

## جایگاه توسعه پایدار در آموزش مهندسی صنایع

میترا موبد<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترا، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه بزد، moubed.m@gmail.com

### چکیده

مفهوم که عبارتست از برآورده نمودن نیازهای نسل حاضر بدون آسیب رساندن به نسل آینده برای تأمین نیازهایشان؛ همه شهروندان و از جمله مهندسان را ملزم می‌سازد تأثیر محصولات، فرایندها و عملکرد خود را بر جامعه و محیط زیست بیش از قبل در نظر بگیرند. از آنجا که عموماً مهندسان مسئول طراحی و استقرار فن‌آوری‌های مختلف در سراسر دنیا هستند، به استفاده هوشیارانه از منابع، حداقل کردن اثرات منفی و حداکثر نمودن اثرات مثبت فعالیت‌های مختلف صنعتی و تکنولوژیک کمک می‌کنند.

در میان شاخه‌های مختلف فنی، مهندسی صنایع یک تخصص میان رشته‌ای در برگیرنده بخش‌هایی از رشته‌های مهندسی مکانیک، مواد، برق، کامپیوتر، مدیریت، اقتصاد و سایر زمینه‌های علوم کاربردی است که با برقراری ارتباط بین این علوم و تکنیک‌های ریاضی و آماری به ایجاد، بسط و بهبود بخش‌های مختلف یک سیستم می‌پردازد [۱]. مشهور است که مهندسین صنایع دائم از خود می‌پرسند "آیا روش بهتری برای انجام این کار وجود ندارد؟" در واقع فارغ‌التحصیلان این رشته با داشتن یک دیدگاه سیستمی می‌کوشند مسائل سازمان‌های مختلف از جمله تولیدی و خدماتی را تحلیل و فرایندهای کاری و مدیریتی آنها را بهینه نمایند. پایه حرفه مهندسی، علوم ریاضی است و متخصصان آن معمولاً دیدی فنی و تکنولوژیک دارند. اما این محدودیت در رشته مهندسی صنایع تا حد زیادی برطرف شده است. به عبارتی می‌توان گفت در حالی که اغلب مهندسان کارخانجات درگیر ماهیت فنی و تکنولوژیک فرایندها هستند، مهندسان صنایع به افزایش بهره‌وری تولید با بهبود وضعیت مدیریتی و نیروی انسانی در کنار مسائل فنی می‌اندیشند [2]. همین دیدگاه سیستمی و مدیریتی به فارغ‌التحصیلان این رشته کمک می‌کند بتوانند با سایر متخصصین و در صنایع مختلف همکاری نمایند.

با وجود گسترده و فراگیر بودن این رشته در کلیه مراحل چرخه عمر محصول و سازمان و توانایی فارغ‌التحصیلان آن برای کنار با انواع متخصصین، بررسی سرفصل مصوب دروس آن نشان می‌دهد که موضوعاتی همچون نقش و تأثیر صنایع بر محیط زیست و جامعه در این رشته نادیده گرفته شده است. این موضوع از مصاحبه اولیه با فارغ‌التحصیلان این رشته نیز مشخص می‌شود. در این مقاله ابتدا به

کشورهای در حال توسعه یا توجه به نیاز شدید به بهبود وضعیت اقتصادی و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای رفاه جامعه، گاه از جنبه‌های دیگر توسعه غافل مانده‌اند. از سویی، اقبال جهانی و آگاهی عمومی در زمینه مشکلات زیست‌محیطی در دهه‌های اخیر، محققین رشته‌های مختلف را بر آن داشته که در فعالیت‌های خود به مباحث زیست‌محیطی و پایداری توجه داشته باشند. از آنجا که آموزش یکی از ارکان اساسی برای کمک به توسعه پایدار کشورهاست و از سویی این مباحث تنها در سرفصل دروس رشته‌های بسیار تخصصی مرتبط همچون محیط زیست قرار دارد؛ نیاز به گنجانیدن این موضوعات در سایر رشته‌های دانشگاهی نیز احساس می‌شود. در این میان یکی از رشته‌هایی که به سبب ماهیتش می‌تواند در کنار سایر متخصصین و رشته‌های فنی و غیرفنی به ایفای نقش بپردازد، مهندسی صنایع است. فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در کنار سایر متخصصین در هدایت، طراحی، بهره‌برداری و حتی اتمام پروژه‌های مختلف نقش داشته باشند. با این حال بررسی اولیه دروس این رشته نشان می‌دهد که توسعه پایدار جایگاهی در این درس‌ها ندارد و فارغ‌التحصیلان به ندرت و تنها در صورت علاقه شخصی در مطالعات و کسب و کار خود به این موضوع توجه کرده‌اند. در این مقاله می‌کوشیم با بررسی تجربیات سایر کشورها و وضعیت رشته خاص مهندسی صنایع به شناسایی شکاف‌های موجود این رشته در زمینه توسعه پایدار بپردازیم. با شناسایی این مشکلات در صدد هستیم پیشنهادهایی را برای گنجانیدن در برنامه‌های آموزشی مهندسان صنایع به منظور آشنایی بیشتر آنان با این مفاهیم و حرکت در جهت توسعه پایدار ارائه دهیم.

