

بسم الله الرحمن الرحيم

نام و نام خانوادگی نویسندگان:

مرضیه اصل قاسمی ۴۰۰۲۰۰۰۳۲

سمانه نوری ۴۰۰۲۰۰۰۹۸

موضوع پروژه:

Dematerialization

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رجبی

زمستان ۱۴۰۰

چکیده.....	۳
کلید واژه.....	۳
۱.مقدمه.....	۳
۲.مصرف منابع	۴
۱-۲.سناریو های مرتبط با مصرف منابع اولیه و Dematerialization.....	۶
۱-۱-۲.سناریو بیس لاین.....	۶
۲-۱-۲. آژانس بین المللی انرژی.....	۸
۳-توسعه پایدار و Dematerialization.....	۱۱
۴- استراتژی های اعمال Dematerialization.....	۱۲
۵-اقتصاد محیط زیست و Dematerialization.....	۱۵
۶-بررسی وضعیت ایران	۱۷
۷-نتیجه گیری	۲۰
۸-منابع.....	۲۱

چکیده

موضوع توسعه پایدار توجه ها را به سمت مقدار استفاده از مواد اولیه و جریان انرژی در اقتصاد به عنوان عوامل بنیادین موثر در مشکلات زیست محیطی جلب کرد. ساختار ورودی و خروجی مواد و انرژی محصولات به طور مستقیم بر روی شدت مشکلات اکولوژیکی اثر می گذارد.

تقریباً هرگونه دستکاری در طبیعت و استخراج و مصرف ماده، حتی بدون تبدیل شدن به مواد سمی یا تلفات، بر روی اکولوژی زمین اثر می گذارد زیرا بنابر قانون ترمودینامیک هر گونه دخل و تصرف در طبیعت اثر بازگشت ناپذیر است. به منظور تحقق توسعه پایدار مصرف مواد اولیه و تولید اتلافات باید به نصف کاهش یابد، که به آن ماده زدایی گفته می شود.

در این مقاله مفهوم توسعه پایدار، استراتژی های پیاده سازی ماده زدایی، عوامل موثر بر ماده زدایی و ارتباط آن با سایر موارد مورد بررسی قرار گرفته است.

کلید واژه

ماده زدایی، توسعه پایدار، مواد اولیه، اکولوژی صنعتی

۱. مقدمه

ماده زدایی (Dematerialization)، به کاهش نسبی یا مطلق مقدار ماده خام مورد استفاده یا مقدار اتلاف و پسماند ایجاد شده به هنگام تولید یک واحد خروجی اقتصادی اطلاق می شود که یک استراتژی ضروری برای پیشرفت اکولوژی صنعتی است. در طی قرن ها، وابستگی جامعه به منابع خام طبیعی و تاثیرات آن مورد توجه بوده است [۱].

مواد مورد استفاده بشر در اوایل پیدایش شامل سنگ های خام موجود در طبیعت بود اما با تغییر سبک زندگی به سمت مواد فرآوری شده حرکت کرده است. تا پیش از دوران کنونی استخراج و بهره برداری از منابع خام دشوارتر بود از این رو به بازیافت و استفاده مجدد کالاها بیشتر توجه می شد. اما در دوران مدرن با پیشرفت فناوری استخراج و پالایش منابع طبیعی، افزایش جمعیت، ترویج فرهنگ مصرف گرایی و ... بهره برداری از منابع به میزان چشمگیری افزایش یافته است به طوریکه از در ابتدای قرن بیستم میزان استخراج سالانه مواد خام کمتر از ۱۰ میلیارد تن بوده اما در سال ۲۰۱۰ بیش از ۷۰ میلیارد تن تخمین زده شده است.

این حجم از مصرف مواد به ویژه در کشور های با اقتصاد متکی به منابع خام، مشکلاتی از قبیل فرسایش خاک، آلودگی هوا، ورود سموم به اکوسیستم، خطر اتمام منابع برای آیندگان و ... به بار آورده است.

نگرانی از بروز بحران های فراگیر زیست محیطی و نبود دسترسی به منابع در آینده، پیشران مفهوم توسعه پایدار بوده است. منظور از توسعه پایدار، توسعه و رشد درآمد در عین حفظ و بهبود وضعیت زیست بوم در ناحیه ای

خاص و یا در کل جهان است. با تحقق توسعه پایدار، میزان آسیب به زیست بوم تا حدی کاهش می یابد که قابلیت بازیابی و بازگشت به وضعیت اولیه وجود داشته باشد [۲].

در رابطه با مساله ماده زدایی، اختلاف نظر وجود دارد. بنابر فرضیه ماده زدایی، بسیاری معتقدند که این مساله یک رویداد طبیعی در روند توسعه اقتصادی است. ارتباط این بحث با اکولوژی صنعتی دو رویه دارد. ابتدا، اگر چنین باشد که اقتصاد ها در نقطه ای خاص از توسعه خود دچار ماده زدایی شوند، آن گاه، نیاز به تغییر شعاعی در متابولیسم جامعه کمتر ضروری خواهد بود. سپس، روش های جدید توسعه یافته برای تحقیقات تجربی در مورد فرضیه ماده زدایی برای ارزیابی میزان تلاش لازم برای کاهش وابستگی جامعه به ماده اولیه مفید است.

ماده زدایی نتیجه تغییر تقاضا برای محصولات نهایی در مراحل مختلف توسعه اقتصادی تلقی می شود. زیرا افزایش تقاضا برای محصولات و سرویس ها با ارزش افزوده بالاتر باعث کاهش نرخ سرانه شدت مواد می شود.

زمانیکه بازار یک ماده خاص اشباع شود، نرخ مصرف آن با واحد کیلوگرم بر واحد GDP کاهش پیدا می کند و در مرحله بعد حتی نرخ سرانه مصرف آن هم کاهش می یابد. ریشه نرخ سرانه ماده زدایی ممکن است از نوآوری های فرآیند یا محصول نشات گرفته باشد همچنین بازدهی مواد مورد استفاده از مواد جایگزین و تغییر ترجیحات مصرف کننده تا افزایش درآمد بر روی آن تاثیرگذار هستند.

چندین نویسنده موضوع ماده زدایی را به چالش کشیده اند. لابیسی و ودل بیان کردند که در جامعه بیشتر جایگزینی مواد در مقایسه با ماده زدایی رخ می دهد. شدت مصرف مواد در جامعه منحنی S مرسوم (رشد، بلوغ، میرایی) تبعیت می کند. برخی معتقدند دوره های ماده زدایی به دنبال دوره های تجدید مواد (Rematerialization) رخ می دهند. این الگو توسط دیدگاه تکاملی رشد اقتصادی با تعادل نقطه گذاری شده که در آن بازه های رشد اقتصادی بالانس شده که توسط خوشه های نوآوری قطع شده است.

