فلسفه و نظم آموزش مهندسی مواد و توانایی‌های دانشجو

جلال حجازی، پرویز دوامی، غلامحسین دانشی، افسر سیار، ناصر توحیدی، سعید ناطق و کمال جان‌قربان

چکیده: با آنکه رشته مهندسی مواد به علوم پایه بسیار نزدیک است، ولی عناصر آن به گونه‌ای است که در گروه آموزشی مهندسی مطالعه می‌شود و به همین دلیل، هدف (توانایی)، فلسفه (دانایی) و اخلاق (جهان‌پایی) آن در حوزه مهندسی تعریف و تبیین می‌شود.

وابستگی‌های علمی، مهندسی، فناوری، طراحی و اقتصادی این رشته به حدی است که ناگزیر برای انتخاب دانشجو باید به قابلیت‌های علمی (چپ‌مغزی) و طراحی (راست‌مغزی) آنان توجه شود. در نتیجه‌گیری و سگالش روش‌های پیشنهادی مورد بحث قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: آموزش، آموزش مهندسی، مهندسی مواد و علم مواد.

۱. مقدمه

یکی از ارکان نظام آموزشی در آموزش هر رشته یا گرایش، درک و استنتاج نظم آموزشی و روند آموزشی خاص آن رشته است که در صورت عدم توجه و تحقیق کافی در موضوع، موجب اعمال سلایق و نظرهای شخصی در برنامه‌ریزی، انتخاب دانشجو و موضوع‌های آموزشی می‌شود.

با تحولات قرن بیستم و نیازهای روزافزون به شناخت، توسعه و فراوری مواد مهندسی و نیز با آمادگی‌های نسبی که در نیمه دوم قرن نوزدهم حاصل شده بود، زمینه برای آموزش مهندسی و علم مواد به صورت مستقل از شیمی، معدن و مکانیک فراهم شد، ولی به دلیل نفوذ چندین دهساله رشته‌های یاد شده، از همان ابتدا، نظم آموزش مهندسی و علم مواد تحت تأثیر فیزیکدان‌ها، شیمی‌دان‌ها و استادان معدن قرار گرفت و از طرف دیگر، با توجه به حرفه‌ای بودن رشته‌های اصلی وابسته به مهندسی مواد و با سابقه چندین هزارساله نظیر ریخته‌گری، استخراج معدن، سفال‌سازی، شیشه‌سازی و... که آموزش‌های آن با روش‌های استاد ـ شاگردی و به‌صورت کاملاً حرفه‌ای انجام گرفته بود، آموزش‌های جدید مهندسی و علم مواد تحت نفوذ استادکاران با تجربه و مهندسان تجربی نیز قرار گرفت که هنوز هم تأثیر این نگرش‌های چندگانه در آموزش مهندسی مواد مشاهده می‌شود. کاربرد اصطلاحاتی نظیر چندنظمی[۱] یا میان‌نظمی[۲] در آموزش مهندسی مواد نیز مؤید این نکته و در هم‌آمیختگی نظم‌های آموزشی است که به احتمال زیاد مهم‌ترین ضعف در آموزش عالی این رشته محسوب می‌شود؛ به عبارت دیگر، مهندسی و علم مواد از نظر آموزش و اجرای وظایف شغلی با دو جهت کاملاً مخالف روبه‌رو بوده است.

جهت اول: دانش‌گرا[۳]ست که عموماً به بنیان‌ها و روابط علمی می‌پردازد و جهتی کاملاً علمی دارد. در این جهت تشخیص آموزش‌های مهندسی مواد، مهندسی و علم مواد از رشته‌هایی نظیر فیزیک یا شیمی به سختی امکان‌پذیر می‌شود.

---

۱. Multy Disciplinary

۲. Inter Disciplinary

۳. Science Oriented

جهت دوم: فن‌گرا[۱] و حرفه‌گراست که عموماً به فن و حرفه و نه فناوری در تولید مواد می‌پردازد و روش آموزش خاص خود را بر اساس تکرار و تمرین عملی می‌کند.

۲. مهندسی مواد

مواد هسته و مرکز اصلی رشد، پیشرفت، تکامل، امنیت، بهبود زندگی و توانایی انسان از آغاز پیدایش است، هر چند بسیاری از ناکامی‌ها، جنگ‌ها و کشتارها نیز از چنین رشدی حاصل شده است و به قول "سگال" بشر هنگامی که به آهن دست یافت، فقط گاوآهن نساخت، بلکه شمشیر نیز ساخت.

عناصر شیمیایی سازنده مواد محدود و معدود هستند، ولی در هم‌آمیزی آنها به صورت‌های ترکیبی، محلول، مخلوط و در شکل‌های دوگانه، سه‌گانه و چندگانه، دامنه نامحدودی را در تنوع مواد به وجود آورده است، چنان‌که تمام آیندگان نیز می‌توانند ماده جدیدی را با نام خود پایدار سازند.