### کلمات کلیدی

مهندسی صنایع، توسعه پایدار، سرفصل

### ۱- مقدمه

پس از کنفرانس ربوی سازمان ملل درباره توسعه و محیط زیست در سال ۱۹۹۲، موضوع توسعه پایدار بیشتر در سطوح مختلف محلی، ملی و بین‌المللی مورد توجه سیاست‌گذاران و مدیران قرار گرفته است. این



## ۱-۲- آموزش پایداری

Laughland و Bansal (2011) در بررسی سازمان‌ها و مدیران مختلف، موانعی را برای پایدار شدن سازمان‌ها شناسایی کرده‌اند که برخی از آنها عبارتند از عدم آگاهی مشتریان از پایداری سازمان‌ها در تصمیمات خریدشان، عدم وجود سیاست‌های حمایتی دولت‌ها، مشکلات ترغیب کارکنان برای انجام کارها به صورتی پایدار، تعریف نشدن کامل پایداری در کسب و کارها [5]. به نظر می‌رسد بخشی از این مشکلات به دلیل ضعف آگاهی و شناخت در سطوح مختلف از جمله عموم مردم، کارکنان و حتی مدیران باشد که نمی‌دانند چگونه کارکنان را برای کار پایدار تشویق نمایند. این نقصان نیز با توسعه آموزش در سطوح مختلف می‌تواند تا حد زیادی بهبود یابد. آموزش پایداری در رده‌های مختلف تحصیلی، در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه محافل علمی جهان قرار گرفته و برنامه‌هایی برای آموزش در این زمینه طراحی شده است. آکادمی مهندسی روپال<sup>۶</sup> برای دستیابی به تعالی در شاخه مهندسی از سال ۱۹۹۸ سخنرانی‌هایی را درباره توسعه پایدار برای دانشجویان، کارکنان و مهندسان تدارک دیده است. این دانشگاه در سال ۲۰۰۵ راهنمایی نیز درباره نقش مهندسان در توسعه پایدار تهیه کرده است.

دانشگاه کمبریج نیز مطالعات رهبری پایدار<sup>۷</sup> را در مقطع کارشناسی ارشد راه‌اندازی و هدف آن را توسعه توانمندی رهبرانی دانسته که آگاهی عمیقی از چالش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پیرامونشان دارند و می‌خواهند به روش‌های اثربخشی دیگران را برای ایجاد تغییرات مثبت در جهان راهبری نمایند. در این دوره دانشجویان با مفاهیمی از جمله پایداری و چالش‌های آن و نقش کسب و کارها و رهبران آنها در پاسخگویی به این چالش‌ها آشنا می‌شوند و دیدگاه سیستمی درباره وابستگی طبیعت، اجتماع، سیاست، فرهنگ، اقتصاد و تکنولوژی به دست می‌آورند. دروس این دوره عبارتند از فرهنگ سازمانی، توافقات و مؤسسات بین‌المللی، ارتباطات و آموزش، طراحی و تکنولوژی پایدار، سیاست‌ها و قوانین دولتی، سازمان‌های پایدار، حسابداری پایدار، موارد عملیاتی و نیروی انسانی، مشارکت و همکاری، تولید و مصرف پایداری [6].