ماده زدایی به دو عامل نرخ رشد اقتصادی و نرخ بازدهی مصرف مواد در طول زمان بستگی دارد. برای اعمال ماده زدایی حداقل باید نرخ بازدهی بدست آمده بزرگتر از نرخ رشد اقتصادی باشد. از آنجاییکه احتمال دارد در طول بازه های رشد اقتصادی متعادل، هرگونه افزایش بهره وری به تولید بیشتر منجر شود، رد پای افزایش مصرف مواد به جای ماده زدایی مشاهده خواهد شد. در نتیجه ماده زدایی یا کاهش مصرف مواد تنها زمانیکه یک تغییر بنیادین یا تکنولوژیکی در سطح جامعه رخ بدهد، مشاهده خواهد شد [۱].

۲. مصرف منابع

شدت مصرف مواد هر جامعه علاوه بر اهمیت زیست محیطی، پیامد های استراتژیک، ژئوپلیتیکال و امنیتی دارد. اهمیت مواد اولیه مورد استفاده در زندگی بشر تا حدی بوده که اعصار مختلف را بر حسب نوع مواد مصرفی رایج در آن دوران (سنگ، آهن، مفرغ و...) نامگذاری کرده اند [۲].

مواد اولیه و منابع طبیعی، منابع طبیعی ای هستند که عامدانه و برای استفاده در فعالیت های بشر به منظور خلق ارزش اقتصادی، استخراج و بر روی آنها کار انجام میشود. در رایج ترین تقسیم بندی، مواد خام به چهار گروه زیست توده ها، سوخت های فسیلی، مواد معدنی غیرفلزی و مواد معدنی فلزی تقسیم میشوند. پیش بینی ها بر اساس رویه جاری تولید و مصرف منابع طبیعی، تصویری نامطلوب از آینده را توصیف میکند. مطابق پیش بینی های مؤسسه تحقیقات علمی و صنعتی استرالیا تا سال ۲۰۳۰ تقریباً ۳ میلیارد نفر به جمعیت طبقه متوسط جهان اضافه و تقاضا برای فولاد و سیمان با افزایشی ۸۰ درصدی مواجه خواهد شد. قیمت غذا، انرژی، مواد اولیه و آب افزایش و هزینه استخراج نفت و فلزات تا دو برابر افزایش خواهد یافت. بازیافت ناکافی بسیاری از فلزات و نیاز به سرمایه گذاری قابل توجه در چرخه تأمین از جمله دیگر مشکلات پیش بینی شده میباشد که کنترل این مشکلات، مستلزم بکارگیری فوری تدابیر و سیاست های Dematerialization است.

در کشورهایمانند چین، آلمان و ژاپن، تولید با استفاده از مواد اولیه کمتر و استفاده مجدد از ضایعات تبدیل به قانون شده در حالی که کشورهای همچون آمریکا بدون تصویب قانونی جدید از ظرفیت های سازمان های دولتی و تدوین آئین نامه های اجرایی برای تحقق این هدف استفاده کرده اند.

کشورهای زیادی بر اساس تحلیل های حاصل از حسابرسی جریان مواد، اهداف سیاستی مشخصی را در اسناد برنامه ریزی بلندمدت خود تعیین نموده اند. متولیان سیاستگذاری این کشورها با تعیین اهداف کمی و دقیق و گاهاً به تفکیک بخش های اقتصادی، تلاش نموده اند تا مصرف منابع خود را تا سطح معینی کاهش دهند. به عنوان مثال آلمان با هدف گذاری بلندمدت برای افزایش دو برابری بازده مصرف انرژی و مواد خام تا سال ۲۰۲۰ و پایش مداوم و تصویب قانون و بسیاری دیگر از کشورها مانند ایرلند با هدف جدایش تدریجی رشد اقتصادی از تخریب محیط زیست، از طریق تدوین برنامه های بلندمدت و اسناد چشم انداز، این روش ها را مورد استفاده قرار داده اند.

در جدول ۱ لیست برخی از کشورها را که سیاست هایی مبتنی بر توسعه پایدار و Dematerialization به تصویب رساندند را داریم .

کشور	سال تصویب	عنوان سند	هدف
اتریش	۲۰۰۲	Austrian strategy for sustainable development	افزایش چهار برابری بازده مصرف منابع
ایرلند	۲۰۰۲	Ireland's strategy for sustainable development	جدایش تدریجی رشد اقتصادی از تخریب محیط زیست
ایتالیا	۲۰۰۲	Environmental Action Strategy for Sustainable Development in Italy	کاهش کل نیاز مواد خام به میزان ۲۵ درصد تا سال ۲۰۱۰، ۷۵ درصد تا ۲۰۳۰ و ۹۰ درصد تا ۲۰۵۰
هلند	۲۰۰۱	Fourth national environmental policy plan	موادزدایی به میزان ۲ تا ۴ برابر تا سال ۲۰۳۰
لهستان	۲۰۰۲	National environmental policy for 2003–2006	کاهش میزان شدت مواد به میزان ۴۰ درصد بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶
پرتغال	۲۰۰۴	National strategy for sustainable development ۲۰۱۵–۲۰۰۵	کاهش مصرف منابع در شرکتهای صنعتی به میزان ۱/۵ برابر

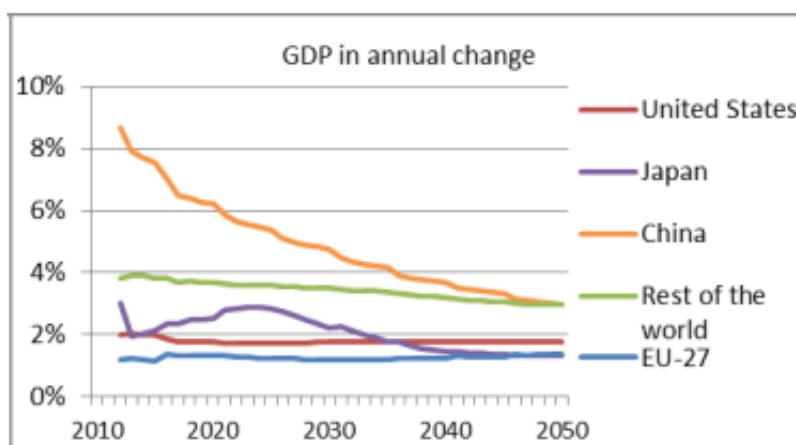
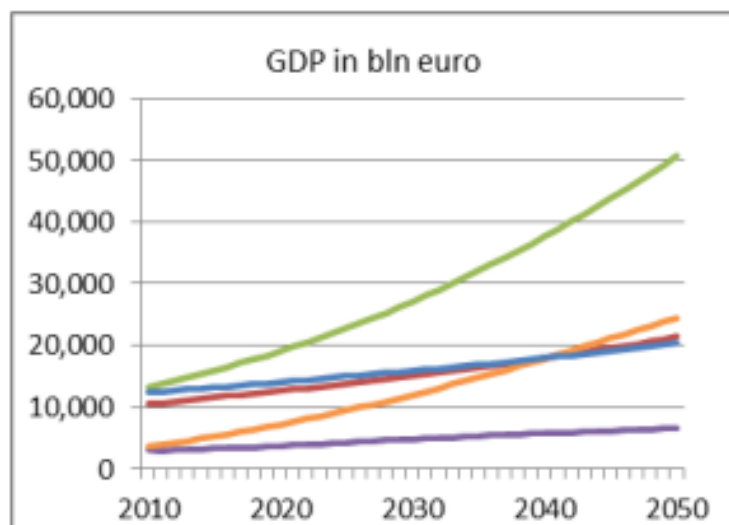
جدول ۱: سیاست های کشورها [۲]