هم‌اکنون در کاربردهای روزمره موادی با قدمت بسیار، همراه با موادی که از عمر آنها بیش از دو دهه نمی‌گذرد، در خدمت انسان هستند.

با توجه به گستردگی مواد، عمر انسان برای مطالعه، شناخت، ساخت و کاربرد تمام آنها کافی نیست و از این رو طبقه‌بندی‌های تخصصی بر اساس بنیاد ترکیبی مواد و بر اساس پیدایش آنها به سه گروه معدنی، حیوانی و گیاهی هنوز به قوت خود باقی است. در همین حال، بشر از دیرباز به ساخت مواد چند عنصری (آلیاژها و ترکیب‌ها) و مواد چند سازه (کمپوزیت‌ها) به صورت سنتی یا علمی آشنا بوده است که مجموعه‌ای از یک یا سه گروه طبقه‌بندی اصلی را در خود دارد. از طرف دیگر، طبقه‌بندی‌های مواد بر حسب نوع مصرف یا بنیان ساختمانی و ساختاری نیز از ساده‌ترین روش‌های طبقه‌بندی تخصصی در مواد محسوب می‌شود [مواد شیمیایی، مواد دارویی، مواد غذایی، مواد پلیمری یا مواد ساختمانی، مواد مهندسی، مواد الکترونیکی و...]. با توجه به آنچه در پی خواهد آمد، بر اساس نوع شکل‌دهی و فراوری و کنترل‌های لازم در مهندسی و کاربرد مواد، این احتمال نیز وجود دارد که

---

۱. Technical Oriented

طبقه‌بندی‌های تخصصی جدیدی بر اساس روش تولید یا فراوری محصول به‌وجود آید یا گسترش یابد.

مقصود از "مواد" در این نوشتار، بخش بزرگ و مهمی از مواد است که ریشه معدنی دارد و از فراوری کانی‌های فلزی و غیرفلزی تهیه می‌شود و به شکل‌های مختلف به کار می‌رود و در شرایط فعلی ایران در دو زمینه اصلی متالورژی و سرامیک مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و تمام زمینه‌های کاربردی این مواد، از طبیعت تا مصرف، را در بر می‌گیرد.

۳. دامنه مواد

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، هیچ مکان و زمانی را نمی‌توان نام برد که شکل‌دادن به مواد را بتوان به آن مستند کرد. تقسیم‌بندی‌های دوره تکاملی انسان بر کاربرد "مواد" استوار شده است: دوران سنگ، دوران سفال، دوران مس و مفرغ، دوران آهن و تا همین قرن حاضر که علاوه بر نامگذاری‌های تکنولوژیک مانند قرن اتم، قرن فضا و قرن اطلاعات، نامی نیز از مواد با خود دارد [قرن آلومینیوم، قرن کامپوزیت و قرن ابررسانا] و اکنون مهندسی مواد به سوی مواد با هوش، با حافظه، مواد زیستی، مواد فوق الکترونیکی و مواد نانو پیش می‌رود.

همان‌طور که گفته شد، هدف از "رشته مواد" مجموعه‌ای از فعالیت‌های بشری است که ساخت، تغییرشکل و بهره‌وری مواد از طبیعت تا مصرف را در بر می‌گیرد و در این دامنه وسیع فعالیت می‌توان سمت و سوی تمام کوشش‌ها را به دو صورت اساسی و اصلی طبقه‌بندی کرد:

صورت اول کشف، استخراج، ساخت و تولید مواد جدیدی است که خواص، کارایی و کاربری نوینی را ارائه کند.

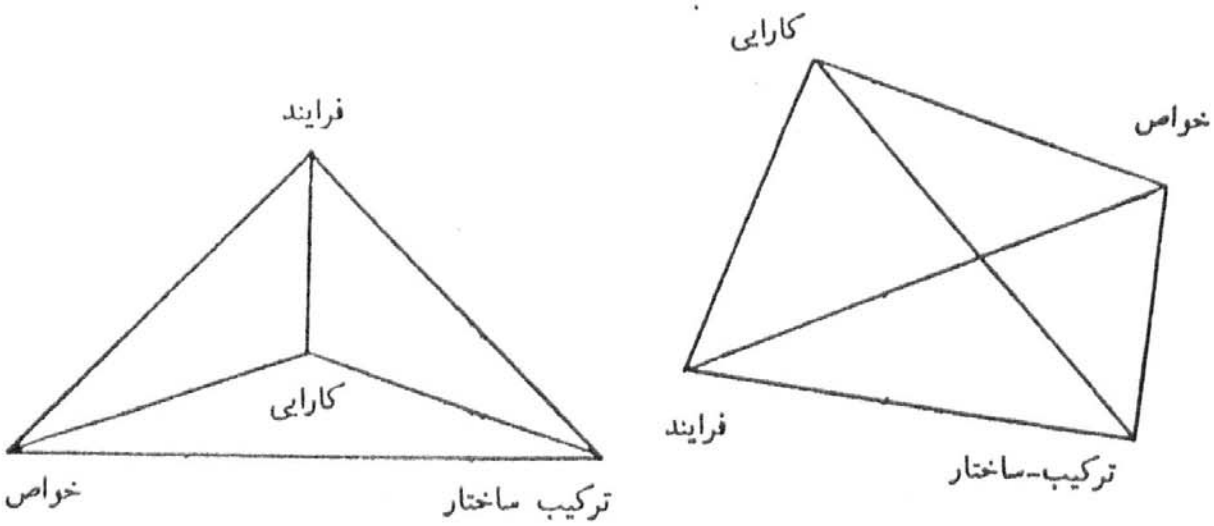
صورت دوم کشف و استخراج روش‌های جدید یا اصلاح روش‌های پیشین برای تولید "مواد" با خواص مطلوب‌تر و کارایی بالاتر است.

