

تولید تمیز و نقش مهندسی صنایع در برنامه ریزی و پیاده‌سازی آن

دکتر سیدسپهر قاضی‌نوری دانشگاه بوعلی سینا

چکیده:

یکی از زمینه‌های اصلی اشتغال مهندسين صنایع به ویژه در چند سال اخیر، همکاری در اجرا و پیاده‌سازی استانداردهای کیفیت (عمدتاً از خانواده ISO) و به تبع آن سایر استانداردهای مشابه در زمینه‌های محیط‌زیست و ایمنی و ... می‌باشد. دلیل حضور موفق مهندسی صنایع در این عرصه چیست و چرا با وجودی که فارغ‌التحصیلان برخی دیگر از رشته‌ها نظیر آمار نزدیکی بیشتری با بحث کنترل کیفیت دارند اما شرکتها ترجیح می‌دهند از مهندسين صنایع برای این منظور استفاده کنند؟ شاید پاسخ اصلی این سؤال آشنایی مهندسين صنایع با بحث سیستم و نگرش سیستمی باشد، اما دلیل دیگری که کمتر به آن توجه می‌شود توانایی مهندسين صنایع در اقتصادی کردن فعالیتها و بویژه استانداردهای مزبور است.

استانداردهای زیست‌محیطی اگر به دقت برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی شوند نه تنها باعث ایجاد هزینه‌های اضافی و دردهای جدید برای مدیریت و کارکنان نیستند بلکه می‌توانند صرفه‌جوییهای بزرگی نیز برای صنعت ایجاد نمایند و این وظیفه مهندسين صنایع است که در این زمینه به نحوی برنامه‌ریزی و عمل نمایند که مزایای اقتصادی مورد نظر برای صنعت حاصل شود. شاید بتوان رویکرد تولید تمیز (که گاهاً تولید تمیزتر نیز خوانده می‌شود) را نقطه‌ای دانست که مهندسين صنایع می‌توانند با اتکاء بر آن، علاوه بر حل مسائل زیست‌محیطی صنایع، صرفه‌جویی در مصرف منابع و بالا رفتن نرخ برگشت سرمایه را نیز برای صنعت به ارمغان آورند.

تولید تمیز «clean production» نگرشی است برای حل همزمان چندمشکل اساسی جوامع صنعتی شامل: آلودگی محیط زیست به علت وجود ضایعات، مصرف بی‌رویه و احتمال کمبود آن مواد و انرژی و بالاخره هزینه‌های تحمیل شده ناشی از اتلاف بخشی از مواد و انرژی مصرفی و فعالیتها دفع آنها که به کاهش قدرت رقابتی می‌انجامد.

در این مقاله ضمن آشنایی با مفهوم تولید تمیز و مزایای بالقوه آن، به نقش و جایگاه ضروری مهندسی صنایع در برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی آن پرداخته و لزوم تحرک مهندسين صنایع کشور در ترویج این مفهوم را مطرح می‌نماییم.

کلید واژه ها:

تولید تمیز، ضایعات صنعتی، حفظ محیط‌زیست

مقدمه:

طی سالهای اخیر مشکلات زیست‌محیطی بزرگی در جهان ظهور کرده و باعث اعمال فشارهای زیادی بر صنایع شده است. در کشور ما نیز به ویژه ظرف دهه گذشته این فشارها افزایش یافته که دلیل آن را می‌توان در بالا رفتن جمعیت، افزایش تولیدات صنعتی، شتاب‌زدگی در اجرای برنامه‌های توسعه، رسیدن به نقطه بحران در اوضاع زیست‌محیطی برخی مناطق و از همه مهمتر بالا رفتن سطح دانش و فرهنگ اجتماع نسبت به این مهم جستجو نمود.