۲-۱. سناریو های مرتبط با مصرف منابع اولیه و Dematerialization

۲-۱-۱. سناریو بیس لاین

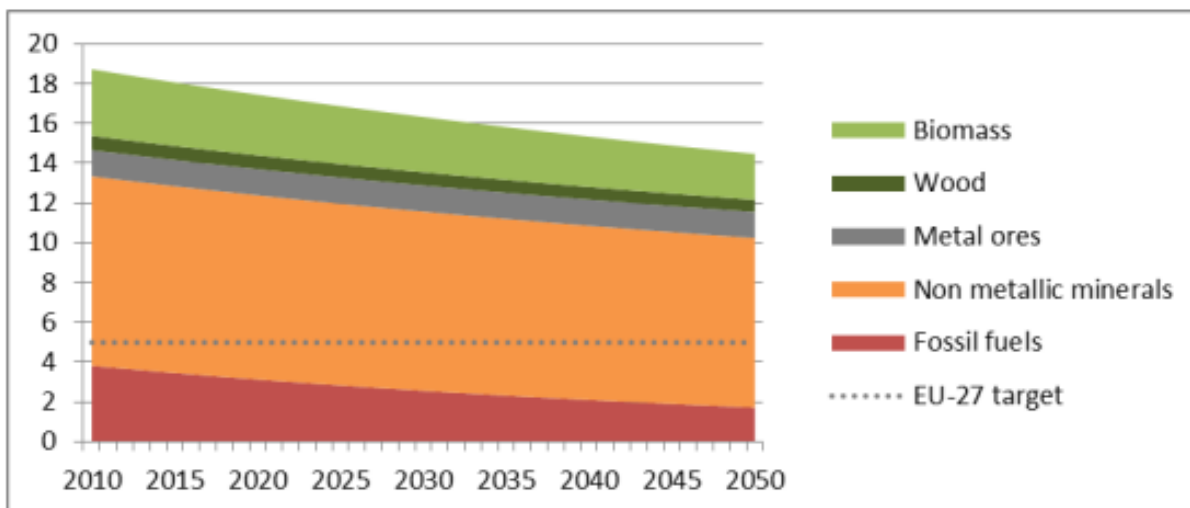
سناریو بیس لاین با استفاده از داده های تاریخی روند تغییرات تا سال ۲۰۵۰ را پیش بینی می کند. برای مثال در نمودار زیر روند رشد تولید ناخالص داخلی کشور ها در سال ۲۰۵۰ ترسیم شده است. بنابر این سناریو، سرعت

رشد GDP در کشورهای در حال توسعه به نسبت کشورهای توسعه یافته بالاتر خواهد بود. این روند ها با اتکا بر سرعت رشد تولید، جمعیت و تکنولوژی در کشورهای استخراج شده است [۳].



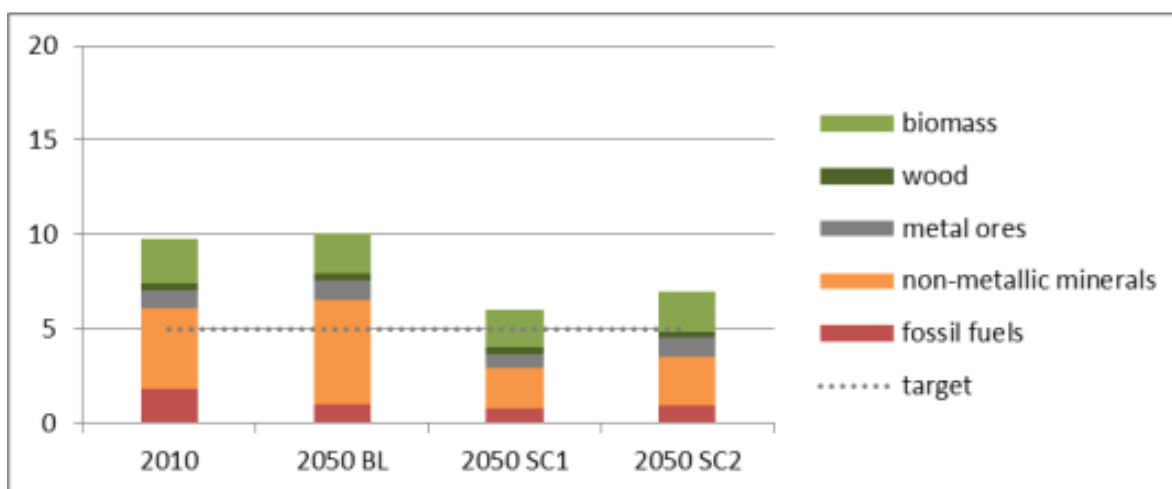
تصویر ۱: روند تغییرات GDP بنابر سناریو بیس لاین [۳]

تصویر زیر میزان مصرف مواد اولیه اروپا در طی سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ را نشان می دهد. پیش بینی می شود میزان مصرف مواد خام در اروپا از سرانه مصرف ۱۹ تن در سال ۲۰۱۰ به میزان سرانه ۱۴ تن در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد. هرچند هدف گذاری اروپا دستیابی به سرانه ۵ تن در سال ۲۰۵۰ است.



تصویر ۲: روند مصرف منابع اولیه در اروپا [۳]

همچنین مصرف روند تغییرات سرانه مصرف مواد خام در سطح جهانی در نمودار زیر ترسیم شده است.

