

بهره‌وری سبز، فرصتی نوین در مدیریت محیط زیست

دکتر نسترن رحیمی *

مهندس محسن بختیار **

چکیده

بهره‌وری سبز راهبردی برای ارتقاء بهره‌وری، تعیین اولویت‌ها و توجهات زیست محیطی برای نیل به توسعه پایدار اقتصادی - اجتماعی است. روند مدیریت زیست محیطی از دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰ تحولات متعددی را شاهد بوده است که اعمال بهره‌وری سبز در کلیه خدمات، تولیدات و فعالیت‌های یک واحد یا بخش را می‌توان به عنوان فرصت جدیدی در این‌طریق محسوب کرد. روش‌شناسی بهره‌وری سبز مشتمل بر شش مرحله است که تشکیل گروه‌های کاری، آگاه‌سازی و آموزش، پایش اقدامات و ارزشگذاری اهم این مراحل را تشکیل می‌دهد. در قالب فعالیت‌های بهره‌وری سبز در کشورهای آسیایی - اقیانوسیه تجارب موفقی وجود دارد. مدیریت پساب در یک کارخانه تولید مواد غذایی در چین هزینه‌های تصفیه پساب را سالانه ۳۷۰۰ دلار کاهش داده است. اجرای بهره‌وری سبز از طریق نصب اکونومایزر لوله حرارت در یک واحد صنعتی در چین سبب صرفه‌جویی در هزینه سالانه به میزان ۶۲۰۳۹ دلار گردیده است. در ایران اولین پروژه موفق بهره‌وری سبز در اتاق رنگ ایران خودرو به انجام رسیده است. در این نوشتار اصول بهره‌وری سبز، روش‌شناسی، شیوه‌ها و ابزار بهره‌وری سبز بویژه در بخش انرژی به همراه تجربه‌های موفق در این زمینه مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری سبز، مدیریت محیط زیست، روش‌شناسی، بخش انرژی، توسعه پایدار، بهره‌وری.

مقدمه

از طریق ساخت دودکش‌های بلند برای صنایع، تخلیه مواد و ضایعات در دریاها و پهنه‌های آبی و نیز گسترش خطوط لوله در دریاها و ... متداول شد. در دهه ۱۹۷۰ اقدامات آمایش یا رفع آلودگی‌های زیست محیطی از طریق تعیین و اعمال استانداردهای کیفیت زیست محیطی به انجام رسید. در دهه ۱۹۸۰ اقدامات جلوگیری از ایجاد آلودگی از طریق توسعه امکانات فنی برای کاهش آلودگی در منابع تولید

روند مدیریت زیست محیطی در جهان از دهه ۱۹۵۰ تاکنون تغییرات فراوانی داشته است: در دهه ۱۹۵۰ بحث چشم‌پوشی از تبعات زیست محیطی فعالیت‌های بشری مطرح بود زیرا موضوع به شرایطی باز می‌گشت که این تبعات اندک بود و آگاهی کمی در مورد عوارض و اثرات آن در اختیار جامعه بشری قرار داشت. در دهه ۱۹۶۰ اقدامات رقیق‌سازی و پراکنش آلودگی‌های زیست محیطی

* دکترای اقتصاد و مدیر گروه محیط زیست معاونت امور انرژی

** فوق لیسانس اقتصاد انرژی و مدیرکل دفتر برنامه ریزی انرژی معاونت امور انرژی

♦ تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۱/۳۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۴/۳/۲۸

تا ساخت اتومبیل‌های قابل بازیافت را در زنجیره مدیریت عرضه خود قرار دهند (لئونگ، ۲۰۰۲، ص ۱-۳). در بسیاری از کشورها از قبیل آمریکا، کانادا، انگلستان، آلمان، نروژ، سوئیس، دانمارک، ژاپن و تایوان سازمانهای دولتی قوانینی برای اختصاص درصدهای مشخصی از محصولات دولتی به محصولات سبز (برای مثال ۵۰٪ محصولات در تایوان در سال ۲۰۰۳) وضع کرده‌اند. در ژاپن نیز ۳۵۰ سازمان دولتی شبکه GNP را برای اعمال سیاستها، سامانه‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای بهره‌وری سبز در جانب عرضه محصولات پایه‌ریزی کرده‌اند. روشهای مختلف این رهیافت عبارتند از همکاری میان عرضه‌کنندگان و کارفرمایان، سیاستهای خرید سبز، پایش/انتخاب/غربال عرضه‌کنندگان، ممیزی و ارزیابی گواهینامه به عرضه‌کنندگان و سازکارهای زنجیره عرضه خدمات (کایو^۱، ۲۰۰۳، ص ۱-۷).

برنامه‌های بهره‌وری سبز (GP) به منظور ارتقاء سطوح بهره‌وری برای حفظ نیازهای جوامع است که همگام با حفاظت و ارتقاء کیفیت محیط زیست به انجام می‌رسد. GP صنایع و تجار را به رقابت‌پذیری بیشتر، خلاقیت بالاتر، و مسئولیت‌های زیست محیطی بیشتر ترغیب می‌کند. از لحاظ محلی، تعیین پیشرفت GP از اهمیت حیاتی برخوردار است. بدین سبب وجود شاخص‌های ویژه بسیار حائز اهمیت است. دو شاخص مطرح در مورد GP عبارتند از ارزیابی چرخه حیات (LCA) و ارزیابی هزینه کل^۴ (TCA). نمایی GP عبارت است از نسبت بهره‌وری سامانه به اثرات زیست محیطی آن

آلاینده‌ها و آلودگی در کشورهای مختلف دنیا به ویژه کشورهای توسعه یافته یا شمال به انجام رسید. با توجه به نیاز دستیابی به توسعه پایدار در جوامع انسانی و نیز استفاده و بهره‌وری بهینه از منابع طبیعی، انرژی و تأمین رفاه برای انسان‌ها، اقدامات مربوط به اجرای بهره‌وری سبز از دهه ۱۹۹۰ تا کنون سرلوحه اقدامات مدیریت زیست محیطی برای یافتن پاسخ و رهیافتی مناسب برای حل مشکلات زیست محیطی کره زمین با سرعت فزاینده‌ای قرار گرفته است (تقویت ساختار سازمانی بهره‌وری سبز^۱، ۲۰۰۱، ص ۱-۱۰).