دانشگاه واترلو<sup>۸</sup> نیز از سال ۲۰۱۳ رشته مدیریت پایداری را در سطح کارشناسی ارشد در دانشکده محیط زیست، سازمان و توسعه<sup>۹</sup> (SEED) راه‌اندازی نموده است. هدف این رشته تحصیلی، تأمین رهبرانی با مهارت‌های مدیریتی لازم برای به دست آوردن نتایج پایدار در کسب و کارها ذکر شده است. دانشجویان این دوره علاوه بر اصول و تئوری‌های مدیریت پایداری، دروسی از جمله پایداری در فرآیندهای کسب و کار، بازاریابی و مسئولیت اجتماعی، استراتژی‌های پایداری، مسائل مالی و حسابداری محیط زیست، مدیریت گرین، ارزیابی دوره عمر محصولات، مشارکت ذینفعان، گزارش‌دهی زیست‌محیطی،

موضوع آموزش پایداری و نقش پایداری در مهندسی پرداخته‌ایم. سپس آموزش‌های مربوط به این موضوع در دانشگاه‌های جهان بررسی گردیده است. در ادامه، نقش مهندسان صنایع در پایداری مورد بررسی قرار گرفته است. پس از شناسایی کمبودها و شکاف‌های دانش این رشته، پیشنهادهایی برای گنجاندن مباحث مربوط به پایداری در مهندسی صنایع ارائه گردیده است.

## ۲- توسعه پایدار

در مباحث روزمره مردم، دولت‌ها و دانشمندان، یکی از موضوعات بدیهی این است که زندگی انسان‌ها با همین متوال نمی‌تواند پایدار بماند. سرعت مصرف بخش زیادی از مردم بسیار بیشتر از ظرفیت کره زمین برای تأمین منابع است؛ در حلی که بخش بزرگی از ساکنان این کره خاکی حتی نمی‌توانند نیازهای اولیه‌شان را برآورده نمایند [3]. توجه مردم به ویژه پس از کنفرانس ریو به مباحث زیست‌محیطی بیشتر جلب شده و موضوعاتی همچون گرمایش کره زمین، گازهای گلخانه‌ای، افزایش حجم ضایعات و کمبود فضا برای دفن آنها، کمبود و آلودگی آب‌های آشامیدنی، آلودگی و فرسایش خاک، از بین رفتن جنگل‌ها و ... در محافل مختلف مطرح گردیده‌اند. می‌توان گفت اولین توجهات به این مسائل در دهه ۱۹۷۰ در جهان شروع شد. در سال ۱۹۸۷ سازمان ملل گزارشی با عنوان آینده مشترک ما<sup>۱۰</sup> منتشر کرد و اصطلاح توسعه پایدار را به عنوان توسعه به گونه‌ای معرفی کرد که در کنار برآورده نمودن نیازهای نسل فعلی، توانایی به نسل‌های آینده را برای برآورده کردن نیازهایشان لطمه‌ای وارد نکند. از آن زمان این اصطلاح و تعریف آن به مباحث مختلف مرتبط با صنعت و محیط زیست راه یافته و در آنها مورد استفاده قرار گرفته است. نشست جهانی توسعه اجتماعی در سال ۲۰۰۵ بر نیاز به ایجاد توازن در میان سه جنبه مهم اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در فعالیت‌های مختلف تأکید نمود [4]. این دیدگاه هم‌اکنون برای تعریف پایداری نیز استفاده می‌شود که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل (۱): جنبه‌های مختلف پایداری



صنایع با مباحث زیست محیطی و مشکلات آن بیان نمی‌کند. مؤسسه بین‌المللی مهندسان صنایع<sup>۱</sup> این رشته را به شکل زیر تعریف کرده: "مهندسی صنایع به طراحی، استقرار و بهبود سیستم‌های یکپارچه‌ای از انسان، مواد، اطلاعات، تجهیزات و انرژی می‌پردازد. دانش و مهارت‌های تخصصی در ریاضیات، فیزیک و علوم اجتماعی و اصول طراحی و تحلیل مهندسی پایه‌های اصلی این رشته‌اند که به پیش‌بینی و ارزیابی نتایج حاصل از سیستم‌های یکپارچه کمک می‌کنند [8]". این تعریف از آنجا که به سیستم‌های یکپارچه اشاره کرده، کلی‌تر است و می‌تواند سیستم‌های شامل محیط را نیز در بر بگیرد. با این حال در آن اشاره‌ای به سازگاری با محیط زیست یا مشکلات فعلی جهان در این حوزه نشده است. اما از آنجا که یکی از مقصدهای اصلی آلودگی‌های مختلف زیست محیطی معمولاً صنعت دانسته می‌شود، نمی‌توان نقش مدیران را در ترغیب و کلبرد تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های مختلف برای کاهش یا حذف این آلودگی‌ها نادیده گرفت. از آنجا که یکی از تخصص‌های مهندسی صنایع با توجه به تعریف‌ها و دروس مختلف این رشته، مدیریت و بهبود سیستم‌هاست؛ این مهندسی می‌تواند و باید نقش مهمی را در دستیابی به سازمان‌های پایدار داشته باشند.

