادی بر کاهش هزینه های تولید وابسته است که مستلزم

78. Gunter Pauli
79 . Zero Emissions Research and Initiatives
80 . using what you have
81. Pauli, G. A. (2010) *The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*, Taos NM, Paradigm Publications

صرفه های اقتصادی نا شی از تولید جهت د ستیابی به حداقل هزینه های نهایی، کاهش هزینه های نیروی کار و ا ستفاده از ربات ها جهت افزایش تولید با هزینه های کمتر اســت. چنین رویکردی بر اســتفاده نامناســب از منابع طبیعی و ایجاد آثار و پیامدهای منفی اجتماعی و زی ست محیطی وابسته ا ست. گذار از اقت صاد قرمز، یعنی اقت صاد سبز بر مدل های ک سب و کار نوظهور دلالت دارد که فناوری های سبز و سازگار با محیط زیست، انرژی های تجدیدپذیر و مواد زیستی را توسعه می دهد. پائولی از این رویکرد به دو دلیل ا صلی انتقاد دا شت. این رویکرد (اقت صاد قرمز) از روش های نظامندی پیروی نمی کنند و هزینه های آنها ب سیار زیاد ا ست. اقت صاد ســبز نیز فقط بر یک مزیت ســاده بدون توجه به نگاهی جهانی و قابلیت های بالقوه ســوء آنها تاکید می نماید. به عنوان مثال، پائولی اغلب به صــابون های با قابلیت تجزیه پذیری زیســتی اشــاره می کند که از روغن نخل بدســت می آیند که تولید آنها باعث تخریب جنگل های بکر در اندونزی می شود. علاوه بر این، تولید فناوری های سبز و مواد زیستی مستلزم سرمایه گذاری های زیاد و اعطای یارانه های دولتی است و از سوی دیگر محصولات سازگار با محیط زیست عموما برای مستریان گران تر هستند. برای مثال، سرمایه گذاری ها در انرژی خورشیدی به شدت به یارانه های دولتی وابسته هستند که باید از طریق مالیات ها تامین شوند. برخلاف اقتصاد قرمز و اقتصاد سبز، اقتصاد آبی بر مدل های کسب و کار خلاقانه وابسته است که باعث احیاء و بازیابی محیط زیست شده و اشتغال بیشتری ایجاد می کند و باعث افزایش مهارت و تولید محصولاتی با کیفیت بالاتر و ارزان تر می شود.

در نتیجه اتخاذ پارادایم اقت صاد آبی، ده ها میلیون فر صت شغلی جدید در سرا سر جهان می تواند ایجاد شود، درآمدها افزایش پیدا می کند، و برای جامعه ثروت تولید می شود و این در حالی ا ست که محیط زی ست، بیش از این فر سوده و آلوده نمی شود. در واقع با حرکت به سمت اقتصاد آبی، به دلیل ایجاد انگیزه های لازم خلاقیت و نوآوری افزایش پیدا می کند، اقتصاد محلی توسعه پیدا می کند و فرایندهای تولید با محیط زیست سازگارتر می شوند.

۶. الگوبرداری زیستی ۸

الگو برداری زیستی رشته جدیدی را توصیف می کند که از بهترین ایده های موجود در طبیعت اقتباس کرد و سپس از آنها برای ارایه راهکارهای خلاقانه و پایدار در جامعه الگوبرداری می کند[۸۳]. با الهام و الگوبرداری فناوری های و سیستم های طبیعی از طبیعت، هدف اصلی الگوبرداری زیستی تلاش دستیابی به اهداف پایداری است. الگو برداری زیست توسط Janine Benyus در کتابی با عنوان الگوبرداری زیستی: نوآوری خلاقانه الهام گرفته شده از طبیعت[۸۴] که در سال ۱۹۹۷ توسط او منتشر شد، مطرح کرد.

ایده و ستون فقرات این مفهوم این است که طبیعت بسیاری از معضلات و مشکلاتی که ما با آنها دست به گریبان هستیم (مانند انرژی، تولید غذا، کنترل های اقلیمی و غیره) را قبلا حل کرده است. از آنجایی که موجودات زنده در نتیجه تکامل در یک بازه زمانی بسیار طولانی و در نتیجه انتخاب طبیعی کاملا مواد و ساختارهای تطابق یافته ای را بوجود آورده اند، در نتیجه، رویکرد الگوبرداری زیستی در صدد یادگیری و الگوبرداری از این فرایند تکاملی چند میلیون ساله است. شالوده الگوبرداری زیستی مبتنی بر سه اصل کلیدی به شرح زیر است:

- **طبیعت به منزله مدل** : رویکرد الگوبرداری زیستی به مناسبات و شکل طبیعت، فرایندها و زیست بوم های زنده به عنوان منبع الهام و الگوبرداری برای ارایه راهکارهای طراحی خلاقانه برای تولید محصولات و ایجاد سیستم های صنعتی نگاه می کند. این تفکر از طبیعت در تمامی مقیاس برای حل و فصل مشکلاتی که توسط طبیعت حل و فصل شده است، الهام می گیرد. برای مثال، برای مثال مطالعه و بررسی برگ یک درخت می تواند به توسعه بهتر سلول های خورشیدی کمک کند. از کلنی حشراتنی مانند موریانه ها می توان برای ساخت ساختمان ها برای تهویه طبیعی و گرمایش توسط خورشید الهام گرفت.
- **طبیعت به منزله یک واحد سنجش:** استفاده از استانداردهای اکولوژیکی برای ارزیابی پایداری نوآوری ها و طراحی ها
- **طبیعت به منزله پایشگر:** طبیعیت صرفا آن چیزی نیست که ما مواد را از آن استخراج و برداشت می کنیم، بلکه طبیعت ، پدیده ای است که ما می توانیم چیزهای زیادی از آن بیاموزیم. بنوس (۱۹۹۷)[۸۵] در کتاب خود پارادایمی برای گذار از یاد گیری درباره طبیعت به یاد گیری از طبیعت به عنوان راهی برای رویارویی با مشکلات انسانی را مطرح می کند.

علاوه بر این، بنوس بر اهمیت تفکر و نگرش سیستمی برای طراحی راهکارهای مبتنی بر الهام از طبیعی برای حل مشکلات تاکید می کند. همچنین، باید توجه کرد که همه فرایندها در طبیعت با انرژی پایین انجام می شود و مواد به کارآمدترین شکل مورد استفاده قرار گرفته و تمامی فرایندها در دمای معمولی روی می دهند. بنابراین، اتخاذ رویکرد الگوبرداری زیستی می تواند به بنگاه ها کمک کند تا فناوری ها، فرایندها و سیستم های خلاقانه ای را ابداع نمایند، که از منظر مصرف انرژی و مواد کارآمدتر بوده و مواد سمی کمتری تولید می کنند و از سوی دیگر نیز باعث صرفه جویی هزینه های بنگاه ها شده و به آنان کمک می کند تا تاب آورتر شوند. علاوه بر منافع حاصل از پایداری، راهکارهای مبتنی بر طبیعت، بنگاه ها را قادر می سازد تولید بیشتری با هزینه های کمتر داشته باشند و از این طریق سودشان را افزایش دهند.

82 . Biomimicry

83 . Biomimicry 3.8 (2016) A conversation with author Janine Benyus [Online]. Available at https://biomimicry.net/the-buzz/resources/conversation-author-janine-benyus/ (Accessed 22 August 2017).

84 . Biomimicry: Innovation inspired by Nature

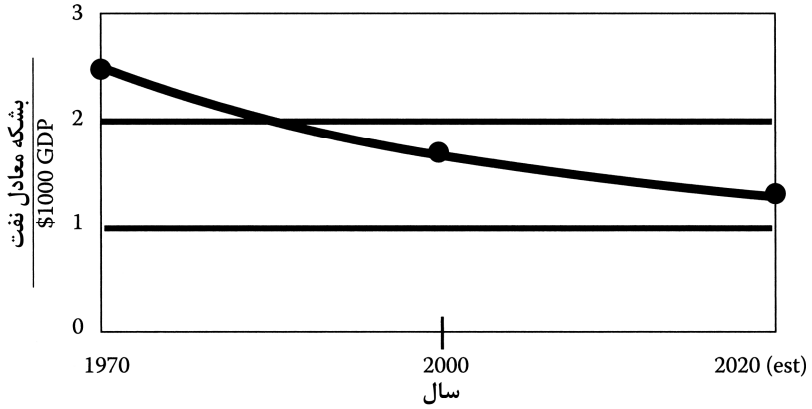
85 . Benyus, J. M. (1997) Biomimicry: Innovation inspired by nature, New York, Morrow.

سرانجام، اقتصاد چرخشی به منزله کاربرد و الگوبرداری در سطح یک زیست بوم است. به این ترتیب بر اساس تعریف الگوبرداری زیستی، هدف آن توسعه نوآوری و خلاقیت ها با الهام و الگوبرداری از طبیعت است. در طبیعت هیچ پسماندی وجود ندارد. در حقیقت در زیست بوم های طبیعی، چیزی به نام پسماند وجود ندارد، زیرا پسماند هر جانداری به عنوان غذای جاندار دیگر قلمداد می شود و به همین دلیل مواد در این زیست بوم به صورت مستمر به گردش در می آیند، بدون اینکه باعث آلودگی زیست بوم ها شوند. افزون براین، به مانند مفهوم اقتصاد گردشی، الگوبرداری زیستی را می توان به عنوان نگرش و دیدگاهی جدید قلمداد کرد که به صورت بنیادی روش ما را برای کسب و کارها تغییر می دهد. این نگرش پیشنهاد می کند که رابطه ما با محیط زیست باید به صورت بنیادی تغییر کند، به همین دلیل زیست بوم های صنعتی باید به مانند یک جنگل عمل کنند.

۷. اقتصاد اتمی [۸]

یکی دیگر از رویکردهای اقتصادی که در چارچوب اقتصاد سبز و در بستر شیمی محیط زیست شکل گرفته است، اقتصاد اتمی است. در واقع اقتصاد اتمی یکی از جنبه‌های کلیدی شیمی سنتزی سبز، است. در سنتز سنتی مواد، سود بیشتر زمانی به‌دست می‌آید که واکنش کامل شود. اما حتی با وجود سود ۱۰۰ درصد، محصولات جانبی که معمولا بر اثر واکنش‌های شیمیایی تولید می شوند، پسماند به شمار می‌آیند، به همین علت دفع آن‌ها می‌تواند مشکلاتی را به‌وجود آورد. منظور از اقتصاد اتمی، آن کسر از اتم‌های واکنش‌گرها هستند که وارد محصول نهایی می‌شود. به‌طور آرمانی، اگر همه موادی که وارد فرایند سنتز می‌شوند، به محصول نهایی تبدیل شوند، در این صورت این اقتصاد، به اقتصاد اتمی ۱۰۰ درصدی خواهد انجامید.

کارآیی مصرف انرژی رابطه مستقیم و معنی داری با استانداردهای اقتصادی دارد. شکل (۱۴) نسبت انرژی مصرفی به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی را در کشورهای صنعتی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، کاهشی مستمر و نسبتاً مطلوبی در نسبت انرژی موردنیاز به ازای هر واحد تولید محصول، به‌دست آمده است. در حالی‌که در سال ۲۰۰۰، حدود ۱,۷ بشکه معادل نفت خام برای تولید ۱۰۰۰ دلار تولید ناخالص داخلی در کشورهای صنعتی موردنیاز بود، رقم مشابه برای کشورهای در حال توسعه که فاقد فناوری‌های پیشرفته برای استفاده کارآمد از انرژی هستند، این عدد برابر ۵/۲ بشکه معادل نفت خام یا سه برابر کشورهای صنعتی بوده است. این آمارها پتانسیل قابل توجه کاهش مصرف انرژی را از طریق توسعه و گسترش استفاده بهینه از انرژی را در کشورهای کمتر توسعه و همچنین حفاظت بیشتر از منابع انرژی در کشورهای توسعه یافته از طریق چشم‌پوشی از استفاده از خودروهای بزرگ و انرژی‌بر و زندگی در آپارتمان‌های بزرگ و عایق‌کاری شده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴. نسبت انرژی مصرفی به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی در کشورهای صنعتی

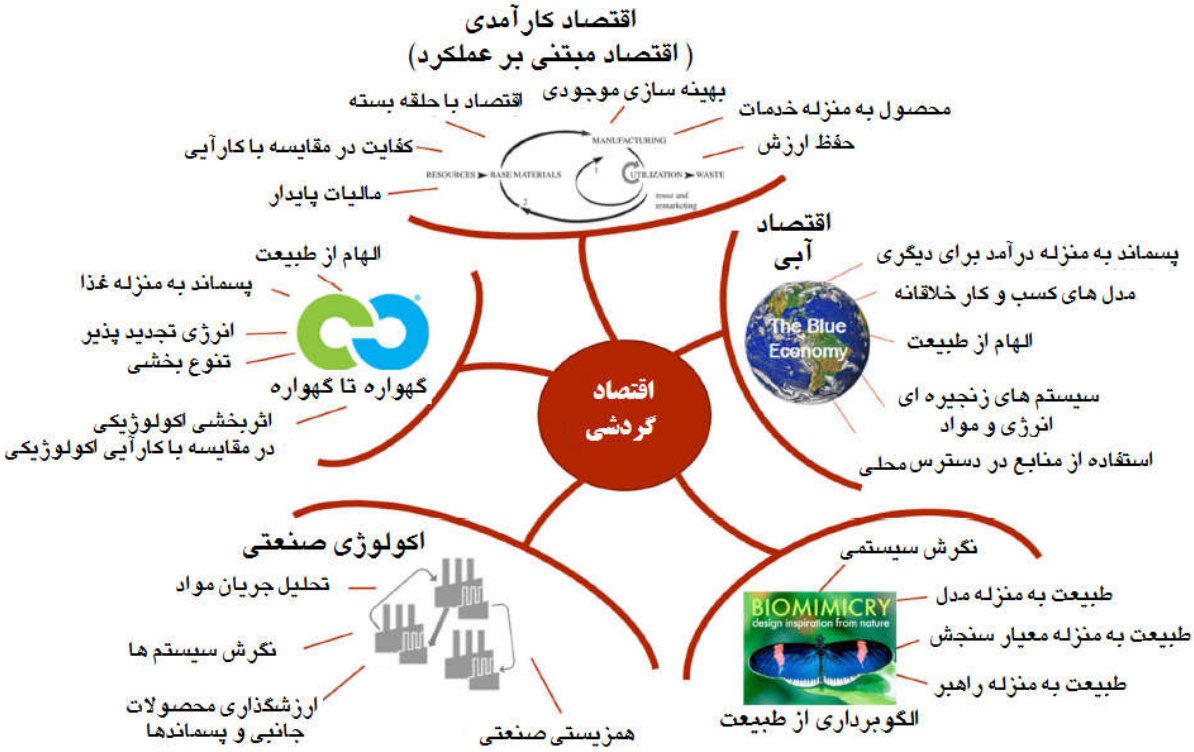
Source: E. MANAHAN STANLEY (2010), ENVIRONMENTAL CHEMISTRY,NINTH EDITION, CRC Press ,Taylor & Francis Group