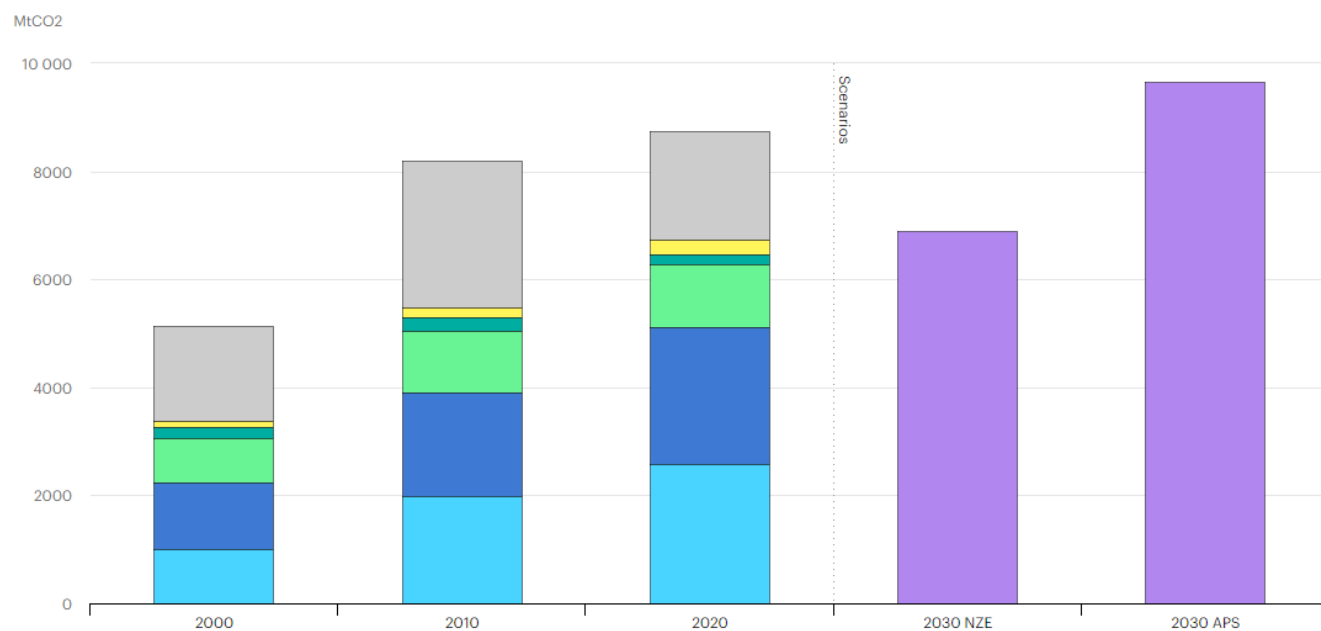


تصویر ۳: پیش بینی روند مصرف منابع اولیه در جهان [۳]

۲-۱-۲. آژانس بین المللی انرژی

سناریو های آژانس بین المللی انرژی روند مصرف انرژی بخش های مختلف و میزان تولیدات کربن دی اکسید را پیش بینی می کنند. یکی از هسته های مصرف انرژی در بخش صنعتی است، و ماده زدایی به کاهش مصرف انرژی این بخش و نهایتا کاهش تولید کربن دی اکسید منجر می شود.

در نمودار زیر روند تولیدات کربن دی اکسید در سال ۲۰۳۰ بنابر سناریو های Net Zero و Announced pledges Scenario ترسیم شده است [۴].



تصویر ۴: سناریو آژانس بین المللی انرژی [۴]

همانطور که بالاتر گفته شد، ماده زدایی برای کاهش مصرف انرژی در صنایع لازم است. به طور کلی روش های کاهش مصرف انرژی در اکولوژی صنعتی در جدول زیر مرتب شده است [۵].

دستور العمل ها	گزینه های کاهش مصرف	پتانسیل کاهش	سیاست های قابل اتخاذ
پرهیز از مصرف محصولات و مواد خام غیرضروری	کاهش مصرف مصرف مجدد ماده زدایی جایگزینی طراحی و سرویس دهی بادوام محصولات بازیافت	بالا	اعمال قوانین بازیافت زباله قیمت گذاری جمع آوری زباله قوانین وارانتی استاندارد سازی قطعات و خدمات سرویس دهی
بهبود بازدهی صنایع انرژی بر	صنایع آهن و استیل سیمان صنایع شیمیایی کاغذ	بنابر گزارش IEA ۴۲۰ میلیون تن ۵۲۰ میلیون تن ۳۰۰ میلیون تن ۸۰ میلیون تن	بنچ مارک ممیزی انرژی سیاست های مالیاتی برنامه های کاهش کربن
بهبود عملکرد سیستمی	ارزیابی و بهبود سیستمی بنچ مارک سیستم مدیریت انرژی	۲۰-۱۰ درصد مصرف انرژی صنعتی	اعمال استاندارد های مصرف انرژی بالا بردن ظرفیت برنامه های مدیریت انرژی ملی

جدول ۲: روش های کاهش مصرف انرژی در اکولوژی صنعتی [۵]

۳- توسعه پایدار و Dematerialization

توسعه پایدار، مفهومی است که به واسطه پیامدهای منفی زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی از رویکردهای توسعه یک‌جانبه اقتصادی پس از انقلاب صنعتی و تغییر نگرش بشر به مفهوم رشد و پیشرفت پدید آمده‌است. این مفهوم تلاش دارد که با نگاهی نو به توسعه، اشتباهات گذشته بشری را تکرار نکند و توسعه‌ای همه‌جانبه و متوازن را رقم بزند. توسعه پایدار فرآیندی است که آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌شود که در آن شرایط زندگی و استفاده از منابع، بدون آسیب رساندن به یکپارچگی، زیبایی و ثبات نظام‌های حیاتی، نیازهای انسان را برطرف می‌سازد.

توسعه پایدار راه‌حلی را برای الگوهای فانی ساختاری، اجتماعی و اقتصادی توسعه ارائه می‌دهد تا بتواند از بروز مسائلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، آلودگی، تغییرات آب و هوایی، افزایش بی‌رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌های حال و آینده جلوگیری کند. توسعه پایدار که از دهه ۱۹۹۰ بر آن تأکید شد جنبه‌ای از توسعه انسانی و در ارتباط با محیط زیست و نسل‌های آینده است.

اصطلاح توسعه پایدار (Sustainable development) نخستین بار توسط باربارا وارد در اعلامیه کوکویاک درباره محیط زیست و توسعه به کار رفت. به تدریج توسعه پایدار در طی سال‌های دهه ۱۹۸۰ و از زمانی که اتحادیه بین‌المللی برای حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، راهبردهای جهانی از محیط زیست و منابع طبیعی با هدف کلی دستیابی به توسعه پایدار را از طریق حفاظت از منابع حیاتی (زنده) را ارائه کرد، مورد توجه جدی و اساسی اندیشمندان و متفکران توسعه قرار گرفت.