در سال‌های اخیر با توجه به مباحث روز رسانه‌ها و فعالیت‌های مختلف اجتماعی و رشد آگاهی‌های جامعه، مهندسی صنایع نیز بالطبع با این مفهوم آشنا شده‌اند. به منظور بررسی میزان آشنایی این فارغ‌التحصیلان با توسعه پایدار، یک مصاحبه اولیه با تعدادی از این افراد انجام گرفت. این مصاحبه‌ها نشان داد که تعداد بسیار اندکی از این افراد در دوره کارشناسی با توسعه پایدار آشنا شده‌اند که آن نیز تنها به دلیل علاقه شخصی خود یا اساتیدشان در مباحث جاری کلاسی بوده است. همچنین بیش از نیمی از افراد مصاحبه شده، یادگیری این مفهوم را برای مباحث کاری یا پیشرفت تحصیلی خود الزامی دانسته‌اند. البته به منظور بررسی دقیق‌تر و علمی‌تر میزان آشنایی، نیاز به مطالعه گسترده‌تری است که پیشنهاد می‌شود محققین در آینده به آن بپردازند. این مطالعه اولیه نشان داد که گنجاندن مفاهیم مربوط به توسعه پایدار در دروس فعلی مهندسی صنایع می‌تواند به گسترش دیدگاه سیستمی فارغ‌التحصیلان این رشته و توانمندی‌های آنان برای مذاکره با گروه‌های مختلف کاری و تحصیلی بیافزاید.

بررسی آخرین ویرایش سرفصل دروس کارشناسی مهندسی صنایع (سال ۸۸) نشان می‌دهد که در هیچ‌کدام از این درس‌ها ناهمی از ارتباط با محیط زیست، پایداری یا مشکلات منابع طبیعی و ... برده نشده است. از سویی به سبب ماهیت میان رشته‌ای مهندسی صنایع، مشخصاً دانش محیط زیست امروزه مورد نیاز فارغ‌التحصیلان این رشته است تا بتوانند با سایر متخصصین این حوزه به خوبی کار کنند. از آنجا

همکاری و مشارکت ذینفعان، تئوری‌های توسعه بین‌المللی، شهرهای پایدار، اقتصاد توسعه پایدار، انرژی و پایداری، مدیریت پایداری، منابع آب و امنیت، امنیت غذایی، تئوری و مفاهیم جابجایی صنعتی، برنامه‌ریزی توسعه زمین، اصول توسعه منطقه‌ای، توسعه اقتصادی جوامع، تحلیل و برنامه‌ریزی اقتصادی سرمایه‌گذاری‌ها، کار آفرینی و توسعه کسب و کارهای کوچک را می‌گذرانند [7].

مؤسسه "مشارکت جهانی مهندسان برای توسعه پایدار" (WEPSD) اصولاً به منظور طراحی مجدد مسئولیت‌ها و اخلاقیات مهندسان، تحلیل و توسعه برنامه‌های بلندمدت و تعیین راهکارها با استفاده از فن‌آوری‌های جدید برای حل مشکلات زیست محیطی جهان همچون تغییرات آب و هوایی، کمبود آب و ... ایجاد شده است. مؤسسات دیگری از قبیل بانک جهانی<sup>۲</sup>، برنامه زیست محیطی سازمان ملل<sup>۳</sup> و تسهیلات جهانی محیط زیست<sup>۴</sup> هم برنامه‌هایی را برای توسعه پایدار شروع کرده‌اند.