نقش دانشمندان، مهندسان و استادکاران در توسعه و تکامل هر یک از دو صورت یاد شده انکارناپذیر است. فقط باید اضافه کرد که در حال حاضر نمی‌توان زمینه‌های پیشرفت فراوانی را برای استادکاران و حتی تکنسین‌ها در دو صورت مذکور پیش‌بینی کرد و برای آنها باید اجرای صحیح فرایندها و ارتباط نزدیک‌تر با دو گروه اول را توصیه کرد. در هر حال، ارتباط

بین دانشمندان "علم مواد" و مهندسان "مهندسی مواد" به عنوان یک ضرورت اساسی مطرح است.

دو صورت اصلی زمینه‌های رشد "مواد" را می‌توان در دو گروه "مواد" و "فرایندها" مورد مطالعه و بررسی قرار داد. همین دو گروه می‌تواند زمینه‌های بحث، بررسی، آموزش و پژوهش "مواد" را فراهم سازد. از سوی دیگر، بدیهی است که زمینه‌های یاد شده بدون تکیه بر خواص مواد و کاربری آنها فاقد هرگونه بهره‌وری است.

بنابراین، به سهولت می‌توان دامنه "علم مواد" یا مهندسی مواد را در آثار متقابل مواد (ترکیب و ساختار)، فرایند ساخت، خواص و کارایی و رفتار مواد توجیه و ترسیم کرد (نمودار ۱).



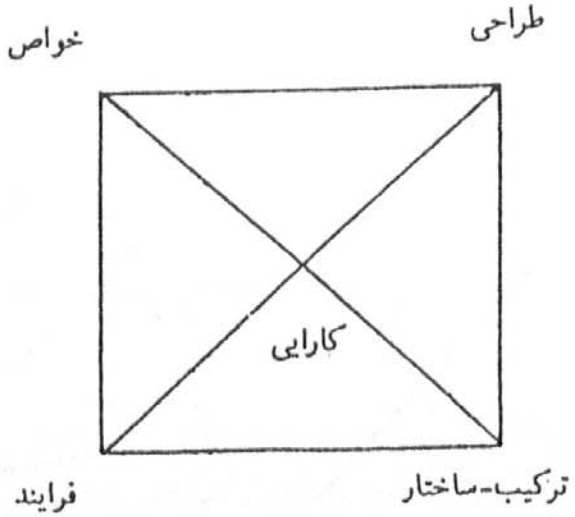
نمودار ۱. آثار متقابل چهار عامل اصلی مهندسی و علم مواد

از طرف دیگر، "مواد" کمتر به صورت طبیعی استفاده و بیشتر به صورت شیء ساخته می‌شوند و با شکل و اندازه معین به کار می‌روند. تأثیر شکل و عوامل هندسی در کارایی و رفتار شیء ساخته شده نیز به اثبات رسیده است. بنابراین، در مرحله اول باید به عامل طرح، شکل و اندازه شیء در کاربری و ارتباط آن با سه عامل مواد، فرایند و خواص نیز توجه شود و از این‌رو آنچه می‌تواند دامنه "علم مهندسی مواد" یا "مهندسی علم مواد" را توجیه کند، به این

صورت تعریف می‌شود:

"ایجاد (کشف) ارتباط بین ماهیت ماده و خواص کاربردی آن در ارتباط با طرح مهندسی و رهبری اجرایی نقشه‌ای که در طی فرایند تولید، محصولی را برای هدفی مشخص و کارایی معین تولید کند."

به هر حال، باید توجه داشت که هدف از مهندسی "مواد" نمی‌تواند بدون تکیه بر مبانی اقتصادی کامل شود و از همین رو در منابع به عامل اقتصادی به صورت مستقل یا همراه با کاربرد توجه شده است. بنابراین، در تعریف یاد شده عامل اقتصادی نیز گنجانده می‌شود: "محصولی را برای هدف معین و کارایی مشخص با شرایط اقتصادی مطلوب تولید کند."