همزمان با روند افزایش فشارهای مزبور، استانداردهای متعددی هم در زمینه محیط‌زیست (و نیز کیفیت و ایمنی و ...) تعریف شده که هر روز دامنه و رواج آن در صنعت بیشتر می‌شود. ظاهراً پیاده‌سازی این استانداردها و رعایت ضوابطی که مانع فشارهای دولتی و اجتماعی بر صنعت شود هزینه‌زاست و باری بر دوش صنعت محسوب می‌گردد. اما نکته مهم آن است که این استانداردها و ضوابط باعث صرفه‌جویی در مصرف مواد و انرژی می‌شوند و لذا بایستی در جهت کاهش هزینه‌ها عمل نمایند مگر اینکه نتوانسته باشیم به خوبی آنها را بکار بگیریم.

رویکرد مهندسی صنایع به مدیریت تولید که در جهت کاهش و بهینه‌سازی مصرف منابع عمل می‌کند در اینجا بایستی همگام با استانداردهای مزبور بکار گرفته شده و پیاده‌سازی اقتصادی این استانداردها را امکان‌پذیر سازد. به نظر می‌رسد بحث تولید تمیز را بتوان نقطه تقاطع و هماهنگی میان

استانداردها و ضوابط زیست‌محیطی با تکنیکها اصول مهندسی صنایع دانست. این مقاله به دنبال معرفی و آشنا کردن مخاطبان با این مبحث تقریباً ناشناخته اما مهم و نیز تبیین جایگاه و نقش مهندسی صنایع در برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی آن می‌باشد.

تولید تمیز و تولید تمیزتر

بیشتر شدن جمعیت و افزایش مصرف و به تبع آن رشد نمایی تولیدات صنعتی در عین بی‌توجهی کامل یا نسبی به موضوع آلودگیها باعث شده است که فصولات صنعتی و خانگی با سرعتی بیش از آنچه که زمین می‌تواند آنها را جذب کند تولید شوند و منابع انرژی و ماده نیز با سرعتی بیش از آنچه ذخیره می‌شوند مصرف گردند.

اگر بخواهیم این چرخه در یک مقطع زمانی به علت کمبود منابع و افزایش آلودگیها قطع نشود و اصطلاحاً توسعه پایدار داشته باشیم بایستی فرآیندهای تولید کالاها و خدمات، فناوریها، الگوهای جدیدی برای کاهش فشار بر محیط زیست و استفاده بهینه از منابع انرژی و مواد بیابند. بر همین اساس بود که سازمان ملل در سال ۱۹۹۰ برنامه تولید تمیز را آغاز نمود. برای آنکه با مفهوم تولید تمیز بیشتر آشنا شویم باید بدانیم که در حال حاضر بیشتر فعالیتهای تولیدی به صورت سنتی صورت می‌گیرد که دارای مشخصات زیر است:

- محصولات طوری طراحی نشده‌اند که ضایعات را کاهش دهند.
- از محصولات فرعی و فرآورده‌های جنبی استفاده نمی‌شود.
- برای رفع آلودگی از راه‌حلهای گران‌قیمت end-of-pipe استفاده می‌شود (یعنی صنعت ابتدا آلودگیها را تولید کرده و سپس با نصب تجهیزاتی سعی در دفع یا تغییر شکل آنها دارد).
- انتقال و نابودی ضایعات و تلفات گران است.
- در حالی که مشخصات تولید تمیز به شرح زیر است:
- پروسه‌ها برای کاهش ضایعات طراحی شده‌اند.
- بیشترین استفاده از محصولات جنبی می‌شود.
- به علت کنترل آلودگی و کاهش ضایعات، در نابودی و انتقال آنها صرفه‌جویی می‌شود.
- کمترین صدمه به محیط زیست وارد می‌شود.
- تولید تمیز کل دوران زندگی محصولات را دربرمی‌گیرد که شامل فازهای طراحی محصول، انتخاب مواد خام، تولید و مونتاژ، استفاده و بکارگیری محصول و کنترل و مدیریت مواد آن پس از استفاده می‌باشد.
- در طی چند دهه اخیر که صنایع تحت تأثیر مشکلات محیطی قرار گرفته‌اند سه مرحله از مواجهه را با آن پشت سر گذاشته‌اند که این مراحل عبارتند از:
- عدم توجه به مشکل آلودگی
- کاستن از حجم آلودگی
- کنترل آلودگی

با این ترتیب هر مرحله برای پاسخگویی به مشکلاتی پدید آمد که با مراحل قبلی حل نشده بودند. اما به هر حال در تمام این مراحل بازهم تولید آلودگی وجود داشت و لذا رویکرد پیشگیرانه در این زمینه مطرح گردید. اصولاً منطق پیشگیری در همه جا مشابه است: یک گرم پیشگیری بیش از یک کیلوگرم درمان تاثیر دارد.