در آستانه ورود به قرن ۲۱، پاک و سبز کردن زنجیره عرضه، ابزاری مهم برای بهبود ارجحیت‌ها و اقدامات زیست محیطی محسوب می‌شود که در واقع اقدام بعدی، پس از مدیریت زیست محیطی، تولید پاکتر، کاهش زایدات و ... برای دستیابی به توسعه پایدار است. زنجیره عرضه می‌تواند پیچیده باشد و فرد باید به مشکلات زیست محیطی که در سطوح عرضه‌کنندگان رده‌های دوم و سوم (در زمان طراحی برنامه برای زنجیره پاک) می‌تواند بروز کند توجه کافی معمول دارد. در سال ۱۹۸۷، سازمان UNEP^۲ تمرکز فعالیت‌های خود را بر «توسعه پایدار» قرار داد. سازمان محیط زیست آمریکا برنامه مشارکت استراتژی صنایع شیمیایی را به منظور کاهش مصرف مواد شیمیایی، تولید مواد زاید خطرناک، و هزینه‌ها در طی انتقال زنجیره عرضه ارائه کرده است. این امر از طریق تبیین مجدد راههای هدف و فروش مواد شیمیایی به انجام می‌رسد. صنایع اتومبیل‌سازی نیز، می‌کوشند

3.Kuo

4.Total Cost Assessment

1.GP Promotion Institution Building

2.United Nation Environmental Program

سامانه‌های مدیریت زیست محیطی، روش‌ها و فناوری‌ها برای تولید محصولات و انجام خدمات قابل رقابت از لحاظ زیست محیطی است.

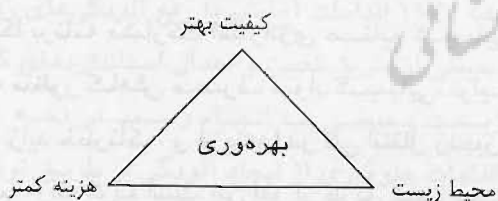
کارایی منابع یکی از مفاهیم کلیدی در توسعه پایدار است که شامل پنج محور زیر است:

- (۱) کارایی اکولوژیکی، (۲) پایداری اکولوژیکی، (۳) طراحی اکولوژیکی، (۴) چرخه عمر محصول، (۵) بهره‌وری سبز.

- پایداری، عنصری اصلی برای هر اقدام موفق جهت هدایت توسعه در هزاره جدید است که نیازمند تاکید بر طبیعت، ماهیت و میزان و حجم ورودی‌ها به فرایند توسعه (بویژه در مورد ورودی‌های انرژی، منابع، مواد شیمیایی و سایر مواد) است.

در عملیات بهره‌وری پیش از این تاکید مرسوم و متداول بر کارایی، یعنی اطمینان یافتن از کاهش هزینه بود. در نگرش قدیم، کیفیت محصول و رضایت مشتری از دیگر عوامل مهم در اثربخشی محسوب می‌شد (نمودار ۱). برنامه‌های بهبود کارایی از طریق تاثیرگذاری بر سازمان‌های داخلی در یک صنعت مورد تاکید بوده که این برنامه‌ها TPM, TQM, Kaizen و... را شامل می‌شد.

نمودار ۱ - ارکان بهره‌وری



- در شرایط فعلی مرحله بعد از اقدامات فوق، بهبود وضعیت "محیط زیست" و اضافه کردن آن به برنامه‌های بهبود کارایی است.
- بهبود کارایی به معنای بهبود QCDMS^۲ است.

سامانه، بهره‌وری برحسب کارایی اقتصادی با استفاده از TCA و اثرات زیست محیطی آن با استفاده از روش شناسی استاندارد LCA به انجام می‌رسد. نمایی GP می‌تواند از طریق اندازه‌گیری سطح GP در یک محصول یا فرایند و مقایسه آن با محصولات و فرایندهای مشابه به انجام برسد. شاخص دیگر «نسبت GP» است که برای تصمیم‌سازی‌های داخلی به انجام می‌رسد. این نسبت نه تنها هزینه‌ها و منافع را در زمان حال مشخص می‌سازد، بلکه اثرات زیست محیطی فعالیت را نیز مشخص می‌کند (کیم^۱، ۲۰۰۳، ص ۵-۱). اگر نسبت GP بزرگتر از یک باشد این امر بیانگر آن است که اقدامات جایگزین از اقدامات فعلی از منظر GP بهتر است (کیم، ۲۰۰۳، ص ۵).

۱-۱- ارکان بهره‌وری [۵ و ۶]

بهره‌وری در واقع تعیین نسبت برون‌داد یا خروجی‌های حاصل از یک فرایند یا فعالیت به درون‌دادها یا ورودی‌ها است. ارکان بهره‌وری عبارتند از هزینه کمتر، کیفیت بالاتر، و زمان کمتر برای یک فعالیت یا فرایند به همراه تأمین ایمنی و نیز تشویق و تقویت روحیه کارکنان. در واقع با تأمین ایمنی و بکارگیری ابزارهای تشویقی یکی از ارکان ارتقا بهره‌وری که همان نیروی انسانی است با انگیزه بیشتری به کار خواهد پرداخت، که این امر به افزایش بهره‌وری فردی و گروهی منجر می‌شود. بهره‌وری سبز راهبردی برای ارتقاء بهره‌وری تعیین اولویت‌ها و توجهات زیست محیطی جهت نیل به توسعه اقتصادی - اجتماعی است. بهره‌وری سبز در واقع کاربرد بهره‌وری مناسب از

یعنی: M = روحیه (دلگرمی): ارتقاء روحیه تمامی دست‌اندرکاران
 Q = کیفیت: کیفیت بالاتر که رضایت مشتری را جلب کند
 C = هزینه: هزینه کمتر
 D = زمان تحویل: زمان تحویل بموقع بر اساس جلب رضایت مشتری

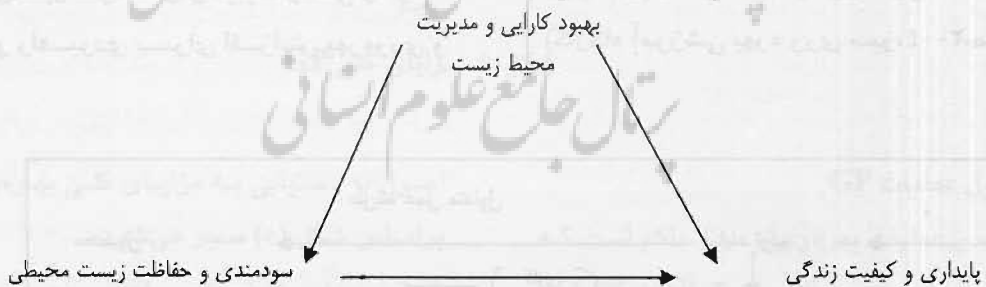
۲- از بهره‌وری تا بهره‌وری سبز [۵ تا ۷]

در شکل (۱) مراحل مدیریت محیط زیست آرایه شده است.