نمودار ۲. نقش عامل "طراحی" در "مهندسی مواد"

در بعد علمی، رشته مواد ریشه در نظام‌های کلاسیک فیزیک و شیمی دارد و از طرف دیگر، هر گونه ایجاد شکل و تغییر شکل و تولید نمی‌تواند بر تفکر مهندسی استوار نباشد و مهم‌ترین هنر مهندسان مواد آگاهی و بهره‌گیری صحیح از این دو زمینه است و بسیاری از مواد و کاربردهای نو در زمان حاضر، حاصل استنباط، درک و بهره‌گیری مشترک از این دو زمینه است.

تنیدگی و درهمی، بنیان‌های علمی و بنیان‌های مهندسی در رشته مواد چنان است که

هیچ‌گاه نمی‌توان نتیجه گرفت که علم مواد در کجا تمام می‌شود و مهندسی مواد از کدام مرحله آغاز می‌شود و به همین دلیل است که واژه‌هایی نظیر متالورژیست، دانشمند مواد و مهندس مواد مفاهیمی مشترک یافته‌اند و بهترین عبارتی که مفهوم کامل رشته مواد را توضیح می‌دهد، "مهندسی علم مواد"[۱] است.

به عبارت دیگر، برداشت صحیح از رشته مواد نیازمند درک قوانین علمی و قوانین مهندسی و همزایی آنهاست که به طور کلی و به اختصار، عنوان مهندسی مواد یافته است.

علاوه بر علوم پایه، با توجه به عبارت "رهبری اجرایی در طی فرایند تولید" مشخص می‌شود که برای رهبری الزاماً قسمتی از مهندسی مواد ریشه در علوم اجتماعی و مدیریت دارد.

به سخن دیگر، "مهندسی مواد" مجموعه‌ای از علوم، مهندسی، تکنولوژی، اقتصاد و مدیریت است که از یک سو بر مکانیک مهندسی و از سوی دیگر، بر طراحی مهندسی، از بعد سوم بر علوم پایه و ریاضیات و از بعد چهارم بر مجموعه نیازهای اقتصادی و اجتماعی حاکم بر تولید متکی است و نیازمند درک صحیح و کاربرد صحیح آنهاست.

۴. نظم آموزشی مهندسی مواد

با بررسی محورهای آموزش مهندسی و علم مواد و هدف‌هایی که از آموزش آن مورد انتظار است، مشخص می‌شود که دوگانگی یاد شده و چندگانگی حاصل از تلفیق و ترکیب آنها، همراه با نگرش‌های مدیریتی و اقتصادی، تا حدودی در ماهیت این رشته نهفته است که می‌تواند محورهای اصلی آموزش مهندسی علم و مواد را به صورت زیر مشخص کند:

۱.۴. علمی

مهندسی مواد که ریشه در علوم کلاسیک دارد، در جایی که طیف‌های مرئی علوم تمام می‌شود با ارائه مفاهیم علمی - کاربردی نظیر شیمی - فیزیک، ترمودینامیک، متالورژی فیزیکی و... آغاز می‌شود. درک این واقعیت که:

---

۱. Material Science Engineering

در اجزای تشکیل دهنده یک جسم [طبیعی یا انسان‌ساخته] قوانینی وجود دارد که قابل کشف است و با کشف آنها زمینه گسترش مواد جدید فراهم می‌شود، زمینه قوی علم در مهندسی مواد را مشخص می‌سازد.

۲.۴. مهندسی

هر جسم انسان‌ساخته دارای شکل، طراحی و مهندسی ویژه خود است. مهندسی مواد در جایی تمام می‌شود که طیف‌های مرئی و بارز مهندسی طراحی آغاز شده است. درک این واقعیت که:

خواص و کارایی یک جسم علاوه بر ساختار و ترکیب، تحت تأثیر شکل هندسی آن است که زمینه قوی مهندسی طراحی در مهندسی مواد را نمایان می‌سازد.

۳.۴. فناوری

تولید مواد، بر حسب اتفاق، ابتکار یا دانش عرصه زندگی بشر را متحول ساخت و از همان ابتدا این تفکر وجود داشت که با تغییر شرایط و تغییر فرایند، بسیاری از خواص و کارایی‌ها نیز تغییر می‌کند، به طوری که خواص مواد را هیچ‌گاه نمی‌توان مستقل از فناوری و فرایند تولید آنها مطالعه کرد. درک این واقعیت که:

شرایط اعمال شده (دما، زمان، فشار، کار، حرارت و...) و چگونگی اعمال آنها بر اساس قوانینی است که [باید کشف شود و گسترش یابد] زمینه‌های قوی فناوری، سنتز و تحلیل روش‌ها را در مهندسی مواد بارز می‌سازد.