86-atom economy

۸. جمع بندی و نقاط اشتراک و افتراق مکاتب مختلف اقتصاد چرخه ای

علیرغم تفاوت در دیدگاه های مکاتب مختلف در زمینه اقتصاد چرخشی، همه این مکاتب بر این باور هستند که نظام اقتصاد صنعتی کنونی پایدار نیست و به همین دلیل باید در این نظام بر اساس بازنگری در تعامل آن با محیط زیست تجدید نظر شود. برا این اساس زیست بوم انسانی به عنوان یکی از زیست بوم های جهانی و به عنوان بخشی از محیط زیست (زیستکره) باید مورد توجه قرار گیرد. برای رویارویی با این چالش ها، این مکاتب فکری بر الهام و الگوبرداری از طبیعت برای توسعه نظام های صنعتی با هدف ا ستفاده و بهره برداری کارآمدتر از مواد و کاهش آثار و پیامدهای منفی بر محیط زیست تاکید دارند. در این خ صوص، بررسی این مکاتب فکری نشان می دهد که هر کدام از آنها موضوعات مختلفی را در کانون توجه قرار می دهند. در حالیکه اقتصاد کارآمدی (اقت صاد مبتنی بر عملکرد) و اقت صاد آبی عمدتا مدل ک سب و کار را در کانون توجه قرار می دهند، سایر مکاتب فکری در خ صوص اقت صاد گرد شی، بی شتر بر اثرات زی ست محیطی سی ستم ها و مح صولات تاکید می کنند (رویکردهای اکولوژی صنعتی و رویکرد گهواره تا گهواره) یا بر طراحی محصول توجه می کنند (رویکرد الگوبرداری زیستی). علاوه بر این، یکی از این مکاتب که بر راهکارهای مدیریت کارآمد مواد اشاره می کند، مدل کسب و کار مبتنی بر عملکرد است (برای مثال ارایه محصولات به عنوان خدمات).

علاوه بر این، همه مکاتب فکری تا حدودی، بر اهمیت نگرش سیستمی (نظام مند) برای رویارویی با مسائل مدل اقتصاد خطی کنونی تاکید داشته اند. سرانجام، مفهوم و مبانی اقتصاد گردشی مرتبط با هر یک از مکاتب فکری تشریح شده تا حدودی با یکدیگر مشترک هستند و به دهمین دلیل می توانند به عنوان یک چارچوب فراگیر مورد توجه قرار گیرند که این موضوع در شکل (۱۵) ارایه شده است. بر این اساس، همانگونه که ساتهل عنوان کرد، اقتصاد چرخشی، رویکردهای خاصی را به تصویر می کشد که در پیرامون مجموعه از اصول بنیادی اشتراک نظر دارند.



شکل ۱۵. تاثیر مکاتب مختلف بر بسط و تکامل اقتصاد چرخشی

Source: Wautelet ,Thibaut (2018), The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution, Working Paper,avalable at: https://www.researchgate.net/publication/322555840

دهه ۱۹۷۰ کاربرد عملی اقتصاد چرخشی در نظام های اقتصادی مدرن و فرایندهای صنعتی در نتیجه افزایش فشارهای زیست محیطی ناشی از فعالیت های صنعتی و همچنین نوسانات قیمت های منابع در برخی از کشورها به اجرا درآمده است. با این وجود و علیرغم افزایش گرایش ها برای اتخاذ رویکرد اتخاذ گردشی به عنوان یک استراتژی توسعه برای ارتقای کارآیی مصرف منابع و افزایش توان رقابتی، اصطلاح اقتصاد چرخشی به صورت مناسبی توسط دولت ها و بنگاه مورد استفاده قرار نگرفته است. برای مثال کشور چین، پیاده سازی و توسعه مفاهیم اقتصاد سبز را مورد توجه قرار داده است (Murry، ۲۰۱۷)[۸۷]. با توجه به چالش های زیست محیطی کشور چین در نتیجه برخورداری از جمعیتی بیش از ۱,۴ میلیارد نفر، جای شگفتی نیست که دولت این کشور ملاحظات اقتصاد چرخه ای را در برنامه های توسعه پنج ساله

تو سعه اقت صادی- اجتماعی یازدهم و دوازدهم منظور کرده ا ست (SU و همکاران، ۲۰۱۳).[۸۸] علاوه بر این، ک شور چین اولین کشوری بوده است که قانون خاصی را برای توسعه و نهادینه کردن اقتصاد چرخه ای در سطح ملی به تصویب رسانده است (قانون توسعه اقتصاد چرخه ای در سال ۲۰۰۹). به همین دلیل نیز ادبیات و پژوهش های مرتبط با اقتصاد چرخه ای در کشور چین بیش از اروپا گسترش پیدا کرده ا ست (Ghisellini و همکاران ، ۲۰۱۶)[۸۹]. در قانون تو سعه اقت صاد چرخ شی، این ا صطلاح به صورت زیر تعریف شده است:

به فعالیت های کاهش، استفاده مجدد و بازیافت که طی فرایند تولید، گردش و مصرف انجام می شود، اقتصاد چرخشی می گویند.

گرچه کشور چین ملاحظات افقتصاد چرخشی را در ا ستراتژی های تو سعه ملی خود (رویکرد بالا به پایین) تلفیق کرده ا ست، اما در اروپا، گذار به اقتصاد چرخشی عمدتا توسط سازمان ها و سازمان های غیر دولتی (NGOs) پیگیری و اجرا می شود (رویکرد پایین به بالا).

در اروپا، اجرای اقت صاد چرخ شی ابتدا در خ صوص سیا ست گذاری های مدیریت پسماندها شکل گرفت (برای مثال قانون دفع پسماند در آلمان در سال ۱۹۷۶ و د ستورالعمل های پسماند در اتحادیه اروپا، 2008/98/EC)، که عمدتا بر تو سعه ا صول بازیافت اقتصاد چرخشی تاکید دارد. همانگونه که در ابتدا مفهوم اقتصاد چرخشی توسط شماری از سازمان های غیر دولتی بسط داده شد (مانند بنیاد مک آرتور، مو سسه اقتصاد چرخشی)، کانون توجه اقتصاد چرخشی بتدریج از بازیافت صرف به کنترل کارآیی بر ا ساس جریان های حلقه بسته و دایره ای مواد در همه مراحل زنجیره عرضه (تولید، توزیع و مصرف) معطوف شد. به همین دلیل در د سامبر سال ۲۰۱۵، کمی سیون اروپا ب سته اقت صاد گرد شی جدیدی را ت صویب کرد که در آن بر ب ستن حلقه مح صولات از طریق بازیافت، استفاده مجدد و تعمیر تاکید شده است. همچنین باید ادآور شد، رویکرد اقتصاد چرخشی در آسیا و اروپا در سطح شرکت شکل های متفاوتی دارد. به عبارت دیگر، کشور چین بیشتر بر تولید م صرف پاک و ا صول کاهش، ا ستفاده مجدد و بازیافت (3Rs) تاکید دارد که این مولفه ها بطن ا صلی سیا ست های اقتصاد چرخشی را شامل می شوند (Preston، ۲۰۱۲)[۹۰]. به همین دلیل، مفهوم اقتصاد چرخشی از منظرهای مختلف با مفهوم اکولوژی صنعتی، که بر استفاده بهینه و کارآمد از ضایعات و پسماندها، از جمله

87 . Murray, A., Skene, K. and Haynes, K. (2017) 'The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context', Journal of Business Ethics, vol. 140, no. 3, pp. 369–380.

88 . Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. and Yu, X. (2013) 'A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation', Journal of Cleaner Production, vol. 42, pp. 215–227.

89 . Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) 'A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems', Journal of Cleaner Production, vol. 114, pp. 11–32.

90 . Preston, F. (2012) A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, Chatham House - The Royal Institute of International Affairs Briefing paper.

انرژی، آب، انواع محصولات جانبی و همچنین اطلاعات تاکید دارد، تطابق و ساگاری بیشتری دارد. از سوی دیگر، رویکردهای حاکم بر اقتصاد چرخشی در اروپا، بیشتر بر رویکردهای طراحی سیستم و الهام گرفتن و الگو برداری از روش شناسی رویکرد گهواره تا گهواره است که توسط McDonough و Braungart بسط داده شده اند و همچین مدل اقتصاد با حلقه بسته است که توسط والتر ساتهل مطرح شده است، تاکید داشته که بر اساس نمودار شناخته شده پروانه ای اقتصاد چرخشی نشان داده می شود.

۹. ابزارهای گذار به اقتصادی اقتصاد چرخشی

انتخاب و گزینش ابزارهای اقتصادی و سیاست‌گذاری مختلف برای گذار به اقتصاد محیط زیست به طور عام و گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی به صورت اخص یک وظیفه چالش برانگیز برای دولت‌ها است. این مسئله بسیار حائز اهمیت است، زیرا دولت‌ها دارای اهداف چندگانه و متعدد هستند. در حیات سیاسی روزمره، این اهداف از شبکه‌ای از فشارها و نفوذ اقشار مختلف در یک نظام اداری و سیاسی تدوین می شود. اهداف را می‌توان به‌عنوان معیاری برای مقایسه ابزارهای سیاست‌گذاری با یکدیگر قلمداد کرد. در نتیجه ابزار سیاسی برتری که انتخاب می‌شوند، بالاترین رتبه را در بین این معیارها کسب کرده‌اند (پوراصغر سنگاچین، ۱۳۸۰)[۹۱].

ابزارهای سیاست‌گذاری مختلف، روش‌های مختلفی را برای دستیابی به این اهداف مورداستفاده قرار می‌دهند. به‌عنوان مثال، استانداردهای زیست‌محیطی بر رعایت حد معینی از انتشار تأکید دارند، در حالی که ابزارهای مبتنی بر بازار، بر سازوکارهایی نظیر مالیات‌ها تأکید می‌کنند. هر ابزار سیاست‌گذاری اثرات و پیامدهایی را بر سایر بخش‌های جامعه بر جای می‌گذارد. شدت و گستره این تأثیرات و این مسئله که اعمال آن‌ها بر جامعه دارای آثار و پیامدهای مثبت و منفی است، نه‌تنها بستگی به ابزارهای مورد استفاده دارد، بلکه به برنامه‌ریزی مؤسسات و نهادهای متولی اجرای این سیاست‌ها نیز بستگی دارد (همان).

اقتصاددانان، خصوصاً اقتصاددانان نئوکلاسیک، از ابزارهای مبتنی بر بازار حمایت می‌کنند که به معنای کنترل فعالان اقتصادی از طریق سازوکار قیمت است. این رویکرد نوع نسبتاً جدیدی از ابزارهای سیاست‌گذاری محیط‌زیستی قلمداد می شود که بر اساس آن فعالان اقتصادی و آلوده‌کنندگان ترغیب می شوند تا کل هزینه‌ها را برای دستیابی به اهداف زیست‌محیطی کاهش دهند یا با هزینه‌ای مشخص به اهداف بیشتری دست پیدا کنند. پشتوانه منطقی این استدلال است که برای آلوده‌کنندگان بسیار ساده‌تر است تا به گونه‌ای تشویق شوند که هزینه کاهش انتشار خودشان را به تناسب مقدار انتشار پرداخت کنند.

بر عکس محیط‌زیست گرایان بر استفاده از ابزارهای کنترل و فرمان تأکید دارند، زیرا به باور این گروه، از این طریق، اهداف حفاظت از محیط‌زیست تضمین می‌شود. شایان ذکر است، هیچ ابزار سیاست‌گذاری منحصربه‌فردی وجود ندارد که برای کلیه شرایط، بهترین قلمداد شود. استفاده و به‌کارگیری هر ابزاری بستگی به تعارضات و بده ـ بستان[۹۲] بین معیارهای مختلف، اولویت‌های کشورها و سیاست‌گذاران، ساختار اقتصادی و اجتماعی و سایر مؤلفه‌ها بستگی دارد. به‌طور کل، ابزارهای اقتصادی و سیاست‌گذاری محیط‌زیست را می‌توان در سه گروه عمده به شرح زیر طبقه‌بندی کرد (کامان و همکاران، ۲۰۰۵):

۱. **ابزارهای غیرمتمرکز** نظیر قوانین عرفی[۹۳]، تضمین‌های عملکرد محیط‌زیستی[۹۴]، مشوق‌های اخلاقی[۹۵]، حقوق مالکیت[۹۶]، قانون مسئولیت[۹۷]

---

[۹۱] . پوراصغر سنگاچین، فرزام، استفاده از ابزارهای اقتصادی برای حفاظت از محیط زیست، فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست، شماره ۳۵، ۱۳۸۰.

92. Trade - off

93 - Common Law

94 - Environmental Performance Bound

95 -Moral Suasion

96 -Property Rights

97. Liability law

۲. ابزارهای مبتنی بر بازار[۹۸]، نظیر عوارض انتشار[۹۹]،عوارض محصول[۱۰۰]، مالیات‌های تفاضلی[۱۰۱]، یارانه‌ها[۱۰۲]، سیستم ودیعه ـ بازپرداخت[۱۰۳]، مجوزهای قابل مبادله[۱۰۴]

۳. کنترل و فرمان[۱۰۵] (قوانین و مقررات مستقیم) نظیر استانداردهای محیط، استاندارد انتشار یا استاندارد تکنولوژی به‌موازات ضمانت اجرا

پیش از بحث در مورد نقاط قوت و ضعف هر یک از ابزارهای اقتصادی، لازم است دو مفهوم هزینه‌های خارجی و هزینه‌های اجتماعی[۱۰۶] تبیین گردد. هزینه‌های اجتماعی شامل هزینه‌های خصوصی[۱۰۷] و هزینه‌های خارجی است. هزینه‌های خصوصی دربرگیرنده هزینه‌های بنگاه شامل هزینه‌های ثابت، هزینه‌های جاری، نیروی کار، انرژی، مواد خام، تصفیه فاضلاب و...است. هزینه‌های خارجی نیز هزینه‌هایی است که در نتیجه فعالیت بنگاه بر سایر بنگاه‌ها یا شهروندان تحمیل می‌شود. به‌این‌ترتیب از مجموع هزینه‌های خارجی و هزینه‌های خصوصی هزینه‌های اجتماعی به دست می‌آید. به‌این‌ترتیب با محاسبه هزینه‌های خارجی و ادغام آن در هزینه‌های تولید بنگاه، هزینه‌های نهایی درونی‌شده[۱۰۸] و منطق اقتصادی بر فرایندهای تولید بنگاه‌ها حاکم می‌شود.