شکل ۱- مراحل مدیریت محیط زیست

در شکل (۲) ارتباط عوامل بهره‌وری سبز، شامل حفاظت محیط زیست، بهبود کارایی، پایداری و کیفیت زندگی، آرایه شده است.



شکل ۲- ارتباط عوامل بهره‌وری سبز

- 1.Green Productivity
- 2.Total Productive Maintenance
- 3.Total Quality Management

اقدامات زیست محیطی برای توسعه پایدار اقتصادی - اجتماعی است.

۲-۲- خصوصیات GP

این خصوصیات در پنج محور زیر طبقه‌بندی می‌شود (رحیمی، ۱۳۸۰، ص ۴۵-۱۵):

۱- **مقبولیت زیست محیطی:** در جهت جلوگیری از آلودگی، جلوگیری از کاهش منابع و کنترل انتهای خط تولید یا فرایند

۲- **بهبود بهره‌وری:** در راستای چرخه بهبود مستمر

۳- **اطلاعات منتهی به بهبود عملکرد:** از طریق اندازه‌گیری، گزارش‌دهی و شفاف سازی (پی‌پرده‌گویی)

۴- **افزایش آگاهی و مشارکت مردم:** در زمینه بهبود محصولات محیط زیست در کار گروهی و ایجاد شرایط کاری ایمن و سالم

۳- عملیات GP

در شکل‌های (۳) و (۴) مقایسه‌ای میان مراحل عملیات تولید در شرایط عادی و با استفاده از استراتژی GP انجام شده است. در عملیات GP نکته بارز، بازچرخش مواد و تولید زایدات کمتر است (کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۹۰-۳۵).

به بیان دیگر، بهره‌وری عبارت است از نسبت خروجی X (مطلوب) به ورودی X (تلفات). این تعریف به عنوان یک هدف، منجر به تفکرات و مفاهیم اجتماعی شده است و به عنوان یک معنا، منجر به تفکرات و مفاهیم فنی می‌شود.

۱-۲- اصول بهره‌وری (کارایی)

سه اصل مهم راهنما در مورد اصول بهره‌وری وجود دارد:

۱- اصل افزایش اشتغال

• بهره‌وری بهتر --- > افزایش اشتغال

۲- اصل همکاری کارمندان - مدیریت

• برای بهبود بهره‌وری، کارمندان و مدیریت باید در بحث و بررسی معیارها مشارکت داشته باشند.

۳- اصل توزیع عادلانه منافع

• نتایج و منافع حاصل از بهبود بهره‌وری باید عادلانه در میان نقش‌آفرینان اصلی، توزیع و تقسیم شود.

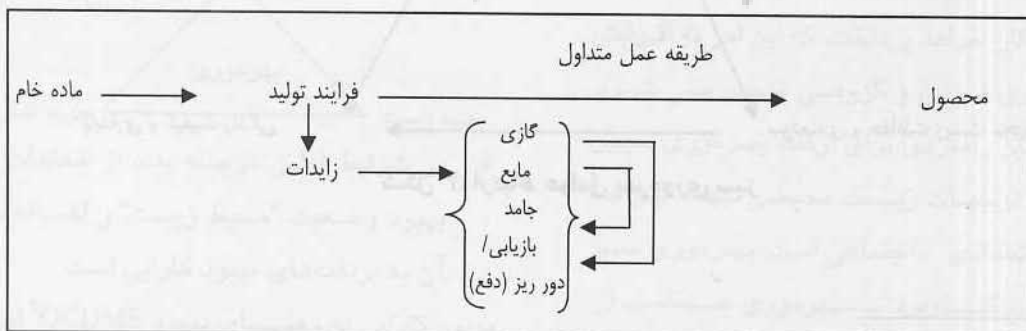
در این میان اصول اکولوژیکی منتهی به GP عبارت است از:

۱- استفاده پاکتر از منابع طبیعی،

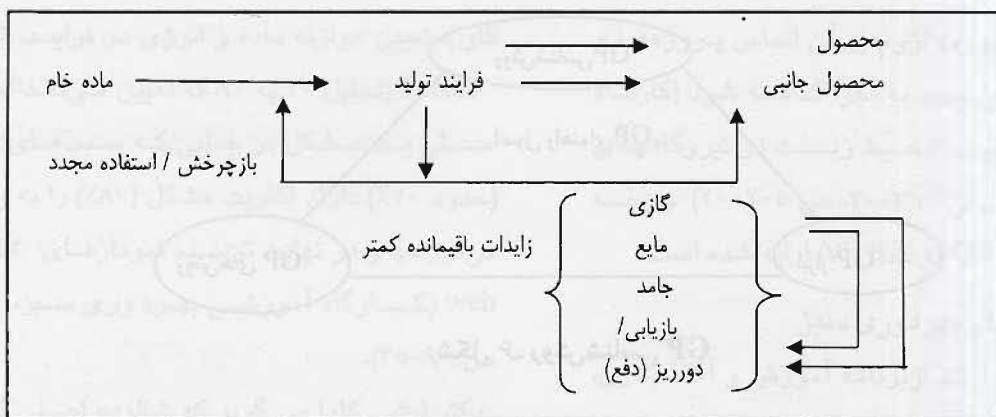
۲- حفاظت از تعادل اکولوژیکی،

۳- حفاظت از گونه‌های گیاهان و جانوران و محیط زیست آنها.