۴.۴. تولید

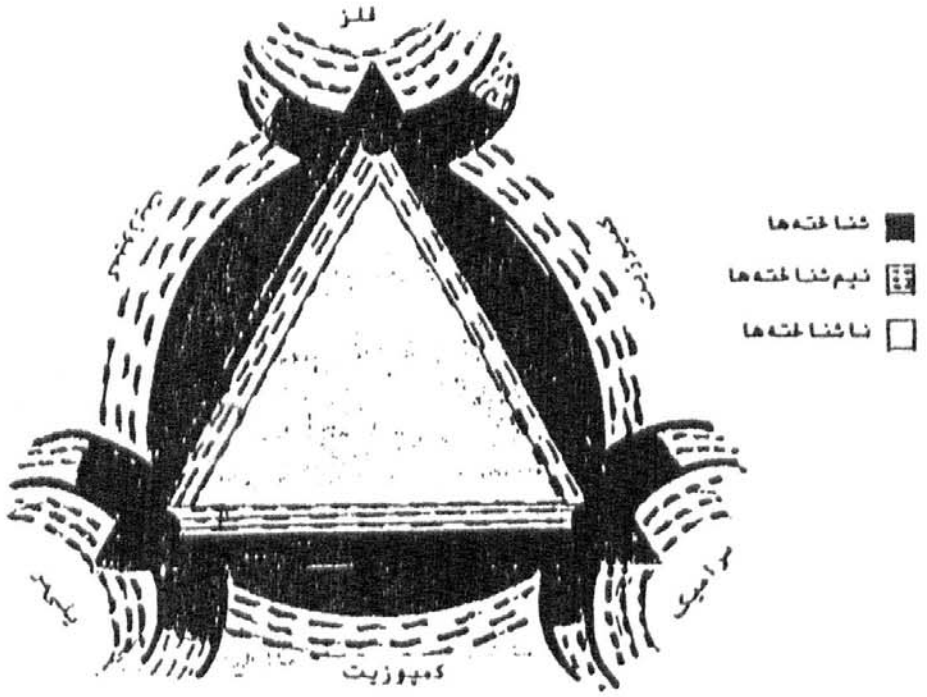
تأثیرهای چندجانبه ترکیب، ساختار، طراحی مواد و فرایندهای تولید محصول نشان‌دهنده پراکنش خواص محصول در تولید مهندسی مواد است و لذا آموزش آن مستلزم توجه کامل به مبانی تولید و کنترل، شبیه‌سازی مجازی، طراحی مواد، فرایندهای فراوری و تولید و مدیریت فنی است. درک این واقعیت که:

تولید محصولات مشابه و تکرارپذیری تولید و محصول و کوتاه کردن فاصله بین طراحی

و تولید، انعطاف‌پذیری فرایندهای تولید، قیمت و کیفیت، زمینه‌های اصلی تولید در مهندسی مواد را مشخص می‌سازد.

۵.۴. پژوهش و تجربه‌های آزمایشگاهی

مواد هسته مرکزی و اصلی رشد، پیشرفت، تکامل، امنیت، بهسازی و توانایی انسان است که ریشه در طبیعت آفرینش دارد و فقط با تکیه بر دانش و پژوهش می‌توان آنها را شناخت و کشف کرد و از طرف دیگر، با طراحی، فراوری، ساخت و کاربرد محصولات "انسان‌ساخته" در ارتباط است که آن را نیز پایانی نیست. در نمودار ۳ مثلث مواد نشان داده شده است. واقعیت آن است که میزان موادی که در آینده کشف خواهد شد، بسیار بیشتر از دانسته‌های امروزی است و از این رو آموزشگیران مهندسی مواد، چنانچه بستر آن فراهم شود، باید ظرفیت و قابلیت کشف، کاربرد و تولید مواد آینده را دارا شوند.



نمودار ۳. دامنه مهندسی مواد

بین ترکیب، ساختار، طراحی مواد و محصول، فرایندهای تولید، خواص، کاربری و افزایش عمر محصول ارتباطات اساسی وجود دارد که بسیاری از این پدیده‌ها باید کشف شوند و حتی کشف شده‌ها نیز باید مجدداً شناخته شوند؛ شناخت و کشف پیوندهای یاد شده، اساس پژوهش و تجربه‌های آزمایشگاهی در حوزه علم و مهندسی مواد را تشکیل می‌دهد.

علاوه بر ۵ زمینه مذکور، مفاهیم دیگری نیز وجود دارد که در عرصه آموزش مهندسی به‌طور کلی مورد نظر قرار می‌گیرند. این مفاهیم را می‌توان در اخلاق و اقتصاد مهندسی به صورت زیر خلاصه کرد:

- **انسانی**

درک این واقعیت که هر گونه پیشرفت باید در جهت ارتقای جامعه و سلامت انسان باشد، از این رو رسوخ مفاهیمی چون آلوده‌نشدن محیط زیست، روانشناسی محیط کار و بازگشت ضایعات به چرخه تولید اجتناب‌ناپذیر است. لذا پذیرش مفهوم تولید پایدار یا توسعه پایدار در کشور و تعهد مهندسان به طراحی مواد، فناوری و تولید سازگار با محیط زیست یک ضرورت اساسی است.