هزینه‌های اجتماعی = هزینه‌های خصوصی + هزینه‌های خارجی

چنانچه هزینه‌های جانبی وجود ندا شته با شد، هزینه‌های خ صو صی با هزینه‌های اجتماعی برابر می شود. البته هزینه‌های جانبی همیشه وجود دارد و اصولاً فلسفه وجود اقتصاد محیط‌زیست محاسبه هزینه‌های جانبی است. این امر می‌بایست توسط دولت صورت گیرد.

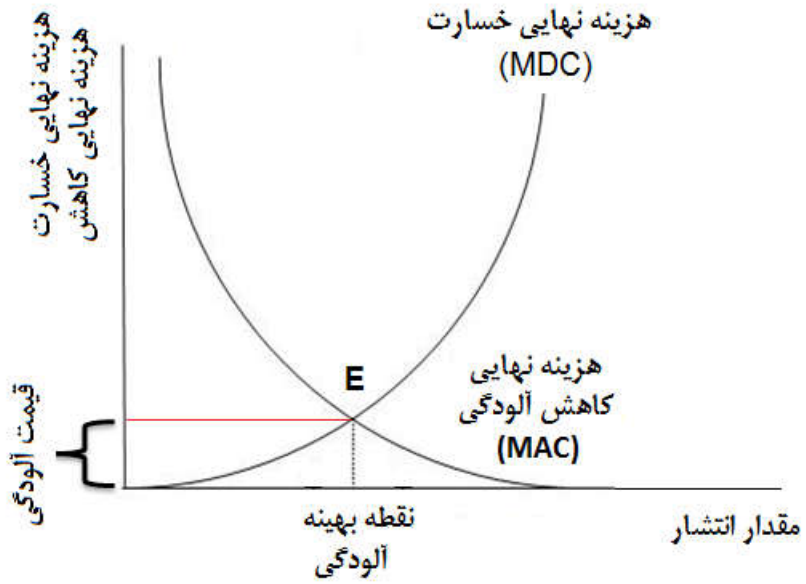
دو مفهوم هزینه نهایی کاهش آلودگی (MAC)[۱۰۹] و هزینه نهایی خسارات محیط‌زیست (MDC)[۱۱۰] نیز در مباحث اقتصاد محیط‌زیست و استفاده از ابزارهای اقتصادی بکار می‌روند که بر اساس آن‌ها آلودگی‌های قیمت‌گذاری شده و نرخ مالیات نیز بر اساس آن‌ها نیز تعیین می‌شوند، بسیار حائز اهمیت هستند.

هزینه نهایی کاهش آلودگی، شامل مقدار هزینه‌ای ا ست که بنگاه‌های آلوده‌کننده برای کاهش هر واحد آلودگی پرداخت می‌کنند و هزینه نهایی خسارات محیط‌زیست نیز شامل هزینه‌های هر واحد تخریب محیط‌زیست است.

باید خاطر نشان کرد که فعالیت تولیدی هزینه‌هایی را بر محیط‌زیست تحمیل می‌کند، لذا جامعه متحمل زیان می‌شود. حال چنانچه هیچ گونه ابزار کنترلی نبا شد، بنگاه تولیدی هیچ‌گونه تلا شی برای کنترل آلودگی‌ها نخواهد کرد. حال چنانچه سازوکارهای اقت صادی یا کنترلی بر فعالیت بنگاه‌های آلوده‌کننده و ضع گردد، در این صورت بنگاه‌ها مجبورند تا به این قواعد پای بند با شند. در این صورت بنگاه تلاش می‌کند تا میزان آلودگی را در سطح بهینه از منظر اجتماعی تقلیل دهد که این نقطه به نقطه بهینه اجتماعی

98 -Market-Based Instruments
99. Emission charges
100. Product charges
101. Tax differentiation
102. Subsidies
103. Deposit – refund system
104. Tradable permits
105 - Command and Control
106 - Social Costs
107 - Private Costs
108 - Internalizing the Externalities
109- Marginal Abatement Costs
110 - Marginal Damage Costs

موسوم است. شکل (۱۶) نقطه بهینه از منظر اجتماعی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶. نقطه بهینه آلودگی از منظر اجتماعی

Source: Kolstad .D.Charles, Environmental Economics, Oxford University Press,New York, 2000.

نقطه بهینه انتشـــار آلودگی در جایی قرار می‌گیرد که هزینه‌های کاهش آلودگی (MAC) با هزینه‌های نهایی خســـارات وارده بر محیط‌زیست (MDC) برابر باشد (نقطه E). در حقیقت تلاش تمامی ابزارهای اقتصادی برای حفاظت از محیط‌زیست و توسعه اقتصاد چرخشی سوق دادن واحدهای آلوده‌کننده به این نقطه است.

۹.۱ ابزارهای غیرمتمرکز (قوانین عرفی، مشوق‌های اخلاقی، حقوق مالکیت، قانون مسئولیت)

در رویکرد قوانین عرفی، عرف‌های حاکم بر جامعه مبنای قضـــاوت برای حل معضـــلات آلودگی قرار می‌گیرد. بر اســـاس اصـــل " پرداخت آلودگی از سوی خسارت زننده[۱۱۱]" هر فرد یا بنگاهی که آلوده کرده است، مکلف است تا نسبت به رفع آلودگی یا پرداخت خسارت اقدام نماید. بر این اساس لازم است تا آلوده‌کننده با آلوده شونده وارد مذاکره شود تا بتواند هزینه‌های نهایی خسارات وارده را بپردازد.

تضمین‌های عملکرد محیط‌زیستی، روش نسبتاً جدیدی است که در این گروه طبقه‌بندی می شود و عموماً در مورد موضوعات محیط‌زیستی که دارای عدم قطعیت هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند. باید توجه کرد که بیشتر مسائل و مشکلات زیست‌محیطی با عدم قطعیت همراه هســـتند. به همین دلیل تدوین و اجرای ســـیاســـت‌های زیســـت‌محیطی با دشـــواری‌هایی روبه‌روســـت. اگرچه سیاست‌گذاران ممکن است از شرایط به وجود آمده پس از تصمیم‌های خود اطلاع داشته باشند، اما اگر نتوانند احتمال وقوع هریک از وضعیت‌ها را تعیین کنند با شرایط عدم قطعیت روبر رو می‌شوند و نه ریسک؛ بنابراین نوع رویارویی‌ها در شرایط عدم قطعیت و ریسک متفاوت خواهد بود.

مثالی بارز دربارهٔ مسائل و مشکلاتی که از عدم قطعیت ناشی از ابداع فناوری‌های نو برای سیاست‌گذاران به وجود می‌آید مورد موجودات زندهٔ دست ورزی شده (GMO)[۱۱۲] است. ارزیابی آثار و پیامدهای کاربرد و استفاده از این فناوری برای سیاست‌گذاران

111 - Principle polluter to Pays

112. Genetically Modified Organism

بسیار مشکل است، زیرا هیچ‌گونه تجربه‌ای از گذشته دربارهٔ این که چه احتمالی را می‌توان برای بروز هر یک از پیامدهای زیست‌محیطی خطرناک در نظر گرفت وجود ندارد. بعضی از این فناوری‌ها به عقیده برخی از دانشمندان، می‌توانند پیامدهای بالقوه شدید و غیرقابل برگشتی برای محیط‌زیست در پی داشته باشند. پرسش این است که دولت‌ها چگونه می‌توانند با این شرایطی مقابله کنند؟ بر چه مبنایی می‌توانند تصمیم بگیرند که آیا چنین نوآوری‌هایی را باید غنیمت به شمار آورند و از منافع آن برای جامعه بهره ببرند یا به دلیل خطرناک بودن آن‌ها، استفاده و توسعه از آن را متوقف کنند؟ اگر اتخاذ تصمیم آگاهانه در آغاز توسعه و گسترش یک فناوری غیرممکن باشد چه اتفاقی رخ خواهد داد؟ آیا ابزارهای سیاست‌گذاری خاصی وجود دارد که بتواند با روشی مناسب به شناسایی برگشت‌ناپذیری و عدم قطعیت کمک کند.

تا چند دههٔ گذشته، این ویژگی مشترک در چرخه‌های سیاست‌گذاری وجود داشت که از عدم قطعیت چشم‌پوشی کنند و یا وجود آن را منکر شوند، یا متغیرهای عددی بی‌مفهوم و سلیقه‌ای را دربارهٔ آن‌ها به کار برند و سپس این‌گونه وانمود کنند که همه‌چیز مشخص است یا دست‌کم احتمالات آن‌ها شناخته شده است. در سال‌های اخیر عدم قطعیت بیشتر به رسمیت شناخته شده و نیاز به اتخاذ حداقل استانداردهای ایمنی و اصل احتیاط، در چرخه‌های سیاست‌گذاری و ارائهٔ توصیه‌های سیاستی به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده است.

چنانچه همهٔ تصمیم‌های مربوط به مصرف منابع برگشت‌پذیر بودند، در آن صورت ضرورتی برای طرح استدلال‌های مربوط به پایداری وجود نداشت. اگر این مسئله را که رفتار کنونی ما ناپایدار است کشف کرده بودیم، آنگاه می‌توانستیم رفتارمان را به هر روش و در هر زمان ممکن که مناسب تشخیص می‌دادیم، تغییر دهیم. بااین‌حال، بسیاری از تصمیم‌هایی که دربارهٔ استفاده از خدمات زیست‌محیطی اتخاذ می شود، به‌ویژه تصمیم‌هایی که مستلزم استخراج منابع، گسترش فعالیت‌ها در زیست‌بوم‌های بکر و انقراض گونه‌ها[113]، برگشت‌ناپذیر هستند. هنگامی‌که برگشت‌ناپذیری با دانش ناقص دربارهٔ آینده تلفیق می‌شود قواعد تصمیم‌گیری باید به‌طور اساسی تغییر کند. در چنین شرایطی دلایل خوبی برای محدود کردن گزینه‌ها و اتخاذ رویکرد احتیاطی وجود دارد. دربارهٔ مسائلی که در آن هزینه‌های زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی بسیار مبهم، غیرقطعی، به‌طور بالقوه فاجعه‌بار، برگشت‌ناپذیر و گسترده هستند، می‌توان این‌گونه استدلال کرد که اگر نگران نسل‌های آینده هستیم، اتخاذ اصل احتیاطی معقول‌ترین راهبردی است که می‌توان اتخاذ کرد.

هرچند، تعریف هم جانبه‌ای دربارهٔ مفهوم اصل احتیاط وجود ندارد، اما رایج‌ترین مفهوم اصل احتیاطی، تعریفی است که در کنفرانس معروف وینگ‌اسپرید[114] در رایسین ایالت ویسکانسین ایالات‌متحدهٔ‌ایالات‌متحدهٔ آمریکا در سال ۱۹۹۸ مطرح شد. این تعریف تأکید می‌کند، "هنگامی‌که فعالیتی موجب تهدید سلامت انسان یا محیط‌زیست شود، حتی اگر رابطهٔ علت و معلولی[115] بین این فعالیت‌ها و تهدیدهای ناشی از آن از لحاظ علمی ثابت نشده باشد، اقدامات احتیاطی باید به عمل آید."

اصل احتیاط را می‌توان به‌عنوان یک رویکرد سلسله‌مراتبی برای تعیین هدف‌ها در نظر گرفت. ضابطهٔ پایداری از اهمیت اساسی برخوردار بوده و نیازمند این است که همهٔ هدف‌ها تا حد امکان بر اساس این ضابطه تعیین شوند. چنانچه این اصل ما را در برابر بیش از یک گزینه قرار دهد، در آن صورت می‌توان از ضابطهٔ دیگری برای گزینش از میان گزینه‌های محدود، استفاده کرد. یک مثال بارز در این زمینه مسئلهٔ تغییرات آب‌وهواست، که در آن اتخاذ رویکرد پایداری قوی به عدم پذیرش سیاست انتظار و مشاهده[116] در مواجهه با عدم قطعیت منجر می‌شود. یک استدلال رایج بر ضد اصل احتیاط در این زمینه این است که هزینه‌های اتخاذ سیاست‌های فعال برای رویارویی با تغییرات آب‌وهوا به معنای این است که هدف‌های عمومی دیگر باید قربانی اجرای این سیاست‌ها شوند.

113. Species extinction
114. Wingspread conference
115. Cause and effect relationships
116- Wait and see policy

بااین‌حال، اگرچه برای مثال آموزش و مراقبت‌های بهداشتی کمتر می‌توانند موجب کاهش رشد و رفاه شوند، اما این مقوله‌ها ارتباطی با تغییرات برگشت‌ناپذیر در مقیاس جهانی ندارند. به همین دلیل، شایسته است که سیاست‌های رویارویی با تغییرات آب‌وهوا به صورت مو ضوعی جداگانه و متفاوت با سیا ست‌های عمومی و بر ا ساس ا صل احتیاطی در کانون توجه قرار گیرد، زیرا پیامدهای تغییرات اقلیمی برای بشر بسیار ناشناخته است (پیرابند ۴).

م شکل ا صلی اجرای ا صل احتیاط وجود ابهام در تعریف و هدف‌های آن ا ست، که کاربرد آن تو سط قانون‌گذاران در رابطه با هر مسئلهٔ ویژه‌ای را به تفسیر آن وابسته می‌کند. مشکل دیگر نبود تجربهٔ لازم دربارهٔ استفاده از ابزارهای سیاست‌گذاری برای عملیاتی کردن و اجرای این اصل است. ایده‌ای که به تازگی توسط صاحب‌نظران به‌عنوان یک ابزار سیاست‌گذاری زیست‌محیطی مطرح شده است ضمانت‌نامه‌های عملکرد زیست‌محیطی[۱۱۷] است. به بیان کلی، ضمانت‌نامهٔ عملکرد عبارت است از تعهد به پرداخت جبرانی[۱۱۸] در صورت عدم اجرای قراردادی خاص. ضمانت‌نامه‌های عملکرد در صنعت ساختمان‌سازی بسیار متداول هستند. یک شرکت ساختمانی قبل از شروع به کار ضمانت‌نامه‌ای را تهیه می‌کند، که عبارت است از مقدار پولی که توسط شخص ثالث نگهداری می‌شود. درصورتی‌که درصورتی‌که شرکت بتواند عملیات ساختمانی را به‌صورت رضایت‌بخش و در زمان مقرر به اتمام برساند، پول‌های ضمانت‌نامه به شرکت ساختمانی پس داده می‌شود. برعکس، درصورتی‌که عملیات ساختمانی رضایت‌بخش نبوده و در زمان مقرر به اتمام نرسیده باشد، بخشی از ضمانت‌نامه یا کل مبلغ آن مصادره می‌شود. ضمانت‌نامهٔ عملکرد زیست‌محیطی سپرده‌ای[۱۱۹] است که آلوده‌کنندگان احتمالی و تخطی کنندگان از استانداردهای زیست‌محیطی باید به یک صندوق زیست‌محیطی پرداخت کنند که تا پایان دوره زمانی مشخصی در آنجا نگه‌داری می‌شود.