در مقاطع قبلی و برای جلوگیری از افزایش آلودگی، دولت‌ها با قراردادن استانداردهایی برای میزان آلودگی آب و زمین و هوا به طور سنتی اقدام به مدیریت محیط زیست کردند و صنایع با نصب تجهیزات End-of-Pipe مانند فیلترها به این استانداردها پاسخ دادند. تنزل پیوسته محیط‌زیست گواه این حقیقت است که این روش به طور جدی خدشه‌دار و ناقص می‌باشد که دو دلیل عمده آن به قرار زیر است:

اول اینکه این روش قرض می‌کند که محیط‌زیست می‌تواند حد زیادی از فشار را تحمل کند و دوم اینکه چون هوا، زمین و آب و آلودگی آنها توسط متصدیان جداگانه‌ای تنظیم می‌شوند این جداسازی منجر به تغییر محل و جابجایی آلودگی و مواد سمی بین خاک و هوا و آب می‌شود. مثلاً فیلترها که از آلودگی هوا جلوگیری می‌کنند وقتی در گورستانهای زباله ریخته می‌شوند هم خاک و هم آبهای زیرزمینی را آلوده می‌کنند و یا ته‌نشین فاضلابها که در زباله‌سوزها سوزانده می‌شوند منجر به آلودگی هوا می‌شوند و وقتی خاکستر زباله‌سوزها دور ریخته می‌شود خاک و آبهای زیرزمینی نیز آلوده می‌شوند. برخی از دولت‌ها محدودیتهای این روش را تشخیص داده و به جای آن روشهای کنترل آلودگی را پیشنهاد کردند. حتی این سیاستها نیز با شکست مواجه شدند.

پس تاکید باید بر پیشگیری از آلودگی باشد نه کنترل آن و اینکار را در واقع تولید تمیز انجام می‌دهد. برخی تفاوت‌های روش کنترل آلودگی و روش تولید تمیز بدین شرح است:

روشهای کنترل آلودگی	روشهای تولید تمیز
آلوده کننده‌ها به وسیله فیلترها و روشهای برخورد با آلودگی کنترل می‌شوند.	از آلوده کننده‌ها طی اقدامات یکپارچه‌ای در منابع تولیدشان جلوگیری می‌شود.
کنترل آلودگی وقتی آغاز می‌شود که محصولات و پروسه‌ها توسعه یافته و مشکلات به وجود آمده‌اند.	جلوگیری از آلودگی قسمتی جدانشدنی از پیشرفت محصول و پروسه تولید است.
کنترل آلودگی و بهبودهای محیط‌زیست به عنوان عوامل هزینه برای شرکت تلقی می‌شوند.	آلوده کننده‌ها و ضایعات به طور بالقوه، منابع تولید در نظر گرفته شده و ممکن است به شکل محصولات مفید در آیند.
بهبودهای محیط‌زیستی با تکنیکها و تکنولوژی تکمیل و انجام می‌شوند.	بهبودهای محیط‌زیستی شامل رهیافتهای تکنیکی و غیرتکنیکی هستند.
اقدامات برای بهبودهای محیط‌زیستی باید استانداردهایی را که توسط متصدیان وضع می‌شوند اجرا کنند.	اقدامات برای بهبودهای محیط‌زیستی باید به طور مداوم و به منظور رسیدن به استانداردهای بالاتر صورت گیرد.
کیفیت به مفهوم برآورده نیازهای مشتریان است.	کیفیت به معنی برآورده کردن نیازهای مشتری و کاهش اثرات بر سلامتی انسان و محیط‌زیست است.