- **اجتماعی**

درک این واقعیت که انجام‌دادن کار گروهی، شناسایی و ارتباط با مراتب شغلی بالاتر و پایین‌تر و دیگر تخصص‌ها عملاً زیربنای اجتماعی آموزشی مهندسی را در بر می‌گیرد و از این رو تأثیر مفاهیمی چون جامعه‌شناسی، تاریخ انسان، تاریخ صنعت، هنر و مدیریت بارز می‌شود. مهم‌تر آنکه یک فرد باید بتواند عملکرد توأمان عضویت در یک گروه و رهبری گروه دیگر را در خود بارور سازد.

همان‌طور که قبلاً گفته شد، مهندسی فعالیتی در جهت تأمین نیازهای جامعه است و بنابراین، نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن جنبه اجتماعی و جامعه‌شناختی مطرح شود.

- **اقتصادی**

رقابت‌های جهانی بر محور توجیه اقتصادی، کیفیت، قیمت و سوددهی قرار دارد. لذا مباحث اقتصاد مهندسی، تجارت و موقعیت فعالیت‌های صنعتی - تجاری در مهندسی از اهمیت زیادی برخوردار است. بالاخره، در جذب و انتقال، توانایی مدیریت و رهبری و درک ارزش‌های هنری، به عنوان یک صفت عمومی مهندسی، باید در آموزش مهندسی مواد مدنظر قرار گیرد.

مهم‌تر آنکه با توجه به گستردگی و پیشرفت‌های آینده در تمام زمینه‌های مهندسی، باید صفات خود مطالعه کردن، خود استنتاج کردن و خود انتخاب کردن به گونه‌ای در آموزش راه یابد که به صورت شخصی و اخلاق مهندسی در دانشجو تبلور یابد.

۵. سگالشی بر نظم آموزشی مهندسی مواد

با توجه به محورهای چندگانه یاد شده که هر کدام از نظر آموزشی، نظم و روش خاص خود را دارند، نفوذ نظم‌های مختلف در آموزش مهندسی و علم مواد روشن می‌شود و اگر در طراحی و توسعه این رشته نظم و مقررات خاص آن با عنوان نظم آموزشی مهندسی و علم مواد[۱] تعریف و تدوین نشود، این چندگانگی ادامه خواهد یافت و تداوم این چندگانگی به زیان توسعه آموزش مهندسی و علم مواد خواهد بود؛ بنابراین اصل مهم در آموزش مهندسی مواد به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

"آموزش مهندسی و علم مواد باید نظم چندگانه خارج و نظم آموزشی خاص خود را بیابد."

شایان ذکر است که هدف از این اصل حذف دروس علمی نظیر فیزیک، شیمی یا ریاضیات نیست، بلکه هدف ارتباط منظم این دروس به سمت کاربرد آنها در آموزش مهندسی و علم مواد است و در مورد نظم دروس مبتنی بر مدیریت و اقتصاد نیز همین نظر حاکم است.

از طرف دیگر، رشته مهندسی و علم مواد قطعاً در گروه مهندسی قرار می‌گیرد و نظم آموزشی آن مهندسی است.

از این رو تمام ارکان نظام آموزشی مهندسی و به‌ویژه سه محور اصلی

هدف: توانایی

فلسفه: دانایی

اخلاق: جهان‌پایی

بر آن صادق است و نکته مهم در این اصل آن است که تدریس هر یک از دروس نظری،

---

۱. Discipline of Materials Science and Engineering Education

آزمایشگاهی، کارگاهی، علوم پایه، علوم اجتماعی تخصصی و اختصاصی باید به روش آموزش مهندسی مبتنی بر:

- واقعیت‌ها و حل مسائل حقیقی
- چندجوابی بودن مسائل و انتخابی بودن آنها
- تأثیر مشترک عوامل ترکیب، ساختار، فرایند، خواص و اقتصاد

انجام شود.

یکی از اشکالات اساسی در آموزش مهندسی در ایران، استقلال دروس یا گروهی از دروس از زمینه اصلی است که تمام آنها و با نظم خاص خود بر دانشجویان که تنها واسط و رابط هستند، تحمیل می‌شود و آنان هنگامی می‌توانند ربط مسائل و جهات مختلف را دریابند که دوره تحصیلی آنان به پایان رسیده است.

به‌طور مثال، دروس عمومی (ادبیات، معارف، زبان خارجه و...) در دپارتمان‌ها و دانشکده‌های خاص این دروس و دروس علوم پایه (فیزیک، شیمی، ریاضیات و...) نیز در دانشکده‌ها و گروه‌های خاص خود بدون هیچ ارتباطی با استادان و مدرسان دروس علمی اختصاصی یا تخصصی یا دروس کاربردی رشته تدریس می‌شود.

روش‌های مذکور تاکنون در ایران نتایج مثبتی نداشته است، هرچند در بسیاری از کشورها چنین جدایی وجود دارد.

اصولاً باید توجه داشت که در ایران دانشجویان با استادانی که هم رشته آنها نیستند، ارتباط کمی برقرار می‌کنند. تجربه تعدادی از کشورها نیز نشان‌دهنده رشد کیفی آموزش و توانایی فارغ‌التحصیلان رشته مواد در هنگامی است که کلیه دروس علمی و حتی علوم انسانی در دانشکده مواد و در حد امکان توسط استادان مواد تدریس شده است.