117- Environmental performance bonds
118. Promise to pay compensation
119. Deposit

پیرابند ۴. اصل احتیاطی

ریشه‌های اصل احتیاطی (Precautionary principal) در کشور آلمان شکل گرفت (بومر-کریستینسِن[۱۲۰]، ۱۹۹۴). اولین کاربرد قانونی این اصطلاح در قانون حفاظت از محیط‌زیست سوئد[۱۲۱] در سال ۱۹۶۹ انجام گرفت، که بر اساس آن بار مسئولیت کیفری فعالیت‌های مخرب محیط‌زیست، باید از قبل مشخص شود. از آن زمان به بعد مذاکرات متعدد و تلاش‌های پیوسته‌ای از سوی سازمان‌های مردم‌نهاد زیست‌محیطی بین‌المللی صورت گرفته است، که موجب شده مسئلهٔ احتیاط از حوزه‌های محدودی چون پسماندهای خطرناک به حوزه‌های متنوع‌تر و گسترده‌تری نظیر آلودگی دریاها، تغییرات آب‌وهوا، تنوع زیستی، اصلاح ژنتیکی موجودات زنده، قوانین و مقررات مرتبط با مواد شیمیایی، امنیت غذایی، بهداشت عمومی و سیاست‌های تجاری تسری پیدا کرد. در نتیجه، اصل احتیاط به یکی از مهم‌ترین و فراگیرترین مؤلفه‌ها برای رویارویی با ریسک‌های احتمالی و سیاست‌های زیست‌محیطی تبدیل شده است.

بهترین و فراگیرترین بیان اصل احتیاط را می‌توان در اصل ۱۵ بیانیهٔ کنفرانس محیط‌زیست و توسعهٔ ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲ مشاهده کرد. مطابق این اصل، "هرگاه خطرها و آسیب‌های جبران‌ناپذیری محیط‌زیست را تهدید کند، بی‌شک نباید به بهانهٔ عدم قطعیت و نبود اطلاعات کامل علمی، اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از تخریب محیط‌زیست را به تعویق انداخت" (UNCED, 1992). اصل احتیاطی با اصل پیشگیری[۱۲۲] متفاوت است، زیرا در اصل احتیاطی موضوع اصلی ماهیت قطعی نبودن تهدیدهاست. بااین‌حال، اصل احتیاطی نه مشخص می‌کند که برای تحریک اقدامات باید چه کاری انجام داد و نه مشخص می‌کند که چه اقداماتی باید اتخاذ شود. این اصل یک قاعدهٔ تصمیم‌گیری نیست. این اصل بیشتر برای توجیه اقدامات مورد استفاده قرار می‌گیرد و نه تعیین دقیق این که چه اقداماتی باید انجام شود. مؤلفه اصلی اصل پیشنهادی "انتقال بار مسئولیت" است.

هدف اصلی استفاده از ضمانت‌نامه‌های عملکرد ایجاد انگیزهٔ مالی برای بنگاهی است که مسئولیت اجرای پروژه‌ای را پذیرفته است یا خود را متعهد به رعایت شرایط خاص زیست‌محیطی کرده است. هدف ضمانت‌نامه‌های عملکرد زیست‌محیطی با برنامه‌های چون فرمان- کنترل، وضع مالیات و مجوزهای مبادله پذیر، متفاوت است. این ضمانت‌نامه‌ها به‌صورت مستقیم بر کاهش انتشار آلودگی‌ها متمرکز نیستند، بلکه به این منظور طراحی شده‌اند که بنگاه‌های آلوده‌کننده را مجبور به پذیرش مسئولیت پیامدهای زیست‌محیطی نامشخص فعالیت‌های آیندهٔ خود کند؛ مانند اصل احتیاط، این روش نیز بنگاه‌های آلوده‌کننده را مکلف می‌کند تا پیامدهای بالقوه خطرناک آتی ناشی از فعالیت‌های خود را جبران کنند.

اندیشهٔ بنیادی این است که پیش از این که بنگاهی یک ماده (شیمیایی) خاص یا یک فناوری نوین را به کار گیرد، باید ضمانت‌نامه‌ای را تهیه کند که مبلغ آن معادل بهترین برآورد پولی بیشترین خسارت بالقوهٔ زیست‌محیطی در آینده است. درصورتی‌که آلوده‌کننده ثابت کند که خسارت احتمالی اتفاق نیفتاده و به‌طور مطمئن در آینده نیز رخ نخواهد داد، ضمانت‌نامه به همراه سود آن به بنگاه باز پس داده می‌شود. برعکس، چنانچه خسارت زیست‌محیطی حادث شود، ضمانت‌نامه متناسب با ارزش خسارات وارد شده

120. Boehmer – Christian Sen
121. Swedish Environmental Protection Act
122. Principle of prevention

بر محیط‌زیست ضبط می‌شود. اگرچه به ضمانت‌نامه سود سپرده تعلق می‌گیرد، اما بخشی از بهرهٔ آن به آلوده‌کننده مسترد نمی‌شود و برای تأمین مالی هزینه‌های اجرایی نظام ضمانت‌نامه‌های زیست‌محیطی و پژوهش دربارهٔ فناوری‌های کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی و مدیریت آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضمانت‌نامه‌های عملکرد محیط‌زیستی در مواقعی که اثرات و پیامدهای محیط‌زیستی مبهم بوده و عدم قطعیت‌هایی در مورد آن‌ها وجود دارد، مورداستفاده قرار می‌گیرد.

افزون بر این، ضمانت‌نامه‌های زیست‌محیطی انگیزه‌های لازم را برای مدافعین پروژه‌ها به‌منظور انجام پژوهش برای کاهش عدم قطعیت‌های مربوط به پیامدهای زیست‌محیطی آن به وجود می‌آورد. اثربخشی این انگیزه‌ها را می‌توان با تعدیل دوره‌ای ضمانت‌نامه‌ها تقویت کرد. چنانچه بنگاه بتواند ثابت کند که احتمال وقوع بدترین حالت بسیار ضعیف است، بخشی از ضمانت‌نامه مسترد می‌شود. این امکان انگیزهٔ لازم را در مدافعین پروژه‌ها برای تأمین مالی پژوهش‌های مستقل یا استفاده از فناوری‌های با تخریب کمتر به وجود می‌آورد. اجرای این برنامه مستلزم وجود یک سازمان نظارت بر محیط‌زیست با همکاری یک هیأت مشاوره‌ای علمی قوی شامل کارشناسان مستقل محیط‌زیست است.

به‌طورکلی، کاربرد ضمانت‌نامه‌های عملکرد زیست‌محیطی توسط عوامل مختلف محدود می‌شود. مشکل نخست اندازه‌گیری ارزش خسارت وارد شده بر محیط‌زیست با واحدهای پولی است. چنانچه بیان خسارت‌های وارد شده بر محیط‌زیست برحسب واحدهای پولی امکان‌پذیر نباشد تنها بخشی از ضمانت‌نامه ضبط می شود و مقدار خسارت نمی‌تواند به درستی جبران شود. افزون بر این، کاربرد ضمانت‌نامه‌ها ممکن است به دلیل لزوم اثبات جرم محدود شود. مشکل دیگر هنگامی به وجود می‌آید که خسارت واقعی بیشتر از حداکثر خسارت احتمالی پیش‌بینی شده باشد، که در این صورت اندازهٔ ضمانت‌نامه برای جبران خسارت کافی نخواهد بود. در نتیجه، این طرح فقط در صورتی موفقیت‌آمیز است که سازمان نظارت بر محیط‌زیست دیدگاه محتاطانه‌ای دربارهٔ شواهد موجود داشته باشد و رقم بالایی را برای ضمانت‌نامه تعیین کند، به‌طوری‌که هزینهٔ جبران خسارت‌ها متوجه جامعه نشود.

با توجه به مشکلات ناشی از عدم قطعیت و برگشت‌ناپذیری، ضمانت‌نامه‌های عملکرد زیست‌محیطی ایدهٔ جالبی برای اضافه کردن یک ابزار نو به مجموعهٔ ابزارهای سیاست‌گذاری محیط‌زیست به شمار می‌رود. بر اساس اطلاعات موجود، استفاده از این ابزار به صورتی که در بالا اشاره شد، هنوز عمومیت نیافته است. در روش **تعیین حق مالکیت** که برای نخستین بار توسط رونالد کوز[123] در سال ۱۹۶۴ مطرح شد، بر شناسایی حق مالکیت تأکید شده است. با توجه به اینکه منابع زیست‌محیطی در زمره کالاهای عمومی طبقه‌بندی می‌شوند، لذا بسیاری از ضوابط و مقررات کالاهای خصوصی در مورد آن‌ها حاکم نیست. حال چنانچه حق مالکیت برای هر کدام از طرف‌های ذی‌نفع (آلوده‌کننده و آلوده شونده) مشخص شود، در این صورت طرفین می‌توانند به نقطه بهینه آلودگی و خسارت برسند. این رویکرد که در ادبیات اقتصاد محیط‌زیست به قضیه کوز[124] موسوم است، زیربنای اصلی بسیاری از ابزارهای اقتصادی حفاظت از محیط‌زیست محسوب می‌شود. بر اساس این قضیه، چنانچه بتوان حقوق مالکیت را برای هرکدام از طرفین معامله (آلوده‌کننده یا آلوده شونده) تعریف کرد در این صورت می‌توان میزان تخریب یا آلودگی محیط‌زیست را از طریق چانه‌زنی[125] به سطح بهینه رساند. برای این منظور نیز بازار خریدوفروش آلودگی ایجاد می‌کنند. این بازار مبنای خرید آلودگی می‌شود (بسته به اینکه حقوق مالکیت برای کدام طرف معامله تعیین شود). از مهم‌ترین نقاط ضعف این روش می‌توان موارد زیر را بر شمرد:

- اثبات خسارت یا آلودگی در این شیوه بسیار مشکل است. به‌عنوان مثال در مورد آلودگی هوا، اثبات این مسئله که بیماری های ناشی از آلودگی در اثر فعالیت یک بنگاه است مشکل است، ضمناً در برخی موارد بین تماس و بروز آلودگی زمان طولانی وجود دارد.

123 - Ronal Coase
124 - Coas Theorem
125 - Bargaining

- شناسایی خسارت زننده در اکثر موارد با مشکلاتی همراه است. به‌عنوان مثال، در صورت وجود تعداد زیادی آلوده‌کننده در حاشیه یک رودخانه اثبات اینکه سهم هر کدام چقدر است با پیچیدگی زیادی مواجه است.
- تعداد زیاد آلوده شدگان و خسارات دیدگان. این روش در مواقعی که تعداد آلوده‌کنندگان و آلوده شوندگان زیاد باشد، فاقد کارایی است. زیرا، هزینه‌های مبادله[۱۲۶] در این شیوه بسیار زیاد است (افزایش جلسات مذاکره، بالا بودن هزینه‌های چانه‌زنی، هزینه‌های دادرسی و...)
- مشکلات سواری مجانی[۱۲۷]: این مشکل در مواقعی به وجود می‌آید که تعداد آلوده‌کنندگان زیاد است. به همین دلیل برخی از آلوده‌کنندگان به امید اینکه دیگران هزینه‌ها را پرداخت نموده‌اند، از پرداخت هزینه‌های تخریب و آلودگی محیط‌زیست طفره می‌روند. این موضوع یکی از چالش‌های اساسی در مورد کالاهای عمومی است.

مشوق‌های اخلاقی عبارت است از استفاده از سازوکارهای تشویقی یا اقدام به عملی از روی درک و شعور اخلاقی. از این رویکرد، یک مقام یا دستگاه مسئول (به‌عنوان مثال، آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات‌متحده (EPA)، اتحادیه اروپا، وزارت محیط‌زیست)، بدون اینکه الزامات قانونی را بر بنگاه‌ها یا افراد تحمیل نماید تا رفتار آن‌ها را در راستای اهداف خود هدایت کند، مورد استفاده قرار می‌دهد. هدف تشویق‌های اخلاقی ایجاد تحول در فرهنگ زیست‌محیطی است. این کار مستلزم تلاش در راستای تغییر ترجیحات کارگزاران اقتصادی[۱۲۸] مختلف است، بدون اینکه اقدامات کنترل ـــ فرمان و ساختار قیمت‌ها تغییر یابد. مهم‌ترین رسالت تشویق اخلاقی تأمین و اشاعه اطلاعات در مورد پیامدهای محیط‌زیستی رفتار کارگزاران اقتصادی است. مثال‌هایی از تشویق اخلاقی به‌عنوان ابزارهای سیاست‌گذاری محیط‌زیستی شامل موارد زیر است:

- تأمین منابع مالی لازم برای ارتقای آگاهی‌های عمومی در زمینه حفاظت از محیط‌زیست
- الزامات و قوانین در خصوص برچسب‌زنی محصولات[۱۲۹]
- امضای تفاهم‌نامه‌های داوطلبانه توسط منابع انتشار آلاینده‌ها در خصوص اهداف انتشار
- پرداخت یارانه برای پژوهش و توسعه تکنولوژی‌های مختلف
- تأمین منابع مالی پژوهش‌های بنیادی

در عمل این رویکردها به‌صورت گسترده‌ای مورداستفاده قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد سیاستمداران علاقه زیادی به تشویق‌های اخلاقی دارند، زیرا چنین سازوکارهایی مردم را ترغیب می‌کند تا کارهای درست (اخلاقی) را انجام دهند، اما ریسک انتقاداتی را که ممکن است در نتیجه مجبور کردن مردم به تغییر رفتارشان یا افزایش مالیات مطرح گردد، نمی‌پذیرند. بنگاه‌ها رویکردهای داوطلبانه را ترجیح می‌دهند، زیرا آن‌ها می‌توانند از این رویکردها به‌عنوان بخشی از ارتباطات مردمی خود استفاده نموده و فضای مناسبی را جهت بنگاه برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا این کار را در شرایط رقابتی انجام بدهند یا ندهند، به وجود می‌آورد (پیرابند ۵).