## ۲-۲- نقش پایداری در مهندسی صنایع

یکی از دلایل اصلی بروز و ظهور مفهوم توسعه پایدار، پیشرفت صنعت در جهان بود که به توسعه اقتصادی کشورها کمک کرد. با شروع به رشد صنعت از اواخر سده نوزدهم، یکی از این رشته‌های فنی که ابتدا در اروپا و سپس (در اوایل قرن بیستم) در ایالات متحده شکل گرفت، مهندسی صنایع بود. در ایران این رشته اولین بار در سال ۱۳۴۷ در دانشگاه صنعتی شریف شروع به پذیرش دانشجو نمود و هم اکنون با گرایش‌ها و مقاطع مختلف در اغلب دانشگاه‌های ایران تدریس می‌گردد. به منظور تعیین جایگاه توسعه پایدار در مهندسی صنایع، ابتدا به سرفصل‌ها و سرفصل‌های دوره کارشناسی مهندسی صنایع رفته‌ایم. وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری این رشته را به صورت زیر تعریف کرده است:

"با پیشرفت سریع علم، تکنولوژی و پیچیدگی‌های روزافزون آن، بالطبع سیستم‌های تولیدی و خدماتی نیز گسترش یافته‌اند. اداره صحیح و مناسب و سیستماتیک این گونه واحدها مستلزم استفاده از تکنیک‌های علمی و پیشرفته است. مباحث تولید و خدمات چنان گسترش یافته که رشته‌های مهندسی سنتی از قبیل شیمی، عمران، مکانیک و غیره پاسخگوی همه مسائل نیستند. برای جبران چنین کمبودهایی در قرن حاضر بویژه طی چند دهه اخیر، از پیوند رشته‌های گوناگون مدیریت، اقتصاد و روش‌های مهندسی، رشته جدیدی به نام مهندسی صنایع ایجاد شده است."

مطابق این تعریف اصولاً مهندس صنایع در مدیریت و اداره سیستم‌های مختلف تولیدی یا خدماتی نقش ایفا می‌کند. همانطور که مشخص است تعریف وزارت علوم هیچ چیزی از ارتباط مهندسان



### ۳- نتایج

بر اساس این بررسی و با مقایسه با دروس رشته‌های مدیریت پایداری در دانشگاه‌های مختلف، پیشنهاد‌های زیر برای آموزش توسعه پایدار به مهندسی صنایع ارائه می‌شود:

۱. اضافه نمودن درسی تخصصی در حوزه توسعه با توجه به این که یکی از تخصص‌های فارغ‌التحصیلان مهندسی صنایع، برنامه‌ریزی و توسعه است و بخشی از آنان در این قسمت‌ها مشغول به کار خواهند شد، باید اصول توسعه را به خوبی درک کرده باشند. بخشی از این نیاز در درس اقتصاد کلان برآورده می‌شود. اما توسعه اقتصادی یک بخش از توسعه است و طبیعتاً نیاز است که یک مهندس صنایع مفاهیم کلی جنبه‌های مختلف توسعه از جمله توسعه بین‌المللی، توسعه جوامع، برنامه‌ریزی توسعه شهری، قوانین و مقررات بین‌المللی موجود و البته توسعه پایدار را بداند. این موارد می‌تواند در سرفصل درس تخصصی گنجانده شود.
۲. اضافه نمودن موضوعات مربوط به ارتباط صنایع و محیط زیست در سرفصل دروسی همچون:

- روش‌های تولید - در این درس دانشجویان باید در کنار روش‌های تولید با اثرات مخرب آنها بر محیط زیست و راه‌های حذف یا کاهش این اثرات آشنا شوند.
- ارزیابی کار و زمان - با توجه به موضوعات مورد بررسی در این درس، دانشجویان می‌توانند همزمان با مفاهیمی از جمله پایداری و انرژی در طراحی و فرآیندهای تولید آشنا شوند.
- طرح‌ریزی واحدهای صنعتی و طراحی و ایجاد صنایع - در این درس‌ها دانشجویان می‌توانند مفاهیمی از جمله مسئولیت اجتماعی تولیدکنندگان، تحلیل چرخه عمر محصول، تصمیمات پایان عمر محصول و تأثیرات استقرار واحدهای صنعتی بر محیط زیست و اجتماع را بیاموزند و این موارد را در اجرای پروژه خود نیز اجرا نمایند.
- برنامه‌ریزی و کنترل پروژه - در نظر گرفتن اصول و دیدگاه‌های زیست‌محیطی تغییراتی را در روند اجرای پروژه‌ها ایجاد خواهد کرد و می‌تواند مراحل را به آن اضافه کند. در این درس مهندسان صنایع باید نسبت به به کارگیری این موارد در برنامه‌ریزی پروژه‌ها حساس شوند.
- کنترل کیفیت - یکی از ویژگی‌های کیفی مد نظر مشتریان در جهان مدرن، همساز بودن با محیط زیست (سبز بودن) و جامعه (مسئولیت‌پذیری اجتماعی) است. این موضوع در جواز بین‌المللی کیفیت همچون جواز تعلق سازمانی<sup>۱۱</sup> نیز در نظر گرفته شده است. در همین راستا موضوعاتی مانند مدیریت و کنترل کیفیت پایدار می‌توانند در سرفصل این درس گنجانده شوند.