در حقیقت، آشنایی استادان و مدرسان با مفهوم نظم مهندسی و آشنایی با یکدیگر و اتخاذ روند آموزش مهندسی، مهم‌ترین عاملی است که می‌تواند در ارتقای مجموعه مؤثر واقع شود. در غیر این صورت، مجموعه دروس و بر اساس محورها و نظم‌های خاص خود و با نبود ارتباط میان استادان با یکدیگر و استادان با دانشجویان، به مثابه جزایر پراکنده‌ای است که در بهترین شرایط از دانشجو به عنوان قایق ارتباط استفاده به‌عمل می‌آورد.

بنابراین، به‌صورت روشن و واضح پیشنهاد می‌شود که:

الف. نظم آموزش مهندسی در مورد تمام دروس اعمال شود.

ب. حتی‌الامکان تمام دروس در دانشکده یا گروه و در ارتباط تنگاتنگ استادان و دانشجویان ارائه شود.

پ. دروس مختلف اعم از علوم پایه، علوم انسانی و علوم اجتماعی، دروس اصلی و نظایر آن با توجیه مبانی علمی، جهات کاربردی معین در رشته مربوط را پیدا کند.

ارتباط موضوعی بین دروس علمی با مبانی مهندسی پدیده‌ای است که همگان بر آن اتفاق نظر دارند. در ادامه کوشش خواهد شد تا با ذکر مثال‌هایی ارتباط دروس ادبیات، اجتماعی و حتی ورزش با مهندسی مواد روشن شود تا همگان بر این نکته اتفاق نظر پیدا کنند که ایجاد چنین ارتباطی میسر است.

۱. ارتباط دروس تاریخی با هویت ملی و هنر: رشته مواد از معدود رشته‌هایی است که در ایران سابقه چندین هزارساله دارد. روند دستیابی ایرانیان به مس، مفرغ و ایجاد آثار ارزنده که بسیاری از آنها به عنوان آثار کلاسیک هنر در جهان ثبت شده است، مراکز قدیمی صنعت و هنر در ایران با تکیه بر مواد و فلزات نظیر تپه‌های سیالک، تپه‌های مارلیک، دره حسن‌لو و همچنین، ساخت گلدان‌ها، شمعدان‌ها و مجسمه‌هایی که بسیاری از آنها به روش ریخته گری دقیق و نیمه‌پر ریخته شده‌اند، آثار سفالین و شیشه‌ای، ساخت رنگ‌های سرامیکی، تولید آجر [که در دنیای قدیم تا پایان دوره تاریکی، ایران راکشور آجر می‌نامیدند]، کاشی‌های مساجد و حتی داستان کاوه آهنگر می‌تواند در حین حفظ روند درسی تاریخی و بررسی تاریخ صنعت و هنر در ایران، ارتباط معنوی با هویت‌های ملی را ایجاد کند.

۲. ارتباط دروس ادبیات با رشته مواد: تاریخ اساطیری ایران از چه زمانی آغاز می‌شود، هیچ کس نمی‌داند، ولی همگان بر اهمیت و نقش ادبی شاهنامه، گلستان سعدی و دیوان مثنوی در کیفیت ادبیات قدیم ایران آگاهی دارند. اگر بر این مجموعه‌ها، سفرنامه‌ها نظیر سفرنامه ناصرخسرو یا آثار محمد ذکریای رازی و ابوریحان بیرونی نیز افزوده شود، می‌توان تاریخ فلزات، تاریخ صنعت و تاریخ هنر را، که در ایران بسیاری از آنها بر رشته مواد یا عمران استوار است، از طریق نظم و نثر به میان کشید؛ در این حال می‌توان بسیاری از قواعد ادبی، دستور زبان و فنون هنری ادبی راکه در ادبیات مطرح است نیز از طریق همان مثال‌ها و توجیه‌ها روشن ساخت. این موضوع می‌تواند با تکیه بر نقش اسطوره‌هایی نظیر کاوه آهنگر و

رستم (خفتان، ببر بیان، زره، گرز و...) و عناصر تاریخی نظیر یعقوب لیث رویگر، شرایط و ویژگی‌های مؤثرتری پیدا کند.

۳. ارتباط ورزش با مهندسی مواد: مسلماً ورزش فقط مجموعه‌ای از حرکات منظم یا فعالیت‌های انرژیتیک نیست، پدیده‌ای است که از یک طرف با آناتومی بدن سر و کار دارد و از طرف دیگر، با ابزارگان و وسایل مختلفی که می‌توان با ایجاد ارتباط مستقیم بین مواد این ابزارگان، پیوند ارتباطی خاصی بین ورزش، علاقه به ورزش و رشته مهندسی مواد ایجاد کرد. مواد توپ فوتبال با بیس بال یا هر توپ دیگر، میزان مصرف انرژی در یک حرکت ورزشی، موادی که در ورزش‌های دستگاهی (ژیمناستیک) به‌کار می‌روند، انواع نیروهای کشش و خمش در حین یک حرکت ورزشی از موارد مثال‌زدنی در ایجاد چنین ارتباط و علاقه دوطرفه است.