126 - Transaction costs
127 - Free riding Problems
128. Preferences of economic agents
129. Product – labeling requirements

پیرابند ۵. برچسب‌زنی اکولوژیکی

برچسب‌زنی اکولوژیکی به روشی گفته می شود که در آن همهٔ اطلاعات لازم دربارهٔ محصولاتی که دارای عملکرد زیست‌محیطی بهتری در مقایسه با محصولات مشابه هستند، در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داده می شود. برچسب فرشتهٔ آبی (Blue Angel) کشور آلمان که پیشگام برچسب‌زنی اکولوژیکی است، از سال ۱۹۷۸ محصولاتی را که دوستدار محیط‌زیست بودند معرفی کرد. از آن تاریخ به بعد محصولات مختلفی با برچسب‌هایی چون قابل بازیافت (Recyclable)، تجزیه‌پذیر (Degradable) یا دوستدار لایهٔ اُزون (Ozone friendly) به بازارهای جهانی معرفی شد. به‌تازگی نیز برچسب‌های اکولوژیکی معرفی شده‌اند که روش‌های تولید سازگار با محیط‌زیست را معرفی می‌کنند، که در این خصوص می‌توان به روش صید ماهی تن با حفاظت از دولفین‌ها (Dolphin -Safe tuna)، غذاهای آلی (Orgnic food)، مبلمان تهیه شده از چوب جنگل‌هایی که به روش پایدار مدیریت می شوند یا ماهی‌های حاصل از مدیریت پایدار شیلات، اشاره کرد.

گسترش استفاده از برچسب‌زنی اکولوژیکی از افزایش نگرانی مصرف‌کنندگان برای تخریب محیط‌زیست و امنیت غذایی ناشی می‌شود. برچسب‌های اکولوژیکی قواعدی هستند که مصرف‌کنندگان را از حداقل استانداردهای ویژگی‌های محصولات/ یا پیامدهای زیست‌محیطی محصولات تولید شده آگاه می‌کنند (روش‌های مشابهی نیز برای اشاعهٔ این رویکرد در تجارت نیز به وجود آمده است که در آن بیشتر بر شرایط کار و قیمت دریافتی تولیدکنندگان تأکید می‌شود).

پذیرش عمومی برچسب‌زنی اکولوژیکی تا حدی ناموفق بوده است، زیرا برچسب‌های زیادی به وجود آمده است که بر جنبه‌های مختلف فرایند تولید یا ویژگی‌های محصولات تأکید می‌کنند. هرچه اقتصادها هم‌پیوندی بیشتری با اقتصاد جهانی پیدا می‌کنند برچسب‌هایی که در سطح بین‌المللی شناخته شده هستند، باید جانشین برچسب‌های ملی شوند. اگرچه برچسب‌های ملی در برخی از کشورها به‌خوبی شناخته‌شده هستند (بیش از ۵۰ درصد در ژاپن، سنگاپور، کانادا و نروژ)، نسبت به برچسب‌های بین‌المللی شناخت چندانی وجود ندارد.

جذابیت برچسب‌های اکولوژیکی تا حد زیادی از سازگاری آن با ساختارهای بازار موجود ناشی می‌شود، یعنی خریداران بالقوه از اطلاعات مورد نیاز برخوردار بوده و می‌توانند انتخاب‌های خود را انجام دهند.

بااین‌حال این محبوبیت بدون مناقشه نیست. کشورهای درحال‌توسعه نسبت به از دست دادن قدرت دسترسی به بازار درصورتی‌که نتوانند ثابت کنند روش‌های تولید یا ویژگی‌های محصولات تولیدی آن‌ها استانداردهای تعیین‌شده در برچسب‌های اکولوژیکی را تأمین می‌کند، نگران هستند. به همین دلیل بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه به برچسب اکولوژیکی به‌عنوان یک مانع تجاری غیرتعرفه‌ای می‌نگرند.

(ماخذ: کامان و همکاران، ۱۳۸۹)

البته این سازوکار عمدتاً در کشورهایی که فرهنگ محیط‌زیستی در سطح بالایی قرار دارد و حفاظت از محیط‌زیست در زمره مهم‌ترین تقاضای جامعه است، از کارایی برخوردار می‌باشد؛ اما در کشورهای درحال‌توسعه‌درحال‌توسعه که قادر به تأمین حداقل نیازهای خود نیستند، چندان کارایی ندارد.

قانون مسئولیت نیز در مورد آن دسته از فعالیت‌هایی که امکان بروز خسارات و حوادث محیط‌زیستی وجود دارد، اعمال می‌شود (مانند احداث نیروگاه اتمی). پیش‌فرض این رویکرد بر حداکثر اجتناب از تحمیل خسارت بر دیگران استوار است. لذا در صورت بروز

هرگونه حادثه یا رخداد محیط‌زیستی، مجری یا کارگزار اقتصادی مجبور به جبران کلیه خسارات است. در این رویکرد، سیاست‌گذار هیچ‌گونه سازوکاری در مورد نحوه مقابله و پیشگیری از بروز خسارت بر محیط‌زیست، برای فعالان و کارگزاران اقتصادی پیش‌بینی نمی‌کند و کلیه این وظایف بر عهده کارگزاران و فعالان اقتصادی گذاشته می‌شود؛ اما در صورت بروز هر گونه حادثه‌ای، کارگزار موظف است تا کلیه هزینه‌های تخریب محیط‌زیست را پرداخت نماید. به همین دلیل کارگزار یا فعال اقتصادی مجبور است تا هزینه های مورد انتظار رخدادهای احتمالی[۱۳۰] را در هزینه‌های خود پیش‌بینی نماید. با توجه هزینه‌های زیاد جبران خسارات در این رویکرد (بسته به انواع فعالیت) کارگزاران و فعالان اقتصادی همیشه تلاش می‌کنند تا با هزینه‌های مناسب از بروز حوادث و رخداد غیرمترقبه ممانعت به عمل آورند.

همان‌طور که مطرح شد، این رویکرد معمولاً در جوامعی از کارایی لازم برخوردار است که اولاً، قوانین محیط‌زیستی شفاف بوده و ضمانت اجرایی داشته باشند، ثانیاً فرهنگ و آگاهی مردم در زمینه محیط‌زیست در سطح بالایی قرار داشته باشد.

۹.۲ ابزارهای مبتنی بربازار، نظیر عوارض انتشار (مالیات)، عوارض محصول، مالیات‌های تفاضلی، یارانه‌ها[131]، سیستم ودیعه ـ بازپرداخت، مجوزهای قابل مبادله

کالاهای زیست‌محیطی در زمره کالاهای عمومی قلمداد می‌شوند. غیر انحصاری بودن، عدم رقابت در مصرف، هزینه نهایی صفر و نامشخص بودن مالکیت این کالاها و عدم تقسیم‌پذیری آن‌ها باعث می‌شود تا این کالاها مورد سوء استفاده قرار گرفته و بهره‌برداری از آن‌ها تشدید شود. به همین دلیل نیز ضابطه‌مند کردن بهره‌برداری از این منابع با استفاده از سازوکار بازار و استفاده از ابزارهای اقتصادی در کنار قوانین و مقررات نقش تعیین‌کننده‌ای در حفاظت از محیط‌زیست دارد. وضع مالیات بر انتشار آلودگی‌ها از جمله مهم‌ترین ابزارها برای ضابطه‌مند کردن انتشار آلودگی‌ها محسوب می‌شود.

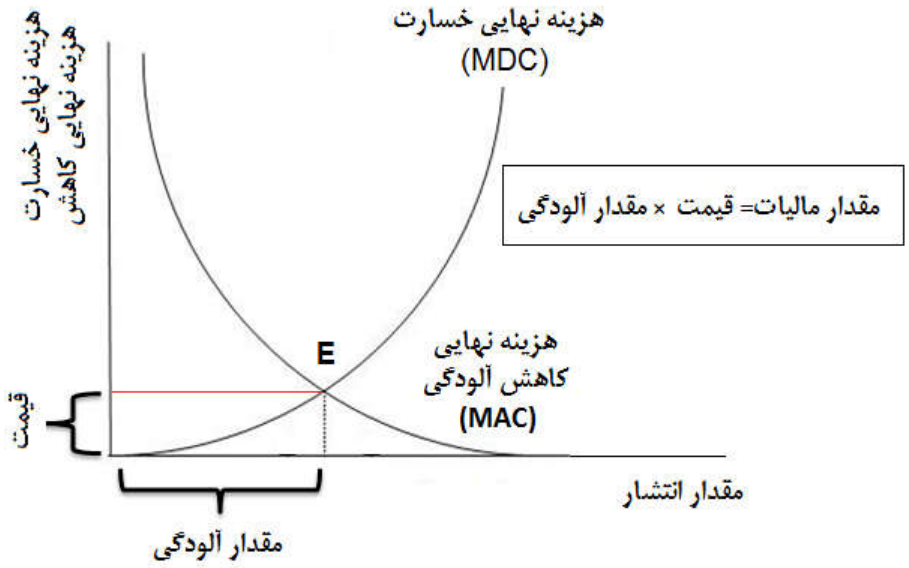
موضوع مالیات بر انتشار آلودگی‌ها نخستین بار توسط سر آرتور پیگو در سال ۱۹۲۰ مطرح شده است. آتور سسیل پیگو[۱۳۲] در کتاب خود با عنوان اقتصاد رفاه (۱۹۲۰) برای نخستین بار موضوع انتشار پسماندها را به‌عنوان آثار بیرونی یا جانبی معرفی کرد و وضع مالیات برابر با هزینهٔ نهایی جانبی[۱۳۳] را مطرح کرد که موجب می‌شود انتشار آلودگی در سطح کارایی تخصیصی قرار گیرد. آثار جانبی و پیامدهای ناخواستهٔ رفتار یک بنگاه بر یک بنگاه دیگر یا دیگر بنگاه‌هاست که بر اساس ترتیبات نهادی موجود بنگاه آلوده‌کننده هیچ الزامی برای پذیرش مسئولیت آثار جانبی فعالیت‌های خود بر دیگر بنگاه‌ها در خود احساس نمی‌کند. اگرچه آثار جانبی می‌تواند مثبت نیز باشد، اما در سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی اغلب با آثار جانبی منفی روبه‌رو هستیم، مانند آلودگی هوای ناشی از اگزوز خودروها که موجب بروز مشکلات تنفسی در افرادی که در پیرامون مسیر آمد و شد خودروها زندگی می‌کنند.

پیگو استدلال می‌کرد که وضع مالیات بر انتشار مواد آلاینده موجب کاهش آن به سطحی متناظر با کارایی تخصیصی[۱۳۴] یا کارآمدترین شیوهٔ ممکن می‌شود. واحد مالیات بر انتشار به ازای هر واحد آلودگی تخلیه شده وضع می‌شود. مالیات‌های زیست‌محیطی با افزایش قیمت آلودگی برای انعکاس هزینه‌های اجتماعی تضمین می‌کنند که آلوده‌کنندگان مسئولیت کامل هزینهٔ اقدامات خود را بپذیرند. در نبود مالیات‌ها و دیگر سازوکارهای کنترلی، فعالیت‌های مخرب محیط‌زیست در چارچوب نیروهای بازار بیش از حد انجام می‌گیرد. اتکای مالیات‌های انتشار بر سازوکار قیمت روشی برای کاهش مجموع هزینه‌های مشمول مالیات است. دلیل آن نیز این است که مالیات‌ها با قادر ساختن بنگاه‌ها به تعدیل هزینه‌های خود به کمترین سطح به بیشترین مقدار کاهش آلودگی دست پیدا

130 - Expected Accident Costs
131. Subsidies
132. Arthur Cecil Pigou
133. Marginal external cost
134 -allocative effiency

کنند.

برای تعیین وضع مالیات بر انتشار آلاینده‌ها ضروری است تا هزینه نهایی خسارت وارده بر محیط‌زیست و هزینه نهایی کاهش آلودگی بنگاه‌ها تعیین شود. از محل تقاطع این دو منحنی قیمت هر واحد آلودگی مشخص می‌شود که این نقطه، نقطه بهینه انتشار آلودگی از نظر اجتماعی است. البته در برخی از موارد بر اساس این رویکرد، مالیات (Tax) و در برخی موارد عوارض (Fee) اخذ می شود. تفاوت مالیات با عوارض در این است که مالیات مصرف ملی داشته و عوارض مصرف محلی دارد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. نحوه محاسبه مالیات بر انتشار آلودگی

(ماخذ: کامان و همکاران، ۱۳۸۹)

همان‌طور که عنوان شد، برای اینکه نرخ مالیات تعیین گردد لازم است که نقطه بهینه آلودگی مشخص گردد. این کار از طریق برآورد هزینه نهایی کاهش آلودگی (MAC) و هزینه نهایی خسارت محیط‌زیست (MDC) تعیین می‌شود. تعیین هزینه نهایی خسارات کار ساده‌ای است و به‌سادگی می‌توان از روش‌های مختلف ارزش‌گذاری محیط‌زیست، این هزینه‌ها را تخمین زد، اما تعیین هزینه‌های نهایی کاهش آلودگی (MAC) بسیار مشکل می‌باشد، زیرا برای تعیین و برآورد آن‌ها باید اطلاعات را از بنگاه‌ها اخذ کرد که معمولاً برای اینکه بنگاه‌ها تمایلی به پرداخت مالیات‌های بیشتر ندارند و به همین دلیل از دادن اطلاعات مناسب و اعلام هزینه‌های واقعی طفره می‌روند (Kolstad، ۲۰۰۰، کامان و همکاران، ۱۳۸۸).

از مهم‌ترین مزایای مالیات‌ها یا عوارض می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- برقراری مالیات روش ساده‌ای می‌باشد و اجرای آن درصورتی‌که هزینه‌های نهایی کاهش آلودگی و هزینه‌های نهایی خسارت مشخص باشد، کم‌هزینه است.
- نیاز به سازمان و تشکیلات گسترده‌ای ندارد.
- اعمال ابزار مالیاتی باعث خلاقیت و نوآوری در بنگاه‌ها می‌شود، زیرا با ابداع نوآوری‌های تصفیه پسماندها، هزینه نهایی کاهش انتشار و به‌تبع آن هزینه هر واحد مالیات نیز کاهش یافته و از میزان آلودگی کاسته می‌شود.
- امکان جابجایی مقدار مالیات به‌سادگی میسر است

در کنار مزایای یادشده، این روش معایبی نیز دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین هزینه نهایی خسارت (MDC) و خصوصاً هزینه نهایی کاهش (MAC) و به‌تبع آن تعیین نرخ دقیق مالیاتی بسیار

مشکل است.

- وضع مالیات باعث افزایش هزینه‌های تولید شده و قدرت رقابت بنگاه‌ها را خصوصاً در کشورهای درحال‌توسعهدرحال‌توسعه و فقیر کاهش می‌دهد. ضمن اینکه افزایش هزینه‌های تولید در نهایت به مصرف‌کنندگان منتقل می‌شود.
- در برخی از موارد که دولت‌ها با کسری بودجه مواجه می‌شوند، مالیات‌ها را برای کسب درآمد بیشتر و جبران کسری بودجه افزایش می‌دهند. به‌عبارت‌دیگر مالیات بر آلودگی به‌عنوان هدف قلمداد شده و حفاظت از محیط‌زیست در حاشیه قرار می گیرد.
- با اعمال مالیات اقشار فقیر جامعه بیشتر آسیب می‌بینند.