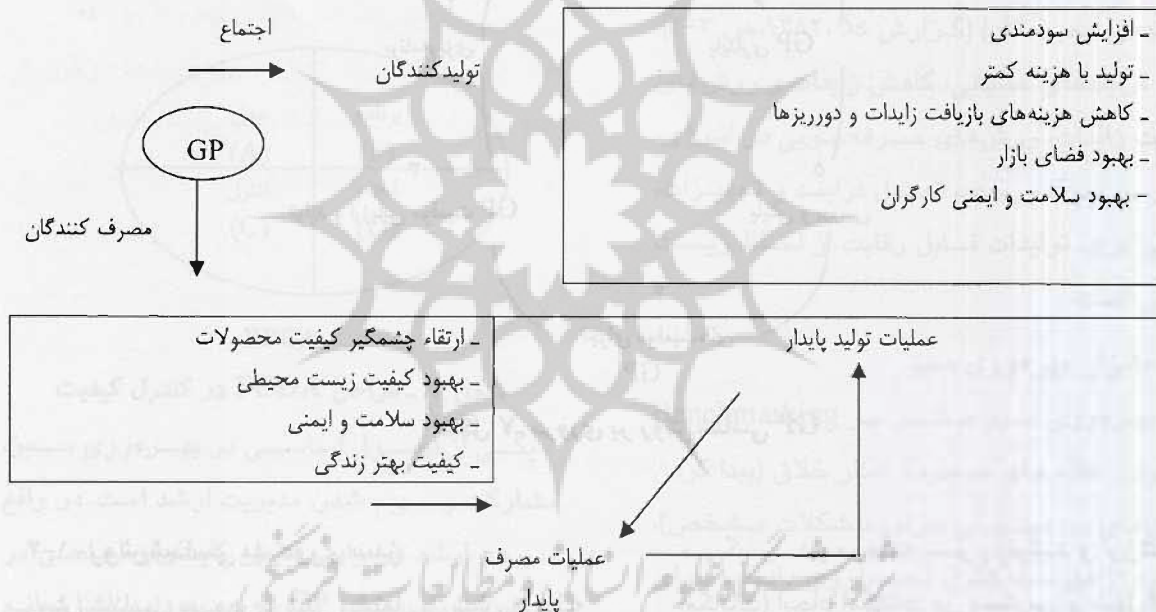
بهره‌وری سبز سودمندی و کیفیت زندگی را ارتقاء می‌بخشد و راهبردی برای افزایش بهره‌وری و



شکل ۳- عملیات تولید در شرایط عادی و معمول



شکل ۴ - طریقه عملیات GP



شکل ۵ - مزایای کلی GP

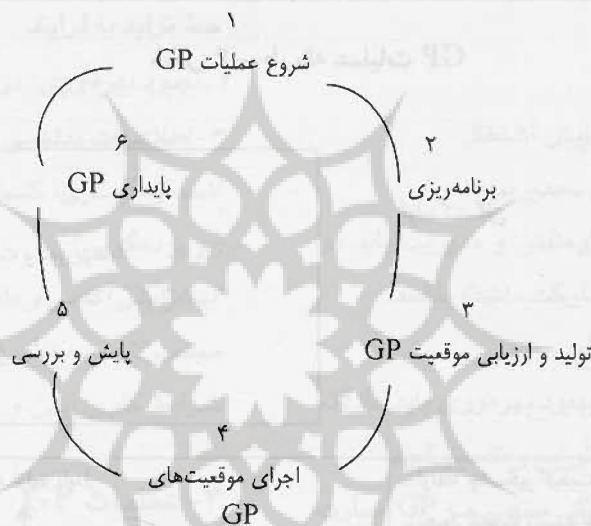
۳-۱- اصول عملیات GP
شش اصل در عملیات بهره‌وری سبز حاکم است که عبارتند از: ۱- قابلیت حسابرسی، ۲- آلوده‌کنندگی، ۳- سودمندی، ۴- بهبود رقابت، ۵- مشارکت مردم و ۶- رهیافت‌های مؤثر.

۴- اصول راهنمای راهبردی بهره‌وری سبز (GP)
چهارچوب کاری اصول راهنمای راهبرد GP در شکل (۶) درج شده است.

۳-۱- اصول عملیات GP
شش اصل در عملیات بهره‌وری سبز حاکم است که عبارتند از: ۱- قابلیت حسابرسی، ۲- آلوده‌کنندگی، ۳- سودمندی، ۴- بهبود رقابت، ۵- مشارکت مردم و ۶- رهیافت‌های مؤثر.
بندهای ۱، ۲ و ۶ جزء اصول اکولوژیکی و سایر بندها از اصول بهره‌وری محسوب می‌شوند. این



شکل ۶- روش‌شناسی GP



شکل ۷- مروری بر روش‌شناسی GP

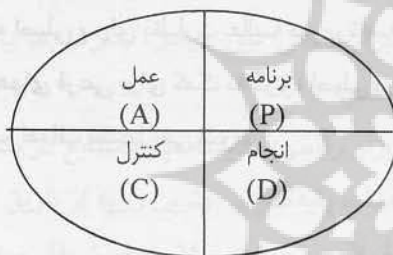
می‌گیرد. در مرحله سوم (تولید و ارزشگذاری امکانات) ایجاد امکانات در دسترس و سهل‌الوصول، آسان و ارزان برای اجرای بهره‌وری سبز در فرایند یا واحد و انتخاب بهترین امکانات از این میان و فرموله کردن برنامه اجرایی موردنظر است. در مرحله چهارم (بکارگیری امکانات) اقدامات آگاه‌سازی و جلب همکاری و نیز اجرای برنامه‌های تعیین شده به انجام می‌رسد. در مراحل پنجم و ششم نیز بازنگری اقدامات و برنامه‌ها و نیز پایش اقدامات و ارزشگذاری آنها به همراه بررسی روند غربال کردن رویه‌های نامناسب و ناکارآمد به عمل

۱-۴- روش‌شناسی بهره‌وری سبز
روش‌شناسی بهره‌وری سبز مشتمل بر شش مرحله آغاز فعالیت، برنامه‌ریزی، تولید و ارزشگذاری امکانات بهره‌وری، بکارگیری امکانات بهره‌وری سبز، پایش و بازنگری برنامه‌های اجرا شده، و دستیابی به بهره‌وری سبز است.