که آشنایی با مفاهیم زیست‌محیطی و توسعه پایدار می‌تواند در مراحل مختلف چرخه عمر محصول / خدمت تغییراتی را ایجاد نماید، به نظر می‌رسد که اولین کار گنجاندن این مفهوم در سرفصل دروس مصوب دوره کارشناسی باشد. به این منظور از راهنمای دانشکده مهندسی رویال درباره مهندسی برای پایداری استفاده کرده‌ایم که تصمیمات مهندسان در دوره عمر محصول را عبارت دانسته است از:

۱. شکل‌دهی نیازمندی‌ها (مطالعه توجیهی طرح)
۲. تعیین دامنه تصمیم (تعریف کلی پروژه)
۳. برنامه‌ریزی (طراحی جزئیات)
۴. استقرار، اجرا و عملیات
۵. پایان عمر مفید طرح و محصول

### ۳-۲- بررسی جایگاه پایداری در دروس مهندسی صنایع

پس از بررسی سرفصل مصوب دروس تخصصی مهندسی صنایع، این موارد بر اساس چارچوب ارائه شده توسط راهنمای دانشکده مهندسی رویال دسته‌بندی شده‌اند. جدول ۱ درس‌های تخصصی مهندسی صنایع را نشان می‌دهد که هر کدام مراحل از چرخه عمر محصول و مباحث توسعه پایدار در این بخش‌ها را در بر می‌گیرند. البته در حال حاضر سرفصل‌های مصوب هیچکدام از این موارد را در بر ندارند و می‌توان گفت در همه این بخش‌ها شکاف دانش و اطلاعات وجود دارد.

جدول (۱): دروس تخصصی مهندسی صنایع در چرخه عمر محصول

| پایان عمر مفید | اجرا و عملیات | برنامه‌ریزی | دامنه تصمیم | شکل‌دهی نیازها | مرحله چرخه عمر<br>عنوان درس                 |
|----------------|---------------|-------------|-------------|----------------|---|
|                | ✓             |             |             | ✓              | روش‌های تولید ۱ و ۲                         |
|                | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | ارزیابی کار و زمان                          |
| ✓              |               | ✓           | ✓           | ✓              | طرح‌ریزی واحدهای صنعتی                      |
|                | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | برنامه‌ریزی و کنترل پروژه                   |
|                | ✓             | ✓           |             |                | کنترل کیفیت آماری                           |
| ✓              | ✓             | ✓           |             |                | برنامه‌ریزی تولید                           |
| ✓              | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها ۱ و ۲ |
| ✓              | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات               |
| ✓              | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | برنامه‌ریزی حمل و نقل                       |
| ✓              | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | تحلیل سیستمها و شبیه‌سازی                   |
|                | ✓             |             | ✓           |                | مدیریت سیستمهای اطلاعاتی                    |
| ✓              | ✓             |             | ✓           | ✓              | اقتصاد خرید، کلان و اقتصاد مهندسی           |
| ✓              | ✓             | ✓           | ✓           | ✓              | اصول مدیریت                                 |
| ✓              | ✓             | ✓           |             | ✓              | بازاریابی                                   |