علیرغم معایبی که در مورد مالیات‌های محیط‌زیستی برشمرده شد، از این ابزار سیاست‌گذاری در بسیاری از کشورهای توسعه یافته استفاده‌های گسترده‌ای می‌شود و در حال حاضر بر بسیاری از فعالیت‌های آلاینده و مخرب مالیات‌هایی وضع شده و درآمده‌ای زیادی از این مالیات‌ها کسب می‌شود (پیرابند ۶).

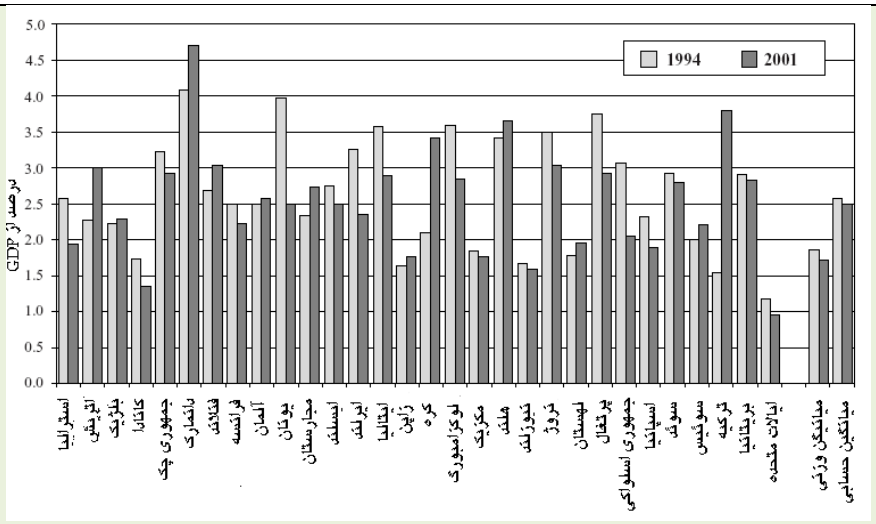
پیرابند ۶. وضع مالیات و ترس از کاهش توان رقابت بخش خصوصی

برای سیاست‌گذاران مالیات بر انتشار آلاینده‌ها یا مالیات بر انرژی به دلایل دیگری نیز مورد توجه است. این مالیات‌ها موجب افزایش درآمدهای دولت می شوند. درآمد حاصل از مالیات به کشش تقاضا بستگی دارد که عبارت است از درصد تغییر در مقدار تقاضا برای کالایی که مالیات بر آن وضع شده است به ازای یک درصد افزایش در قیمت. دربارهٔ مالیات‌های انرژی، کشش تقاضا نشان می‌دهد که چگونه بنگاه‌ها و خانوارها به افزایش قیمت‌های انرژی واکنش نشان می‌دهند. برآوردهای تجربی نشان می‌دهد که کشش قیمتی تقاضا برای انرژی، حداقل در کوتاه‌مدت‌کوتاه‌مدت در سطح پایینی قرار دارد. علت این امر این واقعیت است که تقاضای انرژی از تصمیم‌های اولیه نشأت می‌گیرد که بازنگری در آن در کوتاه‌مدت‌کوتاه‌مدت بسیار مشکل است. برای مثال، انرژی موردا ستفاده برای گرمایش منازل مسکونی از تصمیم خانوارها ناشی می شود، که فقط در بلندمدت قابل اصلاح است (برای مثال، با عایق‌کاری بهتر یا نقل مکان به یک خانهٔ دیگر). دیگر تصمیم‌های مرتبط با انرژی به تصمیم‌های جمعی بستگی دارد. برای مثال، یک فرد ممکن است استفاده از قطار یا اتوبوس را به ماشین تک‌سرنشین ترجیح دهد، اما چنانچه ترن یا اتوبوس وجود نداشته باشد، یا امکانات سیستم حمل‌ونقل به اندازهٔ کافی نبا شد، امکان جانشینی آن‌ها در کوتاه‌مدت وجود ندارد. در بلندمدت، سیاست‌ها ممکن است تغییر کند یا فرد می‌تواند به مناطقی که سیستم حمل‌ونقل بهتری دارند نقل مکان کند.

درآمدهای حاصل از مالیات‌های زیست‌محیطی ممکن است برای تأمین مالی پروژه‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد یا نگیرد. مالیات بر محیط‌زیست با این مشکل بنیادی مواجه است که چنانچه مالیات از کارایی لازم برخوردار باشد پایه مالیاتی[۱۳۵] کوچک خواهد شد. به‌عنوان مثالی بارز در این خصوص، می‌توان به عوارض ترافیک در شهر لندن اشاره کرد که به تازگی به اجرا درآمده و موجب کاهش ۱۸ درصدی ترافیک در سال اول شده است و در نتیجه درآمد کافی برای افزایش ظرفیت سیستم حمل‌ونقل عمومی که پیش‌بینی شده بود، ایجاد نکرده است.

شکل (۱۹) نشان می‌دهد که مقدار مالیات‌های زیست‌محیطی وضع‌شده و افزایش درآمد حاصل از این مالیات‌ها در کشورهای مختلف به‌طور چشمگیری متفاوت است. اغلب یکی از استدلال‌هایی که بر علیه وضع مالیات‌های زیست‌محیطی در یک کشور بیان می‌شود، نگرانی از این است که وضع این نوع مالیات به کاهش توان رقابت بنگاه‌ها در تجارت بین‌المللی منجر می‌شود. بااین‌حال کشورهای مختلف بسته به شرایط اقتصادی، اجتماعی، توان رقابتی و سیاست‌های محیط‌زیستی مالیات‌های مختلفی را بر فعالیت‌های آلوده‌کننده وضع می‌کنند. به همین دلیل نیز سهم درآمدهای مالیاتی تفاوت‌های زیادی را در بین آن‌ها نشان می‌دهد.

135. Tax base



Source: OECD Environmentally Related Taxes database
http://www.oecd.org/document/29/0,2340,en_2649-34295 1894685_1_1_1_1,00.html

شکل ۱۹. درآمدهای حاصل از مالیات‌های محیط‌زیستی به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی (GDP) (ماخذ: کامان و همکاران، ۱۳۸۹)

یارانه شیوه خا صی از کنترل آلودگی ا ست که در آن دولت به بنگاه‌های آلوده‌کننده‌ای که از منابع مالی لازم برخوردار نی ستند، کمک‌های بلاعوض در قالب یارانه پرداخت می‌کند. اســـتفاده از یارانه‌ها برای کاهش آلودگی در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثرات متفاوتی دارند.

اتخاذ سیا ست یارانه در بلندمدت رو شی کارآ نی ست، زیرا زمانی که یارانه‌هایی برای بنگاه‌هایی در نظر گرفته می شود، در نتیجه تقا ضا برای آن صنعت افزایش یافته و تعداد بنگاه‌های بی‌شتری وارد آن صنعت می شوند. در این حالت، هرچند، از مقدار آلودگی هر بنگاه کاسته می‌شود، اما به دلیل ورود بنگاه‌های بیشتر (به دلیل پرداخت یارانه) حجم کل انتشار آلاینده‌ها بیشتر می‌شود که به تبع آن محیط‌زیست بیشتر تحت‌فشار قرار می‌گیرد. برای رویارویی و مدیریت صحیح یارانه‌ها، لازم است دولت تمهیداتی اتخاذ کند. برای مثال دولت می‌تواند ممنوعیت‌هایی را برای ورود بنگاه‌های جدید به این صنعت اعمال کند. ضمناً برای اثربخ‌شی یارانه‌ها، لازم ا ست تا سطح بهینه‌ای از آلودگی از سوی سیاست‌گذار تعریف شود تا در صورتی‌که بنگاه اقتصادی بتواند به این سطح آلودگی د ست پیدا کند، به آن بنگاه یارانه تعلق می‌گیرد. تعیین ســـطح بهینه آلودگی معمولاً نیاز به اطلاعات زیاد دارد و مشـــکلات خاص خود همراه است. این مسئله یکی از نقاط ضعف این ابزار اقتصادی است. به‌این‌ترتیب سیاست یارانه در بلندمدت توصیه نمی‌شود. (بلندمدت به دوره‌ای گفته می‌شود که طی آن بنگاه‌های جدید می‌توانند وارد صنعت شده یا از آن خارج شوند).

مجوزهای قابل مبادله انتشار، از دیگر ابزارهای مبتنی بر بازار هستند. این ابزار اقتصادی یکی از روش‌های متعارف در بسیاری از ک شورهای تو سعه یافته ا ست و از دهه ۷۰ میلادی در برخی از ک شورهای تو سعه یافته در مورد برخی از آلاینده‌ها مورد ا ستفاده قرار می‌گیرد.

در واقع مجوزهای مبادله پذیر نوعی از ابزارهای ســـیاســـت‌گذاری مبتنی بر بازار هســـتند که بر اســـاس آن به آلوده‌کنندگان یا بهره‌برداران از منابع این حق داده می‌شـود تا مقدار معینی از آلودگی را در محیط‌زیسـت تخلیه یا مقدار معینی از منابع را به‌صـورت آزاد یا مجوزهای کنترل شده بهره‌برداری کنند. این مجوزها، مانند انواع مالیات موجب ایجاد انگیزه در بنگاه‌های اقتصادی می شود تا رفتارها و فعالیت‌های خود را به‌ســـوی فعالیت‌های ســـازگارتر با محیط‌زیســـت تغییر دهند. از زمانی که این ابزار مورد اســـتفاده قرار

گرفته‌اند، عمدتاً آثار مستقیم بر بنگاه‌ها داشته است.

مجوزهای مبادله پذیر از نظر ساختاری با مالیات تفاوت دارند. با وضع مالیات انگیزه پولی پیش روی بنگاه قیمت ثابتی است که به ازای هر واحد آلودگی (انتشار) باید پرداخت شود. با صدور مجوزهای مبادله پذیر بنگاه با هدفی کمی دربارهٔ انتشار آلودگی روبه‌رو می‌شود که مقدار آن بر اساس مجوزهای صادر شده ثابت است و بنگاه می‌تواند مجوزهای خود را در قیمت‌های مختلف خریدوفروش کند. از دیدگاه مسئولین سازمان نظارت بر محیط‌زیست، مالیات موجب تثبیت قیمتی می شود که بنگاه‌های آلوده‌کننده می‌توانند بر اساس آن آلودگی ایجاد کنند اما مقدار آلودگی که به‌صورت فردی یا جمعی تولید می‌کنند را تثبیت نمی‌کند، در حالی که مجوزهای مبادله پذیر مقدار آلودگی ایجادشده توسط مجموع بنگاه‌ها را تثبیت می‌کند اما موجب تثبیت قیمتی که در آن آلودگی ایجاد می‌کنند یا مقدار آلودگی هر بنگاه به‌صورت انفرادی نمی‌شود.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که مجوزهای مبادله پذیر چگونه کار می‌کنند؟ مجوز مبادله پذیر یک ابزار سیاست‌گذاری محیط‌زیست است که مبادلهٔ حقوق تخلیه برخی از پسماندها را در محیط‌زیست یا بهره‌برداری از انواع خاصی از منابع را سازمان‌دهی می‌کند. در حالت نخست (تخلیهٔ پسماند در محیط‌زیست)، به جای این که عوارض انتشار آلاینده‌ها وضع شود، بنگاه مکلف است مجوز تخلیهٔ مقدار معینی از آلاینده‌ها را که به صورت واقعی در محیط تخلیه می‌کند خریداری کند. سازمان نظارت بر محیط‌زیست محدودیتی را (که با واحدهای بیوفیزیکی بیان می‌شود) بر کل انتشار مجاز تعیین می‌کند. با کنترل تعداد کل مجوزها، سازمان نظارتی می‌تواند کل مقدار انتشار آلودگی را کنترل کنند. اگرچه مسئولین سازمان نظارت بر محیط‌زیست کل مقدار مجاز انتشار آلودگی را تعیین می‌کنند، اما به چگونگی تخصیص مقدار مجاز آلودگی به هریک از منابع آلاینده کاری ندارند. منطق مجوزهای مبادله پذیر بر این اصل بنا نهاده شده است که هرگونه افزایش در آلودگی از سوی یکی از منابع آلاینده باید با کاهش انتشار در منبع دیگر جبران شود. ازاین‌رو، منابع آلوده‌کننده (بنگاه‌ها) می‌توانند مقدار مجوزهایی که در اختیار دارند را با خریدوفروش آن تغییر دهند. مزیت اصلی این طرح این است که کم‌هزینه‌تر است و انگیزه‌های زیادی برای کاهش هزینه‌ها ایجاد می‌کند. اگر سازمان نظارت بر محیط‌زیست از کل انتشار آلودگی بی‌خطر یا مقدار معادل "استاندارد اختیاری[۱۳۶]" آگاهی داشته باشد، می‌تواند کل مقدار مجوزها را معادل هدف کارایی تخصیصی صادر کند.

اصول اساسی در این حالت مانند حالت مجوزهای بهره‌برداری از یک منبع طبیعی است، که در آن سازمان نظارت بر محیط‌زیست سطح بهره‌برداری را مشخص و مقدار کل مجاز بهره‌برداری را، برای مثال برحسب تن یا تعداد صیادان برای ذخیرهٔ یک ماهی خاص، تعیین می‌کنند. مجوزهای بهره‌برداری صادرشده می‌تواند توسط بنگاه‌ها یا افراد برداشت کننده از منبع مورد نظر خریدوفروش شود.

از نمونه‌های بارز سهمیه‌های مبادله پذیر می‌توان به مقدار بهره‌برداری مجاز آبزیان در بخش شیلات، حقوق بهره‌برداری از منابع معدنی و مجوزهای قابل خریدوفروش تخلیهٔ پساب‌ها[۱۳۷] اشاره کرد. ایالات‌متحدهٔ آمریکا پس از تصویب قانون هوای پاک در سال ۱۹۹۰، که به سازمان حفاظت از محیط‌زیست (EPA) این کشور اجازه می‌داد اقدام به تعیین سقف مجاز انتشار دی‌اکسید گوگرد (که عامل اصلی باران‌های اسیدی است) برای بنگاه‌هایی کند که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند، مبادلهٔ انتشار آلاینده‌ها را آغاز کرد. اجرای برنامهٔ مجوزهای مبادله پذیر آن‌گونه بر اساس قانون هوای پاک به کار گرفته شد، در مقایسه با روش فرمان- کنترل موجب کاهش انتشار مه دود[۱۳۸] و باران‌های اسیدی با هزینه‌های اقتصادی بسیار پایین‌تر شد. روش‌های دیگر برای استفاده از رویکرد مجوزهای مبادله پذیر برای بخش‌های خاص نیز تو سعه یافته است که در این زمینه می‌توان برای مثال از مدیریت مواد زائد شهری[۱۳۹] (در بریتانیا)، استفاده از منابع تجدید پذیر (در دانمارک و ایتالیا) اشاره کرد. هم‌اکنون پژوهشگران در صدد توسعهٔ

136. Allocative efficiency
137. Effluents
138. Smog
139. Municipal Waste Management

گزینه‌هایی برای استفادهٔ نظام‌مند از مجوزهای مبادله پذیر در بخش حمل‌ونقل هستند.