اهداف اساسی مبتنی بر مفهوم توسعه پایدار بدین شرح اعلام شده است :

۱. تجدید حیات رشد اقتصادی

۲. تغییر کیفیت رشد اقتصادی

۳. برآورده ساختن نیازهای ضروری اولیه

۴. اطمینان از سطح پایداری جمعیت

۵. حفاظت از منابع طبیعی و ارتقاء منابع

۶. جهت‌گیری مجدد دانش فنی (دانش بومی)

۷. محیط زیست و تصمیم‌گیری اقتصادی

۸. جهت‌گیری مجدد روابط اقتصادی و بین‌المللی

۹. اقدام در جهت مشارکتی ساختن توسعه

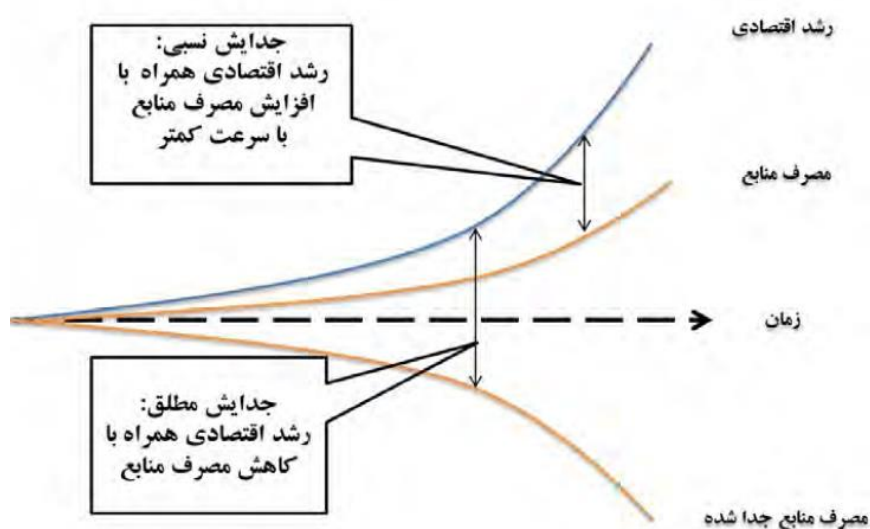
شاخصه‌های توسعه پایدار را می‌توان در چهار گروه: اجتماعی، اقتصادی، بنیادی و زیست محیطی مطرح و بررسی نمود. توسعه پایدار توسعه‌ای است که بتواند نیازهای کنونی را بدون خدشه‌دار کردن به توانایی‌های نسل آینده در برآورد ساختن نیازهایشان پاسخ گوید. در این تعریف حق هر نسل در برخورداری از همان مقدار سرمایه طبیعی که در اختیار دیگر نسل‌ها قرار داشته به رسمیت شناخته شده و استفاده از سرمایه طبیعی در حد بهره آن مجاز شمرده شده است.

۴- استراتژی‌های اعمال Dematerialization

از نظر تاریخی، موضوع توسعه پایدار با نگرانی‌هایی از کمبود منابع چوب در اروپا و تصویب قوانینی در انگلستان در راستای الزام برداشت کنندگان به جایگزینی درختان جدید به ازاء الوار بریده شده، در قرن هفده میلادی طرح شد. در امتداد همین تفکر، در دهه آخر قرن بیستم، دستور کار زیست و یکم سازمان ملل با هدف حرکت به سوی توسعه پایدار، تدوین و تغییر الگوی مصرف منابع طبیعی به عنوان یکی از نگرانی‌های عمده در مسیر توسعه پایدار، ذیل فصل چهارم این برنامه مطرح شده است. در این برنامه، جدا شدن رشد اقتصادی از مصرف منابع یا ماده زدایی (Dematerialization) به صورت نسبی و یا مطلق، یکی از موارد عمده مورد توجه محققان و سیاست‌گذاران به شمار می‌رود. به طور سنتی، افزایش تولید یا رشد اقتصادی، با مصرف بیشتر منابع طبیعی همراه بوده در حالی که یکی از اهداف مهم در مدل توسعه پایدار، به‌کارگیری سیاست‌هایی در راستای تحقق رشد اقتصادی در عین حفاظت از منابع طبیعی است.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در حالت جدایش نسبی، میزان منابع مورد نیاز برای هر واحد تولید ناخالص داخلی با گذر زمان کاهش می‌یابد اما در حالت جدایش مطلق، کل مصرف مواد در یک اقتصاد با وجود افزایش تولید ناخالص داخلی، کاهش می‌یابد. از یک سو، برخی محققان معتقدند جدا کردن رشد اقتصادی از اثرات زیست محیطی با استفاده از نوآوری‌های فناورانه و افزایش بهره‌وری امکان‌پذیر است. لیکن دسته دیگری از محققان بر این باورند که مصرف کمتر مواد، معادل تولید کمتر و در نتیجه کوچک شدن اقتصاد و در نهایت، رشد منفی اقتصادی خواهد بود. اقتصاد سرمایه‌داری برای پایدار بودن نیاز به رشد دارد چرا که پایداری آن در گرو سرمایه‌گذاری مجدد سود در تولید است. پژوهشگران دیگری هم نشان داده‌اند که اگر چه با تغییر سیاست‌ها و افزایش بهره‌وری، جدایش نسبی امکان‌پذیر است اما کاهش مطلق مصرف منابع مواد و انرژی غیرممکن است. این شرایط نشان می‌دهد که رشد تولید ناخالص داخلی نمی‌تواند در دراز مدت ادامه یابد. با

وجود تأکید بر توسعه پایدار در کشورهای توسعه یافته، وابستگی افزایش رشد اقتصادی به مصرف منابع در بازه زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بیشتر شده است. برخی از پژوهشگران هم معتقدند که توسعه پایدار تنها تا حد مشخصی از رشد اقتصادی (۵ تا ۲ درصد) ممکن است و در مقادیر بالاتر رشد، همواره میزان آسیب به طبیعت بیش از حد ترمیم آن است [۲].



تصویر ۵: جدایش نسبی و مطلق [۲]

به منظور اعمال محاسبات کمی ماده زدایی، عوامل زیر موثر هستند [۶]:

۱. تغییرات نرخ سرانه مصرف اختصاصی هر ماده

۲. نرخ رشد جمعیت

۳. نرخ رشد GDP

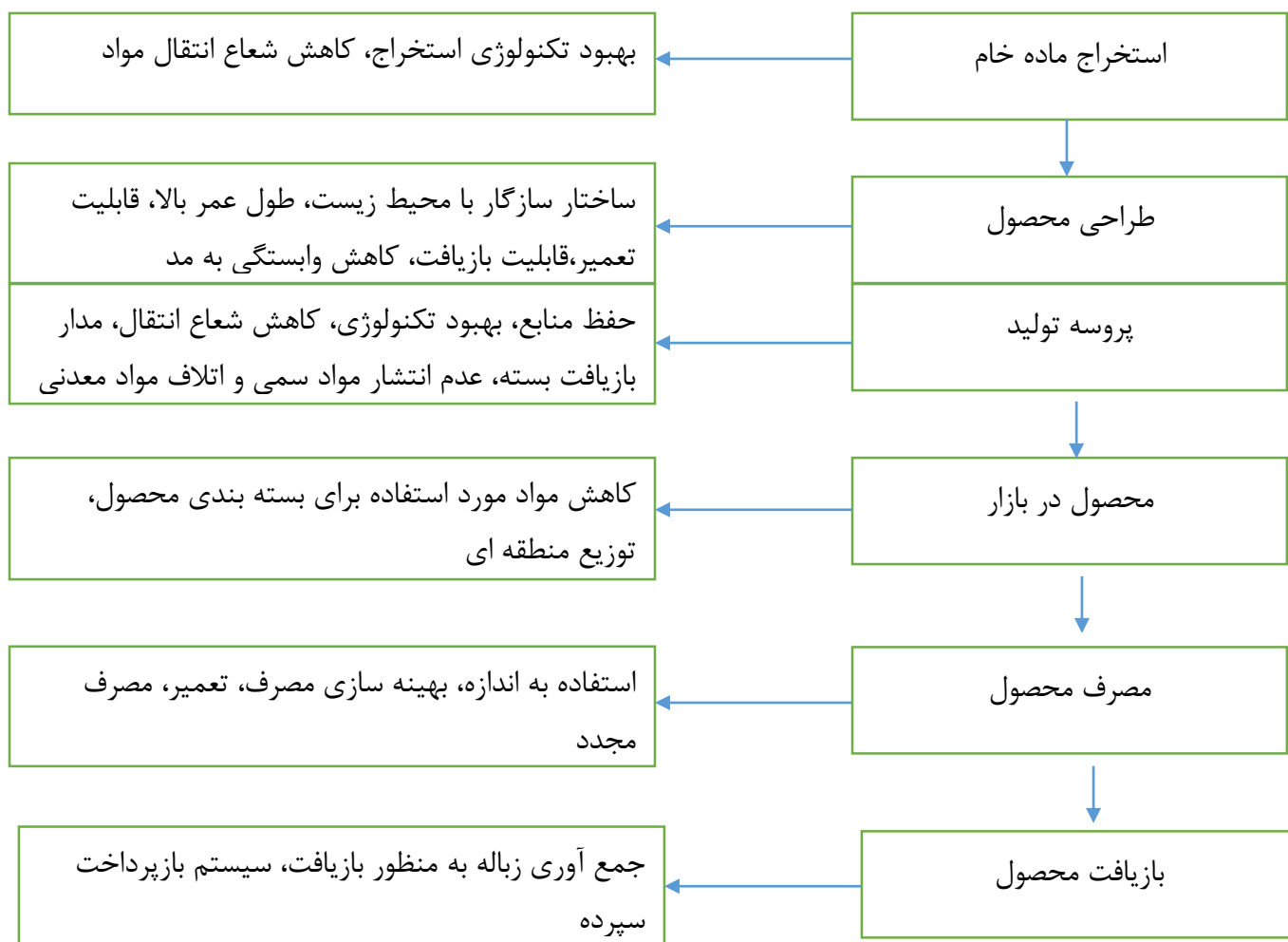
۴. افزایش عملکرد تکنولوژیکی سالانه

۵. کشش درآمدی تقاضا

۶. کشش قیمتی تقاضا

۷. نرخ تغییرات قیمت یک کالا در طول زمان

لازم به ذکر است که اعمال سیاست ها و استراتژی های ماده زدایی در تمام مراحل تولید محصول تا مصرف نهایی قابل اجرا است. نمونه هایی از استراتژی های ممکن در مراحل مختلف تولید محصول در گراف زیر ترسیم شده است [۷].



۵- اقتصاد محیط زیست و Dematerialization

منشأ اقتصاد زیست محیطی در سال ۱۹۶۰ یعنی در زمان شروع اولین موج مدرن تفکر سبز و برداشتهای سیاسی در کشورهای پیشرفته، که به محیط زیست گرایی معروف است، میباشد.

بدون تردید شالوده اقتصاد زیست محیطی در طول دهه ۱۹۶۰ استوار گردید. اقتصاد زیست محیطی شاخه‌ای از علم اقتصاد بوده و تاریخچه مشترکی با رشته مادری آن دارد. برخی از ایده‌های بنیادینی که چارچوب اقتصاد زیست محیطی را بنا نموده‌اند، ریشه در قرن نوزدهم میلادی دارند.

اقتصاد محیط زیست به طور کلی شامل مراحل ذیل می‌باشد: ارزیابی اهمیت اقتصادی انحطاط محیط زیست و یافتن علل اقتصادی این انحطاط و ارائه انگیزه‌های اقتصادی لازم جهت کند کردن، متوقف کردن، و برعکس کردن روند این انحطاط.

از آنجایی که اقتصاد، یک سیستم باز می‌باشد، سه فرایند اصلی (استخراج، فرآیندسازی یا تولید و مصرف) تماماً متضمن تولید ضایعاتی است که در نهایت به محیط زیست (به هوا، آب یا زمین) بازگردانده می‌شوند. وجود ضایعات فراوان در مکان و زمان نامناسب موجب بروز تغییرات بیولوژیک در محیط زیست خواهد شد، که خود باعث آسیب به حیوانات، گیاهان و اکوسیستم می‌شوند. چنانچه خسارات زیست محیطی به سلامتی و بهداشت انسان آسیب رسانده یا به طریقی اثر منفی بر رفاه انسان بگذارند، اقتصاددانان بر این عقیده هستند که آلودگی اقتصادی روی داده است.

بر اساس مدل تعادل مواد در نقطه تلاقی اقتصاد و محیط زیست، عملیات استخراج (و برداشت) منابع شروع فرایند فعالیت اقتصادی می‌باشند. به طور ساده می‌توان منابع را به دو گروه غیرقابل تجدید و منابع تجدید پذیر طبقه‌بندی نمود. مورد اول مقدار آن ثابت است و استفاده از آن در یک مدت زمان مشخص به معنی دسترسی کمتر به آن در سایر مواقع است. مبنای اقتصاد منابع غیرقابل تجدید توسط گری (۱۹۱۴) و هتلینگ (۱۹۱۳) مدون و فرمول بندی گردید. تحلیل آن‌ها بر این اساس بود که منابع جهان ممکن است سریعاً استخراج شده و به هدر روند.

فعالیت اقتصادی را می‌توان به عنوان فرایندی از تغییر شکل مواد و انرژی متصور شد. از آنجایی که مواد و انرژی را نمی‌توان در مفهوم مطلق آن از بین برد (قانون اول ترمودینامیک)، بنابراین آن‌ها مجدداً به شکل ضایعات ظهور یافته نهایتاً به محیط زیست بازمی‌گردند.