برای آنکه شناخت بیشتری از راه‌حلهای تولید تمیز برای مشکلات مزبور داشته باشیم، ویژگیهای آن را به شرح زیر مورد اشاره قرار می‌دهیم:

الف- راه‌حلهای تولید تمیز، راه‌حلهای موردی است یعنی استراتژی آن مبتنی بر حل مسئله است. به عبارت دیگر در هر صنعتی ابتدا فرآیند ضایعات مورد بررسی قرار گرفته و سپس راه‌حلهای متناسبی ارائه می‌گردد. برخی از راه‌حلهای مزبور می‌توانند شامل این موارد باشند:

- استفاده مجدد از مواد در داخل کارخانه (Recycling)
- بهبود شرایط محیط کار یا 5s
- بهبود در کنترل فرآیند
- تغییر تجهیزات
- تغییر در تکنولوژی تولید
- تهیه فرآورده‌های مفید جانبی از ضایعات
- تغییر مواد اولیه

ب- راه‌حلهای تولید تمیز، ساده و غیر پیچیده هستند و غالباً مستلزم برخورداری از دانش فنی بالایی نمی‌باشند مثلاً توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی در فرآیند و کارکرد صحیح ماشین‌آلات

ج- راه‌حلهای تولید تمیز، ابتکاری و مبتنی بر منطق هستند و در بسیاری موارد با اصول منطقی نظیر صحیح روشن کردن کوره‌ها و تنظیم صحیح سیستم هوارسانی به نتیجه می‌رسند.

د- بکارگیری تولید تمیز صرفه اقتصادی دارد. به تجربه ثابت شده است که صنایع (اعم از کوچک و بزرگ) می‌توانند با این روش صرفه‌جویی زیاد داشته باشند زیرا تولید تمیز:

- منجر به فرایندها و محصولات بهتری می‌شود.
- در مصرف مواد و انرژی صرفه‌جویی می‌کند.

- به علت استفاده از فناوریهای نو و مدرن تر مزیت رقابتی را افزایش می دهد.
- نیاز به مواجهه با قوانین زیست محیطی را کم می کند.
- ایمنی و سلامت کارکنان را بهبود می بخشد.
- روحیه و در نتیجه بهره‌وری پرسنل را بالا می برد.
- تصور عمومی جامعه از شرکت را بهتر می کند.
- و از هزینه‌های گزاف روشهای End-of-Pipe می کاهد.

۳- تولید تمیز، ضرورت کشور ما

صنایع کشور ما امروزه از معضلات مهمی رنج می‌برند که مهمترین آنها فقدان توان رقابتی با صنایع خارجی است و از جمله دلایل این امر مصرف بی‌رویه مواد و انرژی می‌باشد. اتخاذ تولید تمیز به عنوان یک استراتژی تولیدی می‌تواند تا در زیادی به حل این مشکل کمک نماید یعنی هم از میزان منابع مصرفی برای تولید هر واحد محصول بکاهد و هم هزینه‌های رفع آلودگیهای حاصله به روش End-of-Pipe را حذف کند. البته مفهوم تولید تمیز فقط به صنایع کارخانه‌ای مربوط نمی‌شود و در سایر بخشها نظیر صنعت ساختمان نیز کاربرد دارد، اما آنچه امروزه آلودگی شدیدی در محیط زیست کشور ما ایجاد کرده است عمدتاً فعالیت صنایع کارخانه‌ای و نیز خودروهای است که فاقد استاندارد لازم هستند و رویکرد تولید تمیز در مورد آنها نیز صدق می‌کند که در این زمینه می‌توان به مرجع [۴] رجوع نمود. هرچند دولت در این زمینه مسؤلیت مهمی دارد و می‌تواند با اتخاذ سیاستهای مناسب اقتصادی، مالیاتی، تبلیغی، اطلاع‌رسانی، حمایت‌های فنی و آموزشی، نهادسازی و ... به ترویج این مفهوم در صنعت کمک نماید اما با توجه به تجاری که تا به حال در کشور داشته‌ایم به نظر نمی‌رسد رویکرد دولتی به چنین مسائلی بتواند مفید واقع شود. لذا طبیعی است که بخش صنعت و مدیران و کارشناسان و مشاوران آن باید رأساً وارد عمل شده و به این مهم همت گمارند. در این میان نقش مهندسين صنایع غیرقابل انکار است که در مبحث بعدی به آن خواهیم پرداخت.