مرحله اول (آغاز فعالیت) با تشکیل گروه کاری بهره‌وری سبز و نیز جمع‌آوری اطلاعات پایه از فرایند مورد بررسی آغاز می‌شود. در مرحله دوم (برنامه‌ریزی) تعیین مشکلات و موجبات ایجاد آن در فرایند، تعیین و دسته‌بندی اهداف صورت

کاوا)، تعیین موازنه ماده و انرژی در فرایند، تحلیل Pareto (تحلیل ۲۰ به ۸۰ که تعیین می‌کند اجزای اصلی یک مشکل در جایی که سبب‌های اندک (حدود ۲۰٪) دارند اکثریت مشکل (۸۰٪) را به وجود می‌آورند)، و در نهایت ترسیم نمودارهای Spider web (کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۹۰-۳۵).

دکتر ایشی کاوا می‌گوید که شالوده اصلی کنترل کیفیت در کاربردهای مکرر مراحل PDCA^۲ است تا جایی که هدف قابل حصول شود (شکل ۸).



PDCA

شکل ۸ - مراحل PCDA در کنترل کیفیت

یکی از اصول اساسی در بهره‌وری سبز، مشارکت و سهیم شدن مدیریت ارشد است. در واقع مدیریت ارشد هر واحد نقش کلیدی و اساسی در موفقیت برنامه‌های GP به عهده دارد. اما موانع مشارکت مدیریت ارشد در GP عبارتند از: موانع رفتاری، کمبود اطلاعات، موانع فنی و موانع مالی. راه‌های رفع این موانع عبارتند از: ۱- برنامه‌های آگاه‌سازی و ۲- بازدید از صنایعی که تجارب موفق در مورد اجرای GP دارند (گزارش 5s، ۱۳۸۲، کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۹۰-۳۰) در این میان برای تشکیل گروه‌های کاری انجام مراحل زیر ضروری است:

می‌آید تا در صورت لزوم بر آن اساس پروژه‌ها و فعالیت‌های جدید به اجرا گذاشته شود (کارگاه آموزشی مدیریت محیط زیست در نیروگاه‌های حرارتی ایران^۱، ۲۰۰۳، ص ۱۰۵-۲۰). چرخه روش شناسی GP در شکل (۷) ارایه شده است.

۲-۴- روش‌های بهره‌وری سبز

این روش‌ها عبارتند از برنامه آموزش و آگاه‌سازی، روش‌های نگهداری بهینه امکانات و تجهیزات، اصل 5S (پاک‌سازی، نظم و ترتیب، نظافت، حفظ و نگهداری یا استانداردسازی، و آموزش فرهنگ ساماندهی محیط کار) (گزارش 5s، ۱۳۸۲، ص ۳-۲). ارتقاء فرایندهای عملیاتی، کاهش زایدات و روش‌های مدیریت زایدات، روش‌های صرفه‌جویی در انرژی، تغییر در مواد ورودی، تعدیل فرایند و تجهیزات، طراحی برای تولیدات قابل رقابت از لحاظ زیست محیطی است.

۳-۴- ابزار بهره‌وری سبز

ابزار بهره‌وری سبز مشتمل بر Benchmarking (پیدا کردن خلاءهای موجود)، افکار خلاق (پیدا کردن راه‌حل‌های در دسترس برای مشکلات مشخص)، استفاده از فهرست کنترل (جمع‌آوری داده‌ها برای کنترل روندها و اعمال مراقبت)، ترسیم نمودارهای غلظت (تعیین اطلاعاتی در مورد وضعیت موجود، مشکلات و حوادث)، ترسیم نمودار کنترل، تحلیل هزینه - منفعت، تهیه Eco mapping (ابزار ساده قابل مشاهده برای اندازه‌گیری امکانات زیست محیطی یک بخش / سازمان در مقایسه با هر آنچه در اطراف وجود دارد)، ترسیم نمودار جریان / نمودار جریان فرایند، تحلیل سبب‌ها و اثرات (نمودار ایشی

▪ رهبری تیم باید توسط یک فرد فعال، هوشیار و زیرک صورت گیرد.

۴-۳-۲- تعیین مشکلات و سببها: مشکلات می‌توانند در موارد زیر مشاهده شوند (رحیمی، ۱۳۸۰، ص ۴۵-۱۵).

✓ فرایند	✓ تولید زایدات
✓ آب	✓ تولیدات
✓ مواد شیمیایی	✓ ظرفیت بکار گرفته شده
✓ انرژی	✓ کیفیت محصول
✓ نیروی کار	✓ تقاضای بازار
✓ هزینه‌ها	

اولویت‌بندی مشکلات باید برای دسته‌بندی اهداف و مقاصد به انجام برسد. در این شرایط اهداف و مقاصد

تعیین رییس گروه، مرور اهداف و مقاصد، مرور و بهبود اجرای برنامه‌ها و طرح‌ها، تعیین موانع اجرایی و موانعی که باید بر آن‌ها غلبه کرد و مشارکت در ایجاد تغییرات مناسب در مدیریت سیستم به منظور بهبود مستمر.

۴-۳-۱- تشکیل گروه

- گروه باید فعال درگیر و در ارتباط با موضوع باشد
- اعضای گروه باید متناسب با نیاز انتخاب شوند
- در سازمان‌های بزرگ باید یک گروه اصلی و تعدادی گروه‌های فرعی تشکیل شود
- گروه اصلی برای نظارت عالیه بر برنامه GP و گروه‌های فرعی برای کمک به گروه اصلی در جهت نیل به اهداف تشکیل می‌شود.

نمودار ۹- Brainstorming در GP

فعالیت‌های مکرر به صورت مجزا

فهرست فعالیت‌های موجود

رسم نمودار

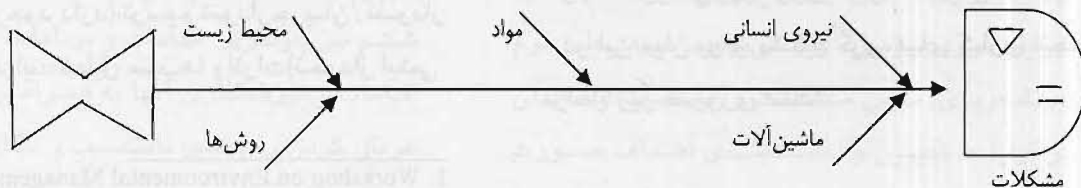
آیا کامل است؟

آزمون نمودار

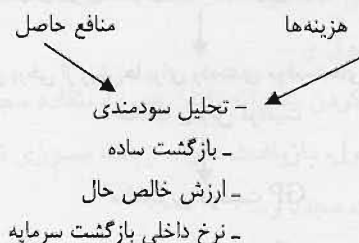
موافق با تغییرات

نتایج غیرقابل
استناد و اطمینان

نمودار ۱۰- دیاگرام آنالیز سبب



بازگشت سرمایه) لحاظ گردد (رحیمی، ۱۳۸۰، کارگاه آموزشی مدیریت محیط زیست، ۲۰۰۳).