بدین ترتیب هرچه دستاوردهای اقتصادی کلان تر باشند، ضایعات تولیدی بیشتر خواهند بود. اگر فکر کنیم محیط‌هایی که مجبور به پذیرش ضایعات هستند مانند رودخانه‌ها، محل‌های تخلیه زباله در زمین، دریاها، اتمسفر ظرفیت محدودی برای جذب آن‌ها دارند، آن گاه احتمال وجود محدوده‌ای برای توسعه اقتصاد روشن برآورد می‌شود. (GNP) می‌شود. توسعه اقتصادی بر حسب میزان افزایش بازده ملی، یا تولید ناخالص ملی افزایش در مقدار تولید ناخالص ملی معمولاً به عنوان رشد اقتصادی شناخته می‌شود؛ بنابراین احتمالاً محدوده‌ای برای رشد اقتصادی وجود دارد. همگام با افزایش رشد، مقدار ضایعات نسبت به ظرفیت محدود محیط طبیعی برای جذب آنها، افزایش می‌یابد.

زمانی که مقدار ضایعات از ظرفیت جذب فزون تر گردد، ممکن است خسارات شدیدی بر محیط زیست وارد آمده و سطح رفاه بیشتری عملاً افت پیدا کند. ما این محدودیت در برابر رشد را «محدودیت پذیرش ضایعات» می‌نامیم.

چگالی توان یک عامل کلیدی تعیین‌کننده ماهیت و دینامیک سیستم‌های انرژی است. هر گونه درک از سیستم های انرژی پیچیده باید بر معیارهای کمی بسیاری از متغیرهای اساسی تکیه کند. چگالی توان - نرخ شار انرژی در واحد سطح یک معیار مهم است اما تا حد زیادی نادیده گرفته شده است.

تمدن مدرن به عنوان بیان مستقیم چگالی توان بالای استخراج سوخت فسیلی است. استدلال می‌کنند که حرکت اجتناب‌ناپذیر (و مطلوب) ما به سمت ترتیبات انرژی جدید که شامل تبدیل منابع انرژی تجدیدپذیر با چگالی پایین‌تر است، جامعه ما را که در حال حاضر تحت تسلط کلان شهرها و تولید صنعتی متمرکز است ملزم می‌کند تا تحت یک بازسازی فضایی عمیق سیستم انرژی خود قرار گیرد

چگالی توان نیز مانند ماده‌زدایی یک عنصر ضروری برای ارزیابی سیستم های انرژی است که هنوز مورد توجه کامل بسیاری از جوامع قرار نگرفته است .

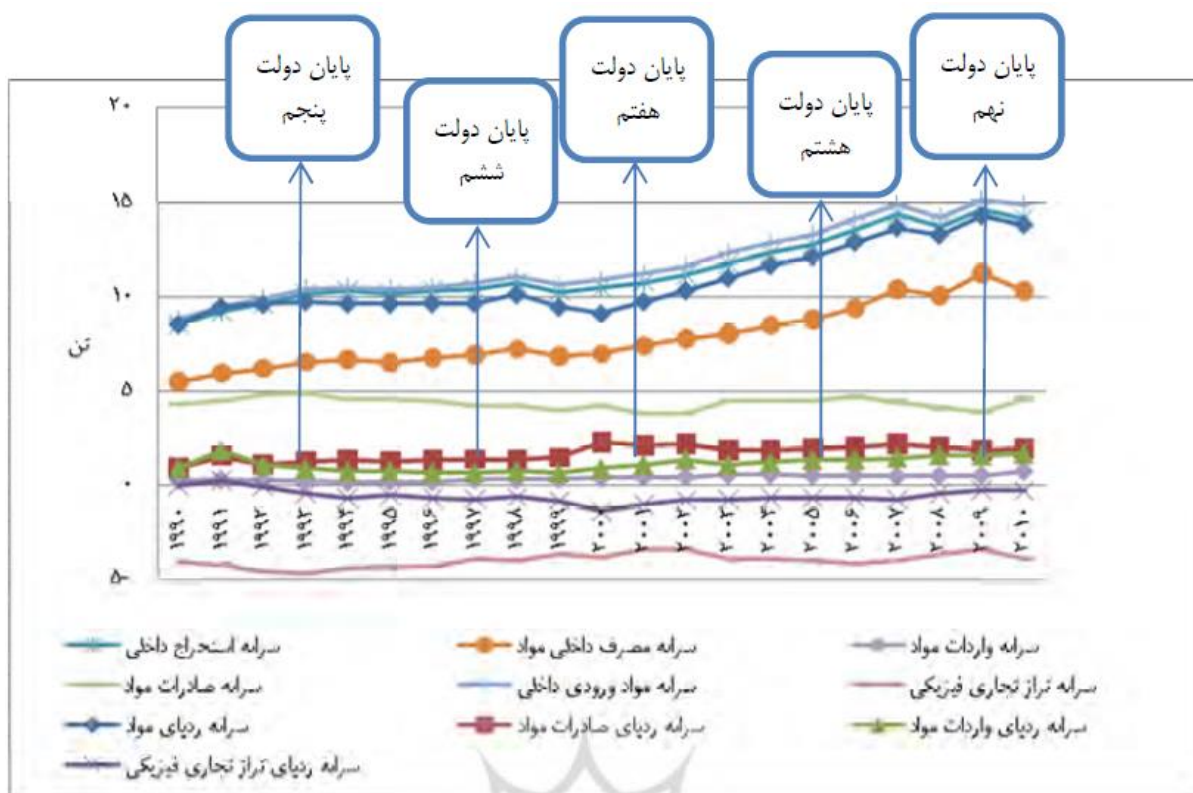
۶. بررسی وضعیت ایران

ایران از جمله تولیدکنندگان مهم مواد خام در جهان قرار دارد، زیرا در بین ده کشور اول تولید کننده نفت خام و گاز طبیعی، جزء ده کشور اول تولید کننده سیمان، سنگ آهن و مولیبدن و یکی از بیست کشور اول تولید کننده فولاد، سرب، آمونیا، مس، روی، پشم و ... است. در مجموع، ایران در رده پنجم کشورهای برخوردار از منابع طبیعی قرار دارد. دارایی از این منابع به رغم فواید زیاد، بحران هایی از قبیل خشک شده دریاچه ها، کم آبی، بیابان زایی، انقراض گونه های زیستی، آلودگی شدید هوا و... در پی داشته است که از الگوی مصرف و تولید نادرست نشأت گرفته است.

در ایران، کمبود سرمایه گذاری در بازیافت، عمر پائین محصولات به علاوه واردات محصولاتی با مصرف بالای فلزات در آنها، می توانند عوامل مؤثری در افزایش این شاخص باشند. برای مثال بر اساس گزارش سازمان توسعه تجارت، از نظر ارزش، در سال ۹۵ واردات وسایل نقلیه موتوری و لوازم خودرو به ترتیب سومین و چهارمین گروه از اقلام وارداتی کشور بوده است.