۴- نقش و جایگاه بالقوه مهندسين صنایع در تولید تمیز

شاید زمانی که در بحث تولید تمیز صحبت از حذف کامل ضایعات و آلودگیها می‌کنیم و به دنبال آن هستیم که چرخه بازیابی برای تمام فضولات صنعتی و محصولات مصرف شده آنها کامل شود، این امر به نظر خیلی افراد غیرممکن و ایده‌آل دست نیافتنی تلقی شود، اما حداقل برای مهندسين صنایع نباید این چنین باشد زیرا آنان به خوبی می‌دانند که همین چند سال پیش که بحث معیوب صفر (Zero defect) و موجودی صفر (Zero inventory) مطرح شد، باز هم اغلب کارشناسان آن را غیرممکن قلمداد می‌کردند و حال آنکه امروزه این مباحث در بسیاری از صنایع، امری عادی تلقی می‌شود.

تولید تمیز هم مانند هر پروژه مدیریتی دیگر برای اینکه در یک کارخانه یا صنعت خاص اجرا شود نیازمند طی مراحل مطالعاتی، اجرای و ارزیابی است. شاید برای این منظور، هیچ مجری بهتری از مهندسين صنایع یافت نشود. عمده‌ترین دلیل این مدعا را می‌توان در چند بعدی (multidisciplinary) بودن هر دوی این مباحث (مهندسی صنایع و تولید تمیز) دانست و جالب آنکه این ابعاد تطابق زیادی با هم دارند یعنی هر دو شامل موضوعاتی فنی، اقتصادی و مدیریتی هستند.

به هر حال به نظر می‌رسد مهندسين صنایع می‌توانند در مدیریت پروژه‌های تولید تمیز، فعالیت‌های زیادی را سازماندهی و اجرا نمایند که برای آشنایی با این فعالیتها، بهتر است ضمن مرور قدم‌های اجرایی تولید تمیز، نقش مهندسی صنایع در هر قدم را نیز بیان نماییم. تولید تمیز را می‌توان شامل دو مرحله اصلی دانست: تغییر فرآیند و تغییر محصول.

الف - تغییر فرآیند

گام‌های نخست تولید تمیز، تغییر در فرآیند تولید محصول است که شامل اصلاحاتی در نحوه خانه‌داری (Housekeeping)، کاهش مصرف مواد سمی و جلوگیری از هزروزی انرژی است. این تغییرات معمولاً هزینه‌ای بسیار ناچیز دارند و نرخ برگشت سرمایه در آنها بسیار بالا است. برای اجرای این تغییرات و انجام مرحله تغییر فرآیند گام‌های زیر باید طی شود:

- شناخت مواد خطرناکی که باید تدریجاً حذف شوند.

در این مرحله مهندسی صنایع نقش زیادی ندارد بلکه بیشتر متخصصین موضوعی و محیط زیست مجری هستند.

- تحلیل جریان مواد

این فعالیت از جمله تخصصهای اصلی مهندس صنایع است و به راحتی توسط متخصصین این رشته و در قالب فرمها و جداول مربوطه (ثبت سیستماتیک) قابل انجام می‌باشد.

- تهیه یک برنامه زمان‌بندی برای حذف مواد خطرناک و سایر تغییرات مرتبط

در این گام نیز مهندس صنایع نقش محوری دارد و به خوبی قادر است یک برنامه زمان‌بندی مناسب تهیه نموده و اجرای آن را کنترل نماید و هر زمان که نیاز به تغییراتی احساس شد اصلاحات مورد نظر را در آن اعمال کند.

- پیشنهاد فرآیندهای جدید منطبق با اصول تولید تمیز

در این مرحله، گرچه مهندس صنایع مسئولیت مستقیم فنی ندارد اما می‌تواند از تواناییهای نسبی خود در مهندسی فرآیند بهره گرفته و پیشنهادهای را مطرح نماید.