۴. ارتباط دروس علوم اجتماعی با مهندسی مواد: ظاهراً در این مورد اختلاف نظری وجود ندارد و موضوع اصلی در ایجاد چنین روابطی، شناخت نوع مدیریت واحدهای صنعتی متالورژی [با توجه به شرایط ویژه آن، گرما، رطوبت، خستگی و...] است که از یک طرف با ارائه بنیان‌های علمی می‌تواند به‌صورت حقیقی مطرح شود و از طرف دیگر، گزارش‌نویسی، قوانین کار، جامعه صنعتی و جامعه غیرصنعتی و بسیاری نکات دیگر را مطرح سازد.

با ذکر این مثال‌ها کوشش شد تا نشان داده شود که چگونه تدریس دروسی نظیر ادبیات، علوم اجتماعی، ورزش و هنر را که نظم خاص و متفاوتی دارند، می‌توان برای رشته‌های مهندسی و از جمله رشته مهندسی مواد، با ارتباط مستقیم با رشته و با نظم مهندسی آن رشته، تدریس کرد.

۶. توانایی‌های دانشجو و نحوه پذیرش

با توجه به مجموعه محورها و حوزه‌های آموزش مهندسی و علم مواد مشخص می‌شود که دانشجویان این رشته باید از میان کسانی انتخاب شوند که توانایی‌ها و استعدادهای مطلوبی در زمینه‌های زیر داشته باشند:

۱. زیربنای قوی در علوم پایه نظیر شیمی، فیزیک و ریاضیات (چپ مغزی)

۲. خلاقیت، ابتکار و نوآوری (راست مغزی)

۳. سرعت انتقال قوی به منظور درک نوآوری‌ها و رسوخ آنها در مواد فرایندها
۴. توانایی درک فناوری
۵. استعداد خلاقیت و درک طراحی مهندسی

با توجه به نکات یاد شده، مشخص می‌شود که انتخاب دانشجویان باید بر اساس استعدادسنجی در زمینه‌های مذکور به‌عمل آید. در ایران، دانشجویان بعد از طی سه دوره آموزشی (ابتدایی، راهنمایی و دبیرستانی) و پس از موفقیت در آزمون ورودی (سراسری و آزاد) به دانشگاه راه می‌یابند، در حالی که بسیاری از استعدادها و توانایی‌های بالقوه‌شان نامکشوف می‌ماند.

متأسفانه، آموزش دوره‌های دبیرستانی و پیش‌دانشگاهی و همچنین، آزمون سراسری بیش از بیش به آموزش با نظم (مسائل تک جوابی) و بر محور محفوظات و پاسخ به سؤالات چهارچوابی [که قطعاً یک پاسخ درست دارند] معطوف شده است. تنها مشخصه دیگر چنین آزمونی، سرعت انتقال و درک مطالب است که در نهایت، بر اساس محفوظات و در خوشبینانه‌ترین داوری فقط با سنجش سرعت انتقال بر اساس مسائل علمی تک‌جوابی، نمراتی کسب می‌کنند که در میان ۱۰۰ رشته و گرایش انتخابی ممکن است در یکی از رشته‌ها و گرایش‌های مهندسی و علم مواد پذیرفته شوند که این انتخاب نیز معمولاً در میانه جدول انتخاب‌ها قرار دارد.

با توجه به حضور بیش از ۴۰۰ هزار داوطلب در آزمون‌های سراسری و در گروه ریاضی - فیزیک و ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، عملاً هیچ راهی جز برگزاری آزمون سراسری برای ورود به مقطع اول (کارشناسی) و پاسخ به سؤالات چهارجوابی وجود ندارد. ناگزیر هر راهی که برای گزینش دانشجو برای این رشته انتخاب شود، باید همین مسیر را طی کند. نکات اصلی در بهسازی و گزینش دانشجویان برتر را می‌توان با اصلاحاتی دوسویه انجام داد.

سویه اول: اصلاح در آزمون ورودی و ضرایب دروس آن:

۱. دروس عربی با ضریب ۲، عملاً هیچ نقشی در انتخاب دانشجوی برتر برای این رشته ندارد و همین موضوع در مورد بینش دینی نیز با ضریب ۳ وجود دارد.
۲. درس زبان و ادبیات فارسی با ضریب ۳ که عموماً زندگی شعرای ایرانی است، می‌تواند به

درسی در مورد تاریخ فرهنگ ایران شامل هنر، مهندسی، علوم، ادبیات و دین تبدیل شود. در این حال انتخاب ضریب ۳ برای آن مناسب‌تر است.

۳. دروس فیزیک، مکانیک، شیمی و ریاضیات عملاً