بالا بودن مصرف مواد معدنی غیرفلزی، مصالح ساختمانی و ... می تواند نشان دهنده اهمیت بخش ساخت و ساز در اقتصاد ملی باشد. سهم مواد ساختمانی در سرانه ردپای مواد دو کشور ایران و ترکیه بسیار بالا است. عمر متوسط نسبتاً پائین ساختمان ها در کشورهای در حال توسعه و ضایعات قابل توجه تخریب و بازسازی، باعث افزایش مصرف مطلق و سرانه مواد معدنی غیرفلزی می شود. میزان مصرف مواد معدنی غیرفلزی در ایران، ترکیه و برزیل با وجود تفاوت فاحش جمعیت، تقریباً برابر است و مصرف سرانه ایران و ترکیه چندین برابر بیشتر از هند و برزیل است.

شاخص شدت مصرف منابع ۱ برای مواد به صورت کلی و یا گروه های مختلف مواد نیز قابل محاسبه است. این شاخص نشان دهنده میزان ماده مصرف شده برای تولید هر دلار از تولید ناخالص داخلی است. با توجه به روند مشخصاً افزایشی در مصرف داخلی مواد، تغییرات در رشد اقتصادی سالیانه و تفاوت در میزان افزایش (یا گاهاً کاهش) میزان تولید ناخالص داخلی، عامل مشخص تغییرات در نمودار شدت مواد است. تولید ناخالص داخلی می تواند از علل متنوعی همچون کشف منابع طبیعی جدید، سرمایه گذاری در زیرساخت ها، نیروی انسانی، فناوری و قوانین متأثر شود [۲۰].



تصویر ۶: جریان مواد در ایران [۲]

ارزیابی مصرف مواد خام با استفاده از شاخص های به دست آمده از حسابرسی جریان مواد، می تواند راهگشای سیاست گذاران در بخش های مختلف باشد. با توجه به نبود تجربه در این حوزه در کشور، انجام این مطالعه در راستای جلب توجه سیاست گذاران به قابلیت های این ابزار انجام گرفته است. یکی از اهداف برنامه های حرکت به سوی توسعه پایدار، کاهش میانگین مصرف جهانی است. مصرف در کشورهای مختلف به نوع اقتصاد و ساختار اجتماعی - فرهنگی آنها بستگی دارد و با توجه به اینکه در سطح جهانی، مصرف مستقل از محل تولید و مصرف محاسبه می شود عملاً مجموع مواد تولید یا مصرف شده و سرانه آن با شاخص های مختلف چندان تفاوتی ندارد. همچنین انتخاب شاخص های مختلف بر مبنای تعریف سیستم در چارچوب محیط معنا پیدا می یابد و در صورتی که کل مصرف کننده های جهان در نظر گرفته شوند استفاده از شاخص های مختلف هم فاقد موضوعیت خواهد بود (هر ماده تولید شده در بخشی از جهان، در بخشی دیگر مصرف می شود و بنابراین جمع تولید، مصرف و ردیای مواد برابر خواهد بود). (نگاه کلان و هم زمان به مقوله مصرف مواد و انرژی با توجه به روندهای جهانی،

بدون دسترسی به اطلاعات دقیق و فرآوری اطلاعات به صورت شاخص هایی کمی غیرممکن است. مقوله مصرف مواد با توجه به تکیه کشور به استخراج منابع برای ایران اهمیتی دوچندان دارد. توجه خاص به این مقوله و انجام مطالعاتی هدفمند در این زمینه می تواند موجب افزایش عمق و گستره سیاست گذاری در کشور شود. در حال حاضر مصرف مواد خام در ایران کمی بالاتر از متوسط جهانی است اما مقایسه روند مصرف در ایران و سه کشور برزیل، هند و ترکیه نشان دهنده بهبود نسبی اوضاع در آن کشورها است. کشورهایی همچون هند و برزیل با ایجاد تغییراتی کلی در رویه های جاری خود، الگوی مصرف در جامعه را مشخصاً تغییر داد هاند و ترکیه به عنوان یکی از رقبای منطقه های ایران توانسته میزان مصرف مواد برای تولید ثروت را تا نصف میزان مصرف ایران پائین آورد. حرکت به سوی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، اشاعه فرهنگ بازیابی و بازیافت و همچنین جایگزینی محصولات تما مشده با مواد خام صادراتی می تواند علاوه بر کنترل الگوی مصرف مواد خام، رفع مشکلات زیست محیطی و ممانعت از خروج منابع طبیعی، به کشور در مواجهه های احتمالی آتی با محدودیتهای بین المللی کمک نماید.

۷- نتیجه گیری

با پیشرفت تکنولوژی انتظار می‌رود اتلافات کاهش یابد و در نتیجه آن مصرف ماده خام اولیه هم کاهش بیابد که از آن با عنوان ماده زدایی در صنعت نام برده می‌شود. اما معمولاً به دلیل افزایش جمعیت، ترویج فرهنگ مصرف گرایی و رشد اقتصادی میزان بهره برداری از منابع خام اولیه روندی صعودی دارد مگر اینکه کشور های سیاست هایی در رابطه با بازیافت و استفاده مجدد از محصول و یا ماده زدایی اتخاذ کنند. ماده زدایی یک کالا از مرحله استخراج ماده اولیه گرفته تا پروسه تولید و توزیع و مصرف نهایی، امکان پذیر است که در هر مرحله اقدامات ویژه ای می‌توان ترتیب داد. در حال حاضر، نرخ سرانه مصرف مواد خام در سال ۱۰ تن است که به منظور تحقق اهداف توسعه پایدار باید به عدد ۵ تن در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد.

[1]. Triandis, H. C. (2001). *Industrial and Organizational Psychology: Cross-cultural*.

[۲]. جواد مشایخ *، سید حسین نکومنش فرد، مریم بهرامی کهیش نژاد. ۱۳۹۷. توصیه های سیاستی مبتنی بر تحلیل جریان مواد در سطح ملی: مطالعه تطبیقی ایران و سه کشور منتخب. *بهبود مدیریت*. 109-132.

[3]. Bulavskaya, T., Hu, J., Moghayer, S. M., & Reynès, F. G. D. (2016). EXIOMOD 2.0: EXtended Input-Output MODel: A full description and applications.

[4]. <https://www.iea.org/reports/world-energy-model>

[5]. *Climate change: A scientific assessment for GEF*

[6]. Magee, C. L., & Devezas, T. C. (2017). A simple extension of dematerialization theory: Incorporation of technical progress and the rebound effect. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 196-205.

[7]. Schütz, H., & Welfens, M. J. (2000). *Sustainable development by dematerialization in production and consumption: Strategy for the new environmental policy in Poland: results of the research project: ECOPOL: ecological economic policy-strategy for Poland in the 21st century* (No. 103). Wuppertal Papers.