- ارزیابی اقتصادی فرآیندهای جدید

در این قسمت، بار دیگر مهندس صنایع مسئولیت محوری دارد و باید با در نظر گرفتن اصول اقتصادی اقدام به ارزیابی پروژه نماید. نکته مهم در این بخش، موضوع کمی کردن هزینه‌ها و فایده‌های غیرملموس است که مهارت و تجارب زیادی را طلب می‌نماید و ضروری است راهکار مناسبی برای این منظور اندیشیده شود.

- اجرای تغییرات و اصلاحات مورد نظر

در این مرحله، یک سری فعالیت‌های مدیریتی و مهندسی مورد نیاز است که می‌تواند توسط مهندس صنایع یا سایر مسئولین و کارشناسان انجام پذیرد.

- اجرای آموزشهای لازم

اغلب تغییرات مورد نیاز برای دسترسی به تولید تمیز، یا کلاً نرم‌افزاری هستند و یا اینکه جنبه نرم‌افزاری بر جنبه سخت‌افزاری آنها غلبه دارد. لذا بایستی در این قسمت به آموزش پرسنل، اهتمام جدی داشت. مهندس صنایع نیز در این قسمت وظیفه خطیری دارد زیرا می‌تواند با کمک گرفتن از اصول اقتصادی حرکت و سایر مبنای مهندسی صنایع به ویژه در بحث چیدمان و نیز روشهای کاهش ضایعات و خطا در آموزش پرسنل نقشی مفید و جدی داشته باشد.

- انتشار اطلاعات و جلب مشارکت عمومی در پروژه تولید تمیز

در این مرحله و حتی قبل از آن ضروری است که مبنای و داده‌های پروژه مزبور به گونه‌ای شفاف منتشر شده و مشارکت همه پرسنل در آن مطلب شود. تخصص مهندس صنایع در مستندسازی و توجیه اقتصادی فعالیتها و تهیه گزارشات مربوطه در این قسمت می‌تواند بسیار مفید باشد.

- تحکیم و ابقای دستاوردها

در این قسمت، بایستی با تشویق پرسنل و پیگیری و کنترل فعالیتها از اجرای مناسب آنها اطمینان یافت که دستاوردهای حاصله دائمی بوده و پس از مدتی اوضاع به حالت قبلی برنمی‌گردد.

مهندسی صنایع در این مرحله نیز می‌تواند از اصول مدیریتی و فنی برای کنترل خروجیها استفاده کرده و از کاهش کیفیت آنها جلوگیری نماید.

ب - تغییر محصول

به طور سنتی، طراحان محصول همواره به دنبال آن بوده‌اند که توازنی میان دو هدف کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت محصول بیابند. طبعاً در چنین روندی آنچه موردبوی توجهی قرار می‌گیرد اثرات جنبی استفاده از مواد آلوده‌کننده‌ای است که می‌توانند در عین ارزانی قیمت، خواص کیفی و ظاهری مورد نظر را نیز ارائه دهند. نمونه‌ای از این امر آن است که امروزه، استفاده از ظروف یکبار مصرف (که به علت ارزانی محصولات پتروشیمی در کشور ما بسیار ارزان به دست می‌آیند) کشور را با یک بحران اساسی زیست محیطی مواجه نموده است.

اما امروزه طراحان بایستی شاخص‌ها دیگری را نیز در طراحی‌هایی خود در نظر بگیرند. برخی از این شاخص‌ها عبارتند از:

- کاهش مصرف منابع

رویکردهای جدید تولید به ویژه تمیز امروزه به دنبال محصولاتی است که کمترین منابع را مصرف نمایند. کاهش مصرف انواع انرژی (به ویژه انرژیهای فسیلی) و انواع مواد (نظیر شیشه، پلاستیکها، فلزات و ...) شرط اساسی جلب توجه مشتریان زیرک بازارهای امروزی است.