برای مقایسه میان رویه‌های واقعی در حال انجام و بهترین رویه‌ها می‌توان از ابزار قضاوت به شرح زیر استفاده کرد:

- ابزار داخلی؛ بین عوامل، سازمان‌ها یا بخشهای مشابه
- ابزار رقابتی؛ مقایسه میان صنایع در یک بخش که هدف، پایه‌گذاری بهترین رویه از طریق تعیین نقاط خلاء یا ضعف باشد. این مقایسه در مورد محصول، عوامل، بخش‌های یک شرکت می‌تواند به انجام برسد.
- ابزار مقایسه‌ای؛ در میان تمام بخش‌های تجاری با هدف پایه‌ریزی بهترین رویه در تمامی زمینه‌های عملیاتی. این نوع از قضاوت به فرایندهای مشترک یا فناوری‌های مشترک، محدود می‌شود.
- مقایسه با استانداردها یا شاخص‌ها برای تعیین نقاط ضعف و مشکل‌ساز.

۴-۳-۵- ماتریس تصمیم‌گیری در GP

ارکان اصلی این ماتریس عبارتند از: (شکل ۱۱)

باید SMART یعنی: مشخص (S)، قابل اندازه‌گیری (M)، قابل دسترسی (A)، مرتبط (R) و قابل ردیابی (T) باشد.

Brainstorming در بهره‌وری سبز بیانگر افکار بدیع و مکرر است (نمودار ۹).

پس از تهیه PFD^۱، نقشه واحد، نقشه‌های اکولوژیکی و نقشه‌های اکولوژیکی برای تعیین عرصه‌های وجود اشکالات، لازم است اوراق کنترل و سپس فهرست کنترل^۲ تهیه شود تا پایش و نگهداری و تغییر ابزار، فرایندها و عملیات را کنترل کند. موازنه مواد، موازنه انرژی، رسم نمودار ایشی کاوا (نمودار ۱۰)، رسم نمودار Pareto، رسم نمودار کنترل spider-web و آنالیز هزینه - منفعت از دیگر روش‌های بدیع است.

۴-۳-۳- رسم نمودار تحلیل سبب - اثر ایشی کاوا (استخوان ماهی)

در نمودار (۱۰) کلیه اصول و ارکان اصلی سبب عدم کارایی در مجموعه، به صورت استخوان‌های اصلی ستون فقرات، رسم و طبقه‌بندی می‌شود و سپس در هر محور اجزاء اصلی و جزئیات ذکر می‌شود. نمودار (۱۰) کمک می‌کند تا سببها و اثرات هر یک از مشکلات به نحو ملموس و بارز مورد بررسی قرار گیرد (کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۹۰-۳۵).

۴-۳-۴- تحلیل هزینه - منفعت^۳ (CBA): یکی از بحث‌های اصلی در اقدامات بهینه‌سازی و ارتقاء شرایط زیست محیطی در هر فرایند یا فعالیت هزینه‌های عملیات است. لذا در فرایند بهره‌وری سبز لازم است چهار محور (تحلیل سودمندی، بازگشت ساده، ارزش خالص مالی و نرخ داخلی

1. Process Flow Diagram
2. Check list
3. Cost Benefit Analysis

فعالیت به شرح زیر در فعالیتهای بهره‌وری سبز مشخص شود و در هر مورد اقدامات لازم جهت کاهش بهره‌وری منابع مالی، زمانی و انسانی به انجام برسد این منابع عبارتند از:

۱. انتظار؛ کنار گذاشتن منابع، در انتظار مرحله تولید
۲. نقل و انتقال؛ نقل و انتقال غیر ضروری مواد در کارخانه
۳. فرآوری؛ زایدات ذاتی و همراه در فرایند یا در مراحل طراحی
۴. فهرست‌برداری؛ فهرست‌برداری زیاد و یا در حین فرایند (WIP)
۵. حرکت‌ها؛ حرکت‌های غیر ضروری کارگران در حین کار
۶. صدمات؛ تولید بخشهای صدمه دیده و یا خدمات ضعیف
۷. تولید اضافی؛ تولید بیش از حد نیاز (کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۵۰-۳۵)

۵-۱- طراحی برای حفظ محیط زیست در

بهره‌وری سبز طراحی محصول به روش متداول از طریق ۱- کاهش هزینه تولید و ۲- دستیابی به عملکرد بالاتر به انجام می‌رسد. اما در طراحی برای محیط زیست، اصول اساسی ۱- هزینه‌های تولید کمتر از طریق بکارگیری منابع کارا، ۲- کاهش اثرات زیست محیطی و ۳- بهبود و ارتقاء عملکرد تولید و محصول مدنظر است (رحیمی، ۱۳۸۰، ص ۴۵-۱۵).

طراحی برای محیط زیست^۲ (DFE)

در بهره‌وری سبزی این طراحی شامل موارد زیر است:



شکل ۱۱- ماتریس تصمیم‌گیری در GP

۵- سازماندهی روش‌های GP

سازماندهی روش‌های GP در مورد مدیریت زایدات، آموزش / آگاه‌سازی، جلوگیری از تولید زایدات، حفاظت از منابع و بهبود محصولات به انجام می‌رسد.

برای تعیین بهبود عملکرد لازم است مراحل عملکرد و فرایند تعیین شود و برنامه‌ریزی عملیات به انجام برسد. همچنین مراحل عمل تجهیزات، مراحل نگهداری، استفاده و نگهداری از مواد و محصولات، مراقبت‌های ایمنی برای کارکنان و مقایسه با استانداردها و متعارف‌های مصرف منابع و انرژی به انجام برسد.