به‌طورکلی دو نوع سیستم مجوزهای مبادله پذیر وجود دارد، که شامل برنامهٔ "تعیین سقف و مبادله[۱۴۰]" و برنامهٔ "اعتبار کاهش انتشار[۱۴۱]" است. در حالت دوم، پیش از شروع عملیات سیستم یک مقدار پایه برای هر منبع مشارکت‌کننده در ایجاد آلودگی تعیین می شود. به هر مشارکت‌کننده در صورتی‌که بتواند به مقداری بیش از هدف تعیین شده بر سد اعتبار تعیین می شود و اجازه خواهد داشت این اعتبار را به فروش برساند. برنامه "تعیین سقف و مبادله" مستلزم تصمیم‌گیری سازمان نظارت بر محیط‌زیست دربارهٔ کل انتشار (یا بهره‌برداری از منابع طبیعی) مجاز- همان سقف تعیین شده- و تقسیم آن بین بنگاه‌های مشارکت‌کننده است. در این برنامه مقدار مشخصی را به‌عنوان سقف انتشار آلاینده‌ها یا بهره‌برداری از منابع طبیعی برای یک دورهٔ زمانی خاص تعیین می شود. هیچ یک از بنگاه‌ها حق ندارند بیش از مقدار سهمیه تعیین شده در مجوز خود آلودگی منتشر (یا از منابع طبیعی بهره‌برداری) کنند. در چارچوب برنامهٔ کاهش انتشار، مشارکت‌کنندگان می‌توانند مجوزها را بین خود خریدوفروش کنند.

در این روش سطحی از آلودگی توسط دولت برای مجموعه‌ای از بنگاه‌ها و برای آلودگی خاصی (برای نمونه SO_2) مشخص می شود (مثلاً انتشار روزانه ۱۰۰۰ تن). در این حالت برای سیاست‌گذار یا دولت مهم نیست که کدامیک از بنگاه‌ها چه میزان آلاینده تولید می‌کند، هدف اصلی دولت کنترل میزان انتشار به میزان سقف تعیین‌شده (۱۰۰۰ تن) است. این شیوه باعث توقف تولید نمی شود. به عبارتی ایجاد آلودگی مستلزم پرداخت هزینه است. پس از تعیین سقف آلودگی مجوزها و سهمیه‌های انتشار به بنگاه‌ها داده می‌شود. در مرحله بعد بنگاه‌ها می‌توانند با یکدیگر وارد مبادله شوند و مجوزهای خود را با یکدیگر مبادله می‌کنند. در این صورت بنگاه‌هایی که هزینه نهایی کاهش آلودگی آن‌ها کمتر و به عبارتی از تکنولوژی بهتری برای کنترل انتشار برخوردارند، فروشنده و بر عکس بنگاه‌هایی که دارای "هزینه نهایی کاهش (MAC)" بالاتر هستند و از تکنولوژی کنترل آلودگی پایین‌تری برخوردارند، خریدار مجوزها می‌باشند.

از مهم‌ترین مزایای این ابزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- انگیزه‌های اقتصادی در بنگاه‌ها برای کاهش انتشار و خلاقیت و نوآوری در بنگاه‌ها به وجود می‌آید
- این شیوه هزینه‌های چندانی برای سیاست‌گذاران محیط‌زیست و دولت ندارد (هزینه اجرایی کم).
- کارایی این روش در مورد برخی از آلاینده‌ها کاملاً به اثبات رسیده است.

از مهم‌ترین معایب این ابزار اقتصادی، مشکلات مربوط به تعیین میزان کل انتشار آلاینده‌ها در محیط‌زیست است. زیرا برای تعیین میزان انتشار بهینه، باید قدرت خود پالایی محیط‌زیست (آب یا هوا) تعیین شود که این کار نیاز به اطلاعات و تخصص بسیار زیاد خصوصاً در کشورهای درحال‌توسعه‌درحال‌توسعه، دارد. ضمناً وضعیت آلودگی در بسیاری از زیست‌بوم‌ها به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه‌درحال‌توسعه‌ای نظیر ایران (مانند رودخانه زرجوب رشت)، به حدی بالا است که از ظرفیت خود پالایی[۱۴۲] فراتر رفته و عملاً فاقد خاصیت خود پالایی هستند، بنابراین این شیوه علیرغم موفقیت‌های قابل قبول در کشورهای توسعه‌یافته، در کشورهای درحال‌توسعه‌درحال‌توسعه به دلیل کمبود اطلاعات و آلودگی بسیار شدید برخی از زیست‌بوم‌های حیاتی، ممکن است از کارایی لازم

140. Cap – and – trade sheme
141. Emission reduction credite
142 -Self-purification

برخوردار نباشد با این حال این شیوه در مورد انتشار آلاینده‌های هوا بسیار کارایی دارد (پیرابند ۷).

پیرابند ۷. مبادلهٔ مجوزهای انتشار در اتحادیهٔ اروپا

در اول ژوئن سال ۲۰۰۵ اتحادیهٔ اروپا اجرای برنامهٔ مبادلهٔ مجوزهای انتشار خود را آغاز کرد. هدف این برنامه کاهش پیامدهای تغییرات آب‌وهوا از راه کاهش انتشار کربن با ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری در ارتقای کارایی انرژی و فناوری‌های پاک بود. بر اساس مفاد این برنامه، به هر یک از صنایع منتشر کننده دی‌اکسید کربن (CO_2) سهمیه‌های انتشار مبادله پذیر بر اساس ظرفیت‌های نصب شدهٔ آن‌ها تخصیص می‌یابد که در آن مقدار دی‌اکسید کربنی که هریک از آن‌ها می‌توانند در سال منتشر کنند، مشخص می‌شود. اصل مهم برنامهٔ یاد شده توانایی بنگاه‌ها برای مبادلهٔ سهمیه‌های خود به‌منظور دستیابی به کاهش انتشار با کمترین هزینه در همهٔ کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا است.

برنامهٔ مبادلهٔ مجوزهای انتشار اتحادیهٔ اروپا (EU ETS) بزرگ‌ترین بازار مبادلهٔ انتشار را در جهان به وجود خواهد آورد. مشارکت در این برنامه برای بنگاه‌های تحت پوشش، مرحلهٔ اول اجرای برنامه اجباری است. این بنگاه‌ها شامل تولیدکنندگان برق، پالایشگاه‌های نفت، تولید آهن و فولاد، سیمان کلینکر و تولید آهک، صنایع شیشه، تولید آجر و تولید خمیر و کاغذ است. افزون بر این، هر بنگاهی که مصرف برق آن بیش از ۲۰ مگاوات است، از جمله فعالیت‌هایی که در یک مکان جمع شده‌اند، نیز مشمول این برنامه هستند (بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها و شرکت‌های عمده‌فروشی بزرگ می‌توانند تحت پوشش این برنامه قرار گیرند). برای اطلاعات بیشتر به نشانی اینترنتی زیر مراجعه کنید:

http://www.europa.eu.int/comm/environment/climate/emission.htm

عوارض بر محصولات، نوع خاصی از عوارض هستند که بر محصولاتی وضع می‌شود که در فرایند تولید آن‌ها موادی مصرف می شوند که دارای اثرات سوء بر محیط‌زیست هستند. میزان عوارض بر این محصولات بر اساس خساراتی که از جانب این تولیدات بر محیط‌زیست تحمیل می‌کنند، تعیین می‌شود. به‌عنوان نمونه می‌توان وضع عوارض بر برخی از محصولات حاوی گازهای مخرب لایه ازن در بعضی از کشورها اشاره کرد.

سیستم ودیعه – بازپرداخت یکی دیگر از ابزارهای اقتصادی است که عمدتاً با هدف ارتقاء بازیافت برخی از محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم مزبور مستلزم پرداخت ودیعه برای فرآورده‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست است. چنانچه این فرآورده‌ها پس از مصرف به محل‌های مجاز جمع‌آوری و بازیافت بازگردانده شوند، ودیعه پرداخت شده، به مصرف کننده عودت داده می‌شود.

این سیستم ابتدا هزینه‌هایی را بر مصرف‌کنندگان یا آلوده‌کنندگان تحمیل می‌کند که آن را سپرده می‌نامند و از این سپرده برای پرداخت هزینه‌های خسارت‌های بالقوه زیست‌محیطی استفاده می‌شود. سپس به دلیل انجام اقدامات مثبت نظیر پس فرستادن یک محصول (نظیر پس دادن شیشه‌های پلاستیکی) برای بازیافت یا معدوم کردن آن، این هزینه به مصرف‌کنندگان عودت داده می‌شود.

۹,۳. کنترل و فرمان (قوانین و مقررات مستقیم) نظیر استانداردهای محیط‌زیست:

ابزارهای کنترل و فرمان روش غالب قوانین و مقررات زیست‌محیطی در اکثر کشورهای جهان محسوب می شوند. این رویکردها عمدتاً برای کنترل آلودگی‌ها و مدیریت منابع دارای مالکیت مشترک[۱۴۳] (نظیر مدیریت شیلات در آب‌های سرزمینی[۱۴۴]) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ابزارهای کنترل ـــــ فرمان که در حال حاضر در مراحل مختلف تولید و فرایند تولید آلودگی ملاک عمل قرار می‌گیرند، شامل استفاده از نهاده‌ها، روش‌های تولید، مقدار کالاهای تولید شده، خروجی‌های انتشار، محل انتشار و میزان آلودگی محیط پیرامون[۱۴۵] است. هدایت و کنترل در نزدیک‌ترین محل انتشار که هدف اصلی است، یعنی میزان آلودگی محیط پیرامون، به آلوده‌کنندگان این امکان را می‌دهد تا به میزان کاهش مورد نظر دست پیدا کنند.

همان‌گونه که از نام این رویکرد برمی‌آید، این رهیافت شامل نوعی نظارت است که بر مبنای آن آلوده‌کنندگان نباید از یک حد مشخص انتشار آلاینده‌ها تجاوز نمایند. در این شیوه یک سطح آلودگی تعیین می شود و بر اساس آن‌ها بنگاه‌ها مکلف می شوند تا میزان انتشار خودشان را در آن سطح کنترل نمایند. در صورت عدول بنگاه‌ها از سطح استاندارد، جرائم سختی برای بنگاه‌های آلوده کننده تعیین می شود (به‌عنوان مثال تعطیلی بنگاه). زمانی که استانداردها از لحاظ حقوقی تعریف می شوند، می‌توان آن‌ها را به سه دسته به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

- **استانداردهای آزاد[۱۴۶]**

در این حالت، سطح کیفی محیط‌زیست برای هوا یا آب تعیین می شود. معمولاً این استانداردها به صورت حداکثر مجاز برخی از آلوده‌کننده‌های خاص در محیط‌زیست بیان می‌شوند و سازمان‌های مسئول محیط‌زیست هم برای تعیین کیفیت آب و هم برای تعیین کیفیت هوا از استانداردهای آزاد استفاده می‌کنند.

- **استانداردهای مبتنی بر فناوری[۱۴۷]**

این استانداردها، ابزار یا روش‌هایی را برای رسیدن به سطح معینی از آلودگی تعیین می‌کند. همان‌طور که از نام آن پیدا است، بر نوعی از کاهش آلودگی تأکید دارد که تمامی بنگاه‌های آلوده‌کننده، ملزم به استفاده از آن‌ها می‌شوند (به‌عنوان مثال استفاده از فیلتر برای جلوگیری از انتشار گردوغبار در هوا توسط صنایع سیمان)

- **استانداردهای مبتنی بر عملکرد[۱۴۸]**

در این نوع از استانداردها، سطحی از آلودگی یا انتشار تعیین می شود که بنگاه ملزم به رعایت آن است. این استاندارد، انتشار آلودگی را که تمامی بنگاه‌های آلوده‌کننده تحت نظارت ملزم به رعایت آن هستند، تعیین می‌کند اما به فناوری مورد نظر اشاره نمی کند.

این ابزار سیاست‌گذاری، به مانند سایر ابزارهای بررسی شده در بخش‌های قبل، دارای نقاط قوت و ضعف‌هایی است. از مهم‌ترین

143 -Common property resources
144 -Territorial waters
145 - Ambient pollution levels
146 - Ambient Standards
147 - Technology-Based Standards
148 - Performance-based Standards

نقاط قوت این ابزارها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار می‌باشند و عملی‌تر هستند.
- از مقبولیت اجتماعی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار هستند.
- منطبق با اصل احتیاطی[۱۴۹] می‌باشند.
- ارزیابی نتایج استانداردها ساده‌تر است.
- در مواردی که آثار و پیامدهای انتشار آلاینده‌ها بر محیط‌زیست با عدم قطعیت مواجه است، این شیوه از کارایی بیشتری برخوردار است.

این رویکرد دارای نقاط ضعف فراوانی است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اجرای این روش بسیار پرهزینه است. زیرا نظارت بر رعایت استاندارد مستلزم به‌کارگیری نیروی انسانی، دستگاه‌های اندازه‌گیری و نمونه‌برداری از بنگاه‌ها است.
- در این شیوه، بنگاه‌ها انگیزه‌ای برای خلاقیت و نوآوری برای کاهش آلودگی‌ها ندارند.
- این شیوه به اطلاعات بسیار زیادی در مورد سطح بهینه آلودگی و آستانه آلودگی‌ها نیاز دارد. این موضوع خصوصاً در مورد ایران بسیار حائز اهمیت است. زیرا استانداردهای ایران اولاً ملی بوده و اکثر آن‌ها برگرفته و ترجمه استانداردهای سایر کشورها است که بعضاً بسیار سخت و اجرای آن‌ها بسیار پرهزینه است. مضافاً بسیاری از استانداردهای کشور ملی بوده و تناسبی با شرایط منطقه‌ای کشور ندارد.
- در اجرای این شیوه بسیاری از سؤالات را باید از بنگاه‌های آلاینده اخذ کرد که در بسیاری از موارد، پاسخ‌های گمراه‌کننده می‌دهند.
- نظارت بر این شیوه خصوصاً در کشورهایی که صنایع کوچک و متوسط (SMEs[۱۵۰]) زیاد هستند، بسیار مشکل است.
- در این رویکرد تناسب مناسبی بین تخلف از استانداردهای مجاز و میزان جرائم وجود ندارد و در برخی موارد اعمال جرائم با سخت‌گیری همراه نیست.
- امکان تخلف از استانداردهای مصوب در این رویکرد به‌سادگی امکان‌پذیر می‌باشد.