از آنجا که بهینه‌سازی و صرفه‌جویی از عمده اهداف و تخصص‌های مهندسی صنایع نیز محسوب می‌شود کارشناسان این رشته می‌توانند نقش مهمی را در این‌گونه طراحیها برای کاهش مصرف منابع داشته باشند.

- طراحی برای افزایش عمر مفید محصول

استفاده از مواد و اجزایی که به سادگی قابل جایگزینی و به روز شدن هستند باعث افزایش عمر مفید محصول می‌گردد. از آنجا که قابلیت دوام و نیز برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری از جمله موضوعات مهندسی صنایع هستند می‌توان این مباحث علمی را به عنوان مبنایی برای این نوع طراحی (با هدف افزایش عمر مفید محصول) بکار گرفت.

- طراحی برای بازیابی

طراحی برای استفاده از موادی که می‌توانند از طریق چرخه مجدد، تولید مجدد یا استفاده مجدد بازیابی شوند موضوع دیگری است که بازهم مهندس صنایع می‌تواند در آن نقش داشته باشد.

- طراحی برای دمونتاز

پیاده‌سازی، جداسازی و تفکیک اقلام تشکیل دهنده یک محصول مصرف شده، خود فعالیتی پرهزینه است که اگر در زمان طراحی به آن توجه نشود بعداً با مشکل زیاد مواجه خواهد بود. لذا ضروری است مهندسین صنایع با توجه به مطالبی که در زمینه نمودار مونتاژ و نحوه تسریع در فعالیتهای مربوط به آن می‌دانند در هنگام طراحی محصول، به این امر توجه داشته و مشاوره‌های ضروری را به طراحان محصول ارائه نمایند.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به آنچه ارائه شد به نظر می‌رسد نکات ذیل را می‌توان به عنوان جمع‌بندی بحث مطرح نمود:

الف - بحث تولید تمیز، موضوع مهمی است که در صنایع بسیاری از کشورها جای خود را باز کرده و موجب تحولات عمیقی شده است. جالب آنکه کشورهای در حال توسعه‌ای مانند هند و چین بیشتر به آن توجه کرده‌اند و سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (یونیدو) نیز طرحی برای گسترش آن دارد. بی‌تردید در آینده شاهد ترویج و گسترش مفهوم تولید تمیز در ابعاد وسیعتری خواهیم بود.

ب- ویژگیهای خاص صنعت کشور ما نظیر مصرف زیاد منابع و نیز آلودگی بالایی محیط‌زیست بویژه در پیرامون شهرهای بزرگ، نشانگر آن هستند که توجه به مفهوم تولید تمیز و رویکردهای آن برای کشور یک ضرورت محسوب می‌شود و بایستی به یک عنوان یک استراتژی مورد نظر دستگاههای سیاستگذاری و اجرایی بخش صنعت قرار گیرد.

ج- با توجه به تواناییهای مهندسین صنایع و نیز فلسفه وجودی این رشته که بر بهینه‌سازی مصرف منابع (اعم از مصرفی و محیطی) استوار است به نظر می‌رسد مهندسین صنایع مهمترین گزینه برای برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سیستمهای تولید تمیز در صنعت کشور محسوب می‌شوند. امید است شناخت و بکارگیری مفهوم تولید تمیز نتایج ثمربخشی برای محیط‌زیست و اقتصاد کشور ما به همراه داشته باشد.

مراجع:

- 1-Kruszewsk, Iza & Thorpe, Beverley, "What Is Clean Production?", www.Greenpeace.com
- 2-Montague, P, "clean production", www.rachel.org/bulletin/bulletin.cfm? issue_ID=1373
- 3-UNIDO, "Serving Development by the Environment", May 1993
- 4- "Clean Car Standard", www.cleancarcampaign.org/standard.html
- 5-Chandak, S.P, "cleaner production," National cleaner production centre, New Delhi, India, 1995
- 6-Solomon, Tom & Barnett, Lisa, www.oit.doe.gov/nice3/projects/successes/ met2.shtml
- 7- Kruszewsk, Iza & Thorpe, Beverley, " strategies to promote clean production," www.igc.apc.org