یکی از روش‌های متداول در GP روش 5S^۳ مشتمل بر موارد زیر است:

- سازماندهی: (مدیریت طبقه‌بندی، آمایش سببها)
 - پاکسازی؛ طرح عملکرد
 - نظافت؛ تمیزی محل کار، دستیابی به حداقل گرد و غبار و ...
 - استانداردسازی؛ مدیریت دیداری، مدیریت رنگ
 - آموزش فرهنگ سازماندهی محیط کار؛ تغییر الگوهای رفتاری (گزارش 5S، ۱۳۸۲، ص ۳-۲)
- لازم است هفت منبع تولید زایدات در هر فرایند یا

2.Design for Environment

1.Seiri, Seiton,Seiso,Seiketsu,Shitsuke

۱. توسعه مفاهیم نو؛ مشارکت در استفاده از محصول و تولید، بهبود عوامل، بهینه‌سازی عوامل اجزاء تولید و...
۲. انتخاب مواد با اثرات و صدمات کمتر؛ مواد غیرسمی، غیرقابل اشتعال، با حجم انرژی کمتر و قابل بازچرخش
۳. کاهش؛ کاهش وزن، کاهش حجم نقل و انتقالات
۴. بهینه‌یابی روش‌های تولید؛ جایگزینی روش‌های تولید، روش‌های تولید کمتر، مصرف انرژی کم (اندک)، تولید زایدات کمتر، ...
۵. توزیع کارآ؛ سامانه، بسته بندی کمتر / تمیز، نقل و انتقال کارا، تمهیدات کارا
۶. کاهش اثرات زیست محیطی در مرحله استفاده؛ مصرف کمتر انرژی، منبع انرژی پاک؛ مواد اضافی بدون ضایعات/ بدون انرژی
۸. بهینه کردن طول عمر اولیه؛ قابلیت اطمینان و ماندگاری، نگهداری و تعمیر آسان، طراحی کلاسیک، مراقبت مصرف کننده از محصول و ...
۹. بهینه کردن سامانه پایان عمر؛ استفاده مجدد از محصول، بازیافت مواد، زیاده سوزی تمیز، ساخت مجدد و...

۲-۵- ارزیابی چرخه عمر (LCA)

این ارزیابی در مراحل مندرج در شکل (۱۲) به انجام می‌رسد (کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، ۲۰۰۴، ص ۹۰-۳۵).

در نهایت مقایسه‌ای میان روش‌های GP از لحاظ هزینه و فعالیت در شکل (۱۳) انجام شده است.

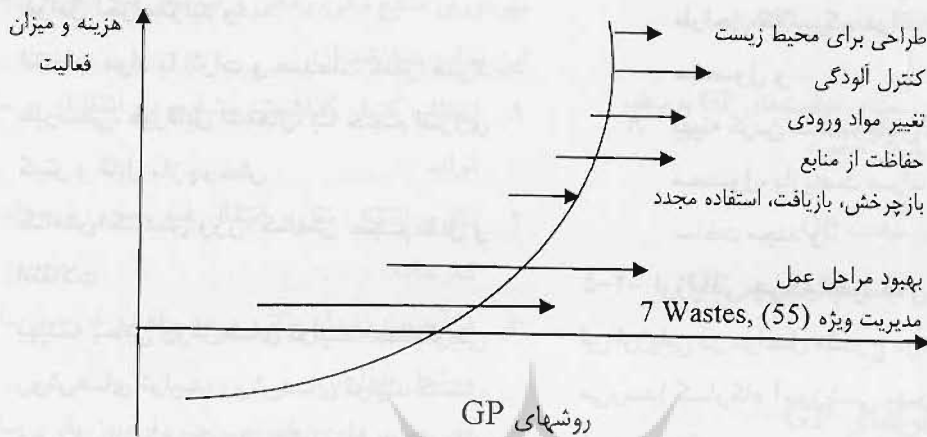
در این نمودار مشاهده می‌شود که فرایندهای حفاظت از منابع، تغییر مواد ورودی، کنترل آلودگی و طراحی برای محیط زیست تقریباً از لحاظ هزینه و میزان فعالیت در یک رده و جایگاه قرار دارند.



شکل ۱۲- ارزیابی چرخه عمر در GP

منبع: کارگاه آموزشی بهره‌وری سبز، مطالعه موردی در نیروگاههای حرارتی کشور، ۲۰۰۴، ص ۳۵.

۶- روش‌های GP، هزینه و میزان فعالیت



شکل ۱۳ - مقایسه روش‌های GP از لحاظ هزینه و فعالیت

منبع: همان ماخذ

بهره‌وری سبز در سطح صنعت تشکیل شود تا هم‌زمان بتوان به بهره‌وری بهینه، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار در صنعت دست یافت. با توجه به مطالعات به عمل آمده نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها یا ماتریس مربوط را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

نقاط قوت: بهره‌وری به عنوان یک اولویت ملی برای اقتصاد کشور؛ بهره‌وری سبز به منظور حفاظت از محیط زیست و رسیدن به توسعه پایدار، شمول بهره‌وری سبز به فعالیت تمامی صنایع، سازمان‌ها و بخش‌های تجاری؛ وجود انگیزه مناسب و اهداف همسو، حضور افراد علاقه‌مند و دست‌اندرکار در صنعت آب، برق و انرژی؛ بهبود سلامت و ایمنی در محیط کار و ارائه خدمات و محصولات با کیفیت مناسب.

نقاط ضعف: عدم وجود اعتبارات کافی؛ عدم وجود امکانات و تجهیزات لازم؛ امکان بروز مشکل در

۷- اقدامات و فعالیت‌ها

نظر به اهمیت بهره‌وری سبز به عنوان ابزاری نوین جهت دستیابی به توسعه پایدار توجه مجامع بین‌المللی به افزایش بهره‌وری و حفاظت از محیط زیست، بکارگیری این ابزار در مدیریت محیط زیست در صنعت آب، برق و انرژی امری ضروری است. لذا گروه محیط زیست امور انرژی وزارت نیرو با همکاری معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو، سازمان بهره‌وری ملی ایران و سازمان بهره‌وری آسیایی برای اولین بار در کشور بحث بهره‌وری سبز، مطالعه موردی و اجرای آن در نیروگاه‌های کشور (در مجموعه وزارت نیرو و خارج از آن) در قالب دو کارگاه آموزشی مطرح کرده و در نظر دارد پروژه‌هائی برای اجرای آن در یکی از نیروگاه‌های کشور به انجام برساند.