- برنامه‌ریزی تولید - مسائل مربوط به تولید پایدار<sup>۱۱</sup> و تولید پاک<sup>۱۲</sup> می‌تواند در کنار روش‌های برنامه‌ریزی برای تولید در این درس به دانشجویان آموخته شود تا در زمان برنامه‌ریزی خود برای تولید این موضوعات را نیز مد نظر داشته باشند.
  - برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها - در این درس باید دانشجویان در کنار هزینه‌های مربوط به موجودی‌ها، مسائل مربوط به پایداری را نیز درک نمایند. به این ترتیب در محیط کار با در نظر گرفتن موضوعات زیست‌محیطی و اجتماعی در کنار مسائل اقتصادی، به پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای موجودی‌های صنعت خواهند پرداخت.
  - برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات - موردی همچون آلاینده‌های ماشین‌آلات صنعت و روند تغییرات آن، تأثیرات نصب و بازنشسته نمودن ماشین‌آلات، روانکارها و سایر مواد مورد استفاده و تأثیرات آنها بر محیط و ... می‌تواند در کنار سرفصل‌های معمول این درس به دانشجویان انتقال یابد.
  - برنامه‌ریزی حمل و نقل - حمل و نقل پایدار یکی از بحث‌های مهم روز دنیاست که لازم است مهندسان صنایع نیز با آن آشنا شوند. موردی همچون مصرف انرژی در حمل و نقل، زیرساخت‌های پایدار، توسعه بر مبنای ترانزیت، کارایی سوخت و کنترل انتشار کربن وسایل نقلیه، منابع انرژی پایدار و ... در این موضوع مطرح می‌شوند [9] که آگاهی از آنها برای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مهندسان صنایع ضروری است.
  - تحلیل سیستم‌ها و شبیه‌سازی - همچنان که قبلاً نیز گفته شد یکی از دغدغه‌های مدیریت پایداری، ایجاد دیدگاه سیستماتیک برای توجه به جهان پیرامون خود به صورت یک کل یکپارچه است. در نظر گرفتن محیط زیست و جامعه در تحلیل سیستم‌های صنعتی و کسب و کار و شبیه‌سازی آنها باید در این دروس به دانشجویان آموزش داده شود.
  - مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی - با توسعه مفاهیم مربوط به پایداری و استقرار سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی<sup>۱۳</sup> (EMS)، مدیران نیاز دارند که اطلاعات مربوط به وضعیت این شاخص‌ها را در سازمان خود پایش، ارزیابی و اطلاع‌رسانی نمایند [10]. این نیازها معمولاً در محیط کار برای مهندسان صنایع آشکار می‌شود و گاه از دوران تحصیل هیچ آشنایی‌ای با این مفاهیم نداشته‌اند. گنجاندن مفاهیم مربوط به مدیریت پایداری و یازهای اطلاعاتی مربوط به این موضوعات در سرفصل این درس به کاهش این شکاف دانشی مهندسان صنایع کمک خواهد کرد.
- اقتصاد کلان - در این درس می‌تواند موضوعاتی از جمله توسعه اقتصادی، اقتصاد محیط زیست و اقتصاد پایداری، نقش پایداری در اقتصاد کلان و ... معرفی شود.
  - اصول مدیریت و بازاریابی - معرفی تئوری‌های جدید مدیریت در زمینه مسئولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی سازمان‌ها و بازاریابی بر این اساس، دیدگاه جدیدی را برای فارغ‌التحصیلان مهندسی صنایع فراهم می‌نماید که در کار خود به آنها توجه کنند.
- #### ۴- نتیجه‌گیری
- در جهان امروز، نیاز سازمان‌های مختلف به پایداری فرآیندها، محصولات و خدماتشان به تدریج به موضوعی بدیهی تبدیل می‌شود. در این راستا رشته‌هایی خاص مطالعات، مدیریت و رهبری پایداری در سطوح دانشگاهی نیز تعریف شده‌اند که فارغ‌التحصیلان آن در مباحث اجتماعی و بویژه زیست‌محیطی تبحر می‌یابند. اما با توجه به این که پایداری صنعت باید در تمامی فعالیت‌ها و فرآیندها در نظر گرفته شود، نیز است که مهندسان رشته‌های مختلف فنی اطلاعاتی را در این باره کسب کنند. مهندسان صنایع به عنوان متخصصان میان‌رشته‌ای در مراحل مختلف شکل‌گیری یک صنعت / سازمان و با کارشناسان رشته‌های مختلف همکاری می‌نمایند. در همین راستا ضروری است که با مفاهیم مربوط به پایداری آشنا باشند و آنها را در تصمیم‌سازی‌ها و تصمیم‌گیری‌های خود به کار گیرند.
- در این مقاله پس از بررسی تعریف‌های مختلف ارائه شده برای مهندسی صنایع و سرفصل دروس تخصصی این رشته نقاط ضعف و شکاف‌های دانشی موجود در زمینه پایداری در مهندسی صنایع شناسایی گردید. همچنین پیشنهادهایی برای کاهش این شکاف ارائه گردید. اولین پیشنهاد اضافه نمودن درسی تخصصی در حوزه توسعه است که کلیه جنبه‌های توسعه و از جمله توسعه پایدار را در بر بگیرد. به عنوان دومین مورد، پیشنهاد می‌شود سرفصل‌های دروسی از جمله روش‌های تولید، ارزیابی کار و زمان، طرح ریزی واحدهای صنعتی و طراحی و ایجاد صنایع، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، کنترل کیفیت آماری، برنامه‌ریزی تولید، کنترل موجودی‌ها، نگهداری و تعمیرات، برنامه‌ریزی حمل و نقل، تحلیل سیستم‌ها و شبیه‌سازی، مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، اقتصاد، اصول مدیریت و بازاریابی با در نظر گرفتن مفاهیم پایداری تغییر یابد تا فارغ‌التحصیلان بیشتر با اهمیت موضوع پایداری در تمامی مراحل عمر صنعت آشنا شوند.
- با توجه به زمان‌بر و گاه غیرممکن بودن تغییرات سرفصل‌های دروس دانشگاهی، پیشنهاد می‌شود مدرسین محترم در گام اول برخی از مفاهیم پایداری را در حوزه مورد تدریس خود برای دانشجویان تعریف نمایند. در این مطالعه، بررسی اولیه‌ای از میزان آگاهی