به‌این‌ترتیب مشاهده می شود که رویکردها و ابزارهای اقتصادی، سازوکارهای مناسبی برای استفاده بهینه از منابع طبیعی و محیط‌زیستی محسوب شده و به‌عنوان مکمل قوانین و مقررات می‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در دستیابی به اهداف توسعه پایدار داشته باشند؛ اما باید توجه کرد که هیچ ابزار سیاستی خاصی وجود ندارد که بتواند در کلیه شرایط بهترین گزینه باشد. بنابراین استفاده از هرکدام از آن‌ها به شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و محیط‌زیستی کشورها بستگی دارد. استفاده از مجموعه‌ای از این ابزارها بهترین گزینه است که باید در کانون توجه قرار گیرند. در شرایطی که اعمال سیاست‌های بهره‌برداری از منابع و آثار آن‌ها بر محیط‌زیست، با عدم قطعیت همراه است، رویکردهای کنترل – فرمان (نظیر استانداردها) نسبت به سایر رویکردها ارجحیت دارند، اما در شرایطی که عدم قطعیتی در مورد استفاده از منابع و آثار آن بر محیط‌زیست وجود نداشته و فرایندهای حاکم بر محیط‌زیست شناخته شده باشند، رویکردهای مبتنی بر بازار ارجح هستند.

149 - Precautionary Principal

150 - Small and Medium Enterprises

۱۰. جمعبندی

اقتصـــاد جهانی در حال فراتر رفتن از محدودیت های کره زمین اســـت. از یک ســـو منابع خام برای تولید و گردش اقتصـــاد محدودتر و کمیاب تر می شوند و از سوی دیگر آثار و پیامدهای ناشی از این فعالیت ها که به صورت طیف گسترده ای از آلاینده ها در محیط زیست (چاهک ها) تخلیه می شوند، قدرت خودپالایی خود را برای جذب و پالایش آلاینده از دست می دهند. زیرا کره زمین ســیاره‌ای با منابع محدود اســت. رشــد پدیده‌هایی چون توســعه شــهرنشــینی، ســکونت‌گاه‌ها، خودروها، و کارخانه‌ها نمی‌توانند به طور نامحدود اســـتمرار داشـــته باشـــد زیرا نظام کره زمین ســـیســـتم بســـته ای قلمداد می شـــود. با این حال، محدودیت‌های رشد صرفا محدودیت در افزایش تعداد انسان‌ها، خودروها، سکونت‌گاه‌ها یا کارخانه‌ها، دست کم به طور مستقیم، نیست. محدودیت‌های رشد در واقع محدودیت‌های موجود در ظرفیت پذیرش و برای تداوم عرضه مواد و انرژی مورد نیاز برای حفظ فعالیت‌های انسانی و عملکرد سرمایه‌هایی چون خودروها، سکونت‌گاه‌ها و کارخانه‌هاست. اینها محدودیت‌هایی هستند که بشر می‌تواند باتوجه به آن از منابع (محصولات کشاورزی، علوفه، چوب و آبزیان) بهره‌برداری کند و ضایعات و پسماندها (گازهای گلخانه‌ای، مواد سمی) را، بدون فراتر از ظرفیت تولید و جذب محیط‌زیست جهان، به محیط زیست تخلیه نماید، که پیش شرط آن گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی است، زیرا در چارچوب چنین اقتصادی از یک سو برداشت از منابع اولیه کاهش پیدا می کند و ضایعات و پسماندها می توانند مجددا وارد چرخه تولید شوند و از سوی دیگر انتشار ضایعات و پسماندها کاهش پیدا می کند، که این فرایندها به محیط زیست و چاهک های موجود در آنها (جو، زمین، خاک، رودخانه ها، دریاها و اقیانوس ها) این امکان را می دهد تا بتوانند آلاینده های حاصل از فعالیت های اقتصادی را جذب و پالایش نمایند.

در ســطح ملی نیز گذار از اقتصــاد خطی به اقتصــاد چرخشــی با حفظ پایداری ذخایر مواد خام و انرژی می تواند تاب آوری اقتصادی جامعه را افزایش دهد و از سوی دیگر با کاهش انتشار آلایندها در محیط زیست باعث ثبات و پایداری محیط زیست شده سلامت جامعه جامعه را به دنبال داشته باشد.

به این ترتیب با گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی و سازوکارهای حاکم بر آن مواد مصرفی و خام فرایندهای تولید با دقت و سازگار با محیط زیست طراحی می شوند تا از یک سو به دفعات وارد چرخه تولید و مصرف شده، ضایعات و پسماندهایی تولید نکنند. در رویکرد اقتصاد چرخشی، تمامی ضایعات و پسماندهای غذایی قابلیت تبدیل شدن به انواع کود و سایر محصولات دارند، مواد صنعتی، پلیمرها، آلیاژها و سایر ترکیبات مصنوعی جانبی حاصل از تولید با صرف حداقل مصرف انرژی و بالاترین کیفیت، مجدد در تولید کالاها استفاده می شوند.

انعطاف پذیری از طریق تنوع بخشی به کالاها، توسعه استفاده از انرژی های تجدید پذیر، پویایی و انطباق با شرایط نوین، ایجاد ارزش افزوده بیشتر، افزایش تاب آوری اقتصادی جوامع در برابر تکانه های ناشی از کمبود مواد خام، پایداری محیط زیست، ایجاد انگیزه برای توسعه خلاقیت ها و نوآوری، توسعه نگرش های نظامند و سایر مزیت ها در زمره مهمترین مزیت های اقتصـــاد خطی هســـتند که جامعه جهانی به طور عام و جمهوری اســـلامی ایران به طور اخص یا دیروز یا زود باید به ســـوی این رویکرد اقتصادی حرکت کند تا بتواند تاب آوری جامعه را در برابر چالش های روز افزون محیط زیستی و اقتصادی افزایش دهد.

بر این اساس در این گزارش، پس از مقدمه به صورت خلاصه ضرورت گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی اشاره شد. در ادامه پیشینه اقتصاد چرخشی و رویکردهای حاکم بر این رویکر مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش شش رویکرد سیاره زمین و اقتصـاد محیط زیسـت، بوم شـناسـی صـنعتی، گهواره تا گهواره، اقتصـاد کارآمدی (اقتصـاد مبتنی بر عملکرد)، اقتصـاد آبی، الگوبرداری زیستی و اقتصاد اتمی که در بسط و تکامل اقتصاد چرخشی نقش داشتند مورد بحث قرار گرفت و مزیت و معایب آنها مورد بحث قرار گرفت. پس از بحث در مورد ســـازوکارهای حاکم بر هریک از این رویکردها، انواع ابزارهای اقتصـــادی برای نهادینه کردن و توسعه اقتصاد چرخشی در جهان وجود دارند مورد بررسی قرار گرفتند و مزایا و معایب هر کدام از این ابزارها

ارایه شدند.

یکی از مهمترین نتایج این پژوهش که رویکرد اقت صاد چرخ شی و ابزارهای اقت صادی حاکم بر آن، و سایر سازوکارها مانند سرمایه گذاری در زیربناهای اقت صاد چرخ شی، بازنگری در الگوهای تولید و م صرف و غیره سازوکارهای منا سبی برای ا ستفاده بهینه از منابع طبیعی و محیط زیستی محسوب می شوند و صرفا از این راه می توان به اهداف توسعه پایدار به طور عام، و اقتصاد چرخشی به طور اخص دست پیدا کرد. البته باید توجه کرد که اتخاذ رویکر د اتخاذ چرخشی و نهادینه کردن آن در جامعه م ستلزم حمایت و پشتیانی تمامی ارکان جامعه از سطوح ت صمیم گیری، سیا ست گذاری و اجرایی تا بخش خ صو صی و تمامی اق شار جامعه ا ست، و در این میان اتاق های بازرگانی سرا سر ک شور به عنوان نماینده و پارلمان بخش خ صو صی نقش تعیین کننده ای دارند.

۱۱. توصیه ها و مضامین سیاستی

- ایجاد عزم ملی برای توسعه اقتصاد چرخشی در نظام اقتصادی کشور
- ایجاد درک مشترک سطوح تصمیم گیری و تصمیم سازی در خصوص گذار از اقتصاد خطی به اقتصاد چرخشی
- انتقال تجارب کشورهای پیشرو در زمینه اقتصاد چرخشی
- ایجاد یک واحد درسی اقتصاد چرخشی در تمامی دوره های دانشگاهی رشته های مهندسی و فنی
- تقویت و توانمند سازی نقش و کارکرد اتاق های بازرگانی برای توسعه اقتصاد چرخشی در کشور
- برگزاری دوره ها و کارگاه های آموزشی در زمینه سازوکارهای گذار به اقتصاد چرخشی
- تدوین قوانین و مقررات لازم در زمینه حمایت و پشتیبانی از گذار به اقتصاد چرخشی
- تقویت و توانمند سازی بخش خصوصی، بویژه تولید کنندگان کالاها و خدمات برای اجرای اقتصاد چرخشی
- ادغام ملاحظات اقتصاد چرخشی در سیاست ها و برنامه های توسعه کشور بویژه برنامه هفتم توسعه

منابع ماخذ

- مدوز و همکاران(۱۳۸۸)، محدودیت های رشد- به هنگام شده پس از سی سال، ترجمه علی حبیبی، فرزام پوراصغر سنگاچین، انتشارات موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی

-کامان. مایکل، استاگل زیگرید (۱۳۸۹)، مقدمه‌ای بر اقتصاد بوم‌شناختی، ترجمه اسماعیل صالحی، علی حبیبی، فرزام پوراصغر سنگاچین، دانشگاه تهران

- پوراصغر سنگاچین، فرزام، استفاده از ابزارهای اقتصادی برای حفاظت از محیط زیست، فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست، شماره ۳۵، ۱۳۸۰.

-پرمن. راجر، یوما، جیمز مک گیل ری (۱۳۸۲) اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی، ترجمه حمید رضا ارباب، انتشارات نشر نی

- ماناهان. ای. استانلی (۱۳۹۰) بوم شناسی صنعتی، ترجمه سید حسین هاشمی، فرزام پوراصغر سنگاچین، اطهره نژادی، فاطمه غفاری رهبر، انتشارات ترجمان خرد

- سجادی فر. سید حسین (۱۳۹۷)، نقش بی بدیل اقتصاد چرخشی درتوسعه پایدار صنعت آب و فاضلاب، نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب، سال سوم، شماره ۱

- لستر براون ، اقتصاد زیست محیطی – ترجمه حمید طراوتی – انتشارات نشر هوای تازه ۱۳۸۱

- پوراصغر سنگاچین . فرزام ، اسمعیل اسدی (۱۳۹۷)، آرمان ها و شاخص های توسعه پایدار(SDGs)، سازمان برنامه و بودجه، امور برنامه ریزی، نظارت و آمایش سرزمین

- طبیعت آمازون در محاصره معادن طلای غیرقانونی (۱۳۹۷)، ۲. خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا) https://www.isna.ir/news

- Murray A., Skene K. and Haynes K. 2015. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. Journal of Business Ethics, Springer Science+Business Media Dordrecht
- -Global Footprint Network, 2014: available at: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/iran_islamic_republic_of/
- Murphy, A. 1993. “John Law and Richard Cantillon on the circular flow of income”. The European Journal of the History of Economic Thought, 1 (1), 47-62.
- Andersen, M. S. (2007) ‘An introductory note on the environmental economics of the circular economy’, Sustainability Science, vol. 2, no. 1, pp. 133–140.
- Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) ‘A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems’, Journal of Cleaner Production, vol. 114, pp. 11–32.
- Stahel, W. R. and Reday-Mulvey, G. (1981) Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy, Vantage Press
- Jackson, T 1991. Grasping the Nettle - some remarks on the challenge of auditing for Cleaner Production, proceedings of the UNEP/IEO seminar on Environmental Auditing in Cleaner Production Strategies, TEM, Lund, April 1991: 14.
- Murray, A., Skene, K. and Haynes, K. (2017) ‘The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context’, Journal of Business Ethics, vol. 140, no. 3, pp. 369–380.

- C-Vocher (2019), Circular economy vs. linear economy , Available at: https://c-voucher.com/circular-economy-vs-linear-economy/
- Pearce, D. W. and Turner, R. K. (1990) Economics of natural resources and the . environment, London, Harvester Wheatsheaf. New York
- Hansen, K., Mulhall, D. and Zils, M. (2014) LUXEMBOURG AS A KNOWLEDGE CAPITAL AND TESTING GROUND FOR THE CIRCULAR ECONOMY: National Roadmap for Positive Impacts. Tradition, Transition, Transformation, EPEA Internationale Umweltforschung GmbH
- Ellen MacArthur Foundation (2017b) Cradle to Cradle in a Circular Economy - Products and Systems [Online]. Available at https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/ schools-of-thought/cradle2cradle (Accessed 18 November 2017).
- Wautelet ,Thibaut (2018), The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution, Working Paper,avalable at: https://www.researchgate.net/publication/322555840
- Stahel, W. R. and Reday-Mulvey, G. (1981) Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy, Vantage Press.
- Stahel, W. R. (2010) The performance economy, 2nd edn, Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- Stahel, W. R. and Clift, R. (2016) 'Stocks and Flows in the Performance Economy', in Clift, R.and Druckman, A. (eds) Taking Stock of Industrial Ecology, Cham, Springer International Publishing, pp. 137–158.
- ,Pauli, G. A. (2010) The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs, Taos NM Paradigm Publications
- Biomimicry 3.8 (2016) A conversation with author Janine Benyus [Online]. Available at :https biomimicry.net/the-buzz/resources/conversation-author-janine-benyus/ (Accessed 22 August 2017).
- Benyus, J. M. (1997) Biomimicry: Innovation inspired by nature, New York, Morrow.
- E. MANAHAN .STANLEY (2010), ENVIRONMENTAL CHEMISTRY,NINTH EDITION, CRC Press ,Taylor & Francis Group
- Wautelet ,Thibaut (2018), The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution, Working Paper,avalable at: https://www.researchgate.net/publication/322555840
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y. and Yu, X. (2013) 'A review of the circular economy in China :Moving from rhetoric to implementation', Journal of Cleaner Production, vol. 42, pp. 227.–215
- Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) 'A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems', Journal of Cleaner Production, vol. 114, pp. 11–32.
- Preston, F. (2012) A Global Redesign? Shaping the Circular Economy, Chatham House – The Royal Institute of International Affairs Briefing paper.
- Kolstad .D.Charles, Environmental Economics, Oxford University Press,New York, 2000.