در این راستا قبل از هر اقدامی لازم است تا کمیته

بحث و نتیجه‌گیری

راهبرد جدید بهره‌وری سبز در بخش انرژی (بویژه صنایع) راه حلی جدید برای بهبود وضعیت فعالیت‌های محیط زیست در بسیاری از کشورهای جهان است. براساس این راهبرد و طرز تفکر جدید، کلیه اصول و روابط حاکم بر جامعه بین‌الملل، فرایندها و فعالیت‌ها به روال قبلی است، اما نحوه استفاده، بهره‌برداری و ساماندهی از آنها به گونه‌ای است که به بهره‌برداری و بهره‌وری بهینه و پایا با لحاظ کردن منافع و ملاحظات زیست محیطی منجر می‌شود.

در قالب فعالیت‌های بهره‌وری سبز در کشورهای آسیایی - اقیانوسیه تجارب موفقی وجود دارد: مدیریت پساب‌ها با استفاده از بهره‌وری سبز در یک کارخانه تولید مواد غذایی در چین، سالانه موجب صرفه‌جویی در هزینه تولید به میزان ۳۷۰۰۰۰ دلار و صرفه‌جویی سالانه ۳۷۰۰ دلار در هزینه‌های آمایش پساب گردیده است. اجرای بهره‌وری سبز در یک واحد صنعتی در چین منجر به صرفه‌جویی هزینه به میزان ۶۲۰۴۹ دلار در سال از طریق نصب اکتونمایزر لوله حرارت شده است. در ایران اجرای بهره‌وری سبز در اتاق رنگ شرکت ایران خودرو (اولین پروژه بهره‌وری سبز در کشور) منجر به ارزش فعلی خالص معادل ۶/۴ میلیون دلار با احتساب منافع اجتماعی (با نرخ بهره ۸٪) و مدت زمان بازگشت سرمایه در حدود شش ماه شده است.

گروه محیط زیست دفتر برنامه‌ریزی معاونت امور انرژی با همکاری معاونت امور تحقیقات و منابع انسانی وزارت نیرو، سازمان ملی بهره‌وری ایران و سازمان بهره‌وری آسیایی برای اولین بار در کشور بحث بهره‌وری سبز، مطالعه موردی و

ایجاد هماهنگی‌ها در سطح ملی و بین‌المللی؛ زمان بر بودن دستیابی به یک انسجام فکری در سطح صنعت؛ عدم وجود متخصصان و دانش کافی در ارتباط با بکارگیری ابزار بهره‌وری سبز در صنعت.

فرصت‌ها: توجه وزارت نیرو به مساله بهره‌وری سبز؛ علاقه مندی سازمان‌ها، صنایع و موسسات به توسعه بهره‌وری سبز، وجود توانمندی لازم جهت انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه بهره‌وری سبز، وجود توانمندی دانشجویی و دانشگاهی در زمینه بهره‌وری سبز در کشور و علاقه مندی بخش خصوصی به فعالیت در زمینه بهره‌وری سبز

تهدیدها: احتمال عدم وجود امکانات مالی لازم؛ احتمال عدم وجود امکانات و تجهیزات فنی لازم؛ عدم اولویت دهی به بهره‌وری سبز در برنامه ریزی‌ها و وابستگی به سازمان بهره‌وری آسیایی جهت انجام فعالیت‌های بهره‌وری سبز.

یکی از اقدامات مهم و لازم، تشکیل کمیته‌ها و یا گروه‌های بهره‌وری سبز در نیروگاه‌های کشور است که بر اساس تجارب و نیز بررسی‌های به عمل آمده ساختار زیر برای این کمیته‌ها پیشنهاد می‌شود:

مدیر عامل نیروگاه و معاون مدیر عامل؛ نماینده گروه‌های بهره‌وری - فروش - امور مالی - گروه‌های مهندسی - تعمیرات و نگهداری و نماینده کارگران در نیروگاه.

لازم است این کمیته‌ها از طریق یک کمیته مرکزی هدایت و رهبری شوند و خط مشی‌های کلی مربوط در سطح صنعت تعیین شود.

کارگاههای آموزشی منطقه آسیا - اقیانوسیه به نام ایران ارائه خواهد شد. امید آن که تشکیل گروههای بهره‌وری سبز در کلیه نیروگاههای کشور به زودی تحقق پذیرد و منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در منابع انرژی و مالی و نیز کاهش تبعات زیست محیطی گردد. □

اجرای آن در نیروگاههای کشور (در مجموعه وزارت نیرو و خارج از آن) را در قالب دو کارگاه آموزشی مطرح کرده است و در نظر دارد پروژه‌ای برای اجرای آن در یکی از نیروگاههای کشور به انجام برساند. پس از انجام این پروژه، نتایج حاصل از آن به عنوان مطالعه موردی در مورد نیروگاهها و عملکرد بهره‌وری سبز (برای اولین بار در کشورهای آسیا - اقیانوسیه) از طریق APO در

منابع

رحیمی، نسترن (۱۳۸۰) "گزارش کارگاه آموزشی مطالعه موردی و اجرای بهره‌وری سبز در یکی از نیروگاههای حرارتی کشور (نیروگاه منتظر قائم)", تهران، انتشارات گروه محیط زیست، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو.
گزارش 5S (۱۳۸۲) تهران، انتشارات شرکت ایران خودرو.

GP Promotion Institution Building (2001) **APO Plans Full Range of Green Productivity Activities for 2001**, APO Activities in 2001, APO.

Leung, R.(2002) "Greening of Supply Chain Management", *ASEP, News Letter*, Vol. 18, Issue3.

KUO, T.E.(2003) **Applying the Analytical Hierachy Process to Green Supply Chain Management**, The Symposium on Sustainable Products and Industrial Management, Tainan, Taiwan.

Kim, IK., Hur, T.(2003) "LCA and TCA Proposed as Tools for Measuring GP"., *IGPA Newsletter*, Vol.5, Issue 11.

"Workshop on Environmental Management in Iranian Thermal Power Plants"(2003), MOE, NIPO, APO.

"Workshop on Green Productivity Case Study in Iranian Thermal Power Plants" (2004) MOE, NIPO, APO.