فارغ‌التحصیلان مهندسی صنایع از مباحث توسعه پایدار انجام گرفت که نشان‌دهنده دانش اندک این افراد بود. فارغ‌التحصیلان این دانش را نیز نه در دوران تحصیل که از طرق دیگر به دست آورده بودند. با اینحال بررسی کامل‌تر از میزان این آگاهی و میزان نیاز به آن در محیط کاری برای مهندسين صنایع موضوعی است که انجام آن به محققین آینده پیشنهاد می‌گردد.

## مراجع

- [۱] انجمن مهندسی صنایع ایران، <http://www.iiee.ir/>
- [2] <http://www.applyabroad.org/>
- [3] The Royal Academy of Engineering, 2005. Engineering for Sustainable Development: Guiding Principles. The Royal Academy of Engineering, London
- [4] United Nations General Assembly. 2005. 2005 World Summit Outcome, Resolution A/60/1, adopted by the General Assembly on 15 September.
- [5] Laughland, P., Bansal, T., 2011. The Top Ten Reasons Why Businesses aren't More Sustainable, Ivey Business Journal Online, January/February.
- [6] <http://www.cpsl.cam.ac.uk/Accredited-Programmes/Masters-in-Sustainability-Leadership>
- [7] <http://uwaterloo.ca/environment/sustainability-management>
- [8] <http://www.iienet2.org/>
- [9] Jeon, C M, Amekudzi, 2005. Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics, Journal Of Infrastructure Systems, March, pp31-50
- [10] Nowduri S. , Shafi A., 2012. Management Information Systems and Its Support to Sustainable Small and Medium Enterprises, International Journal of Business and Management, 7 (19)

## زیر نویس‌ها

- <sup>1</sup> Our Common Future
- <sup>2</sup> Royal Academy of Engineering
- <sup>3</sup> Master of Studies in Sustainability Leadership
- <sup>4</sup> University of Waterloo
- <sup>5</sup> School of Environment, Enterprise and Development
- <sup>6</sup> The World Engineering Partnership for Sustainable Development
- <sup>7</sup> World Bank
- <sup>8</sup> United Nations Environmental Program
- <sup>9</sup> Global Environment Facility
- <sup>10</sup> Institute of Industrial Engineers
- <sup>11</sup> Excellence Awards
- <sup>12</sup> Sustainable Manufacturing
- <sup>13</sup> Clean Production
- <sup>14</sup> Environmental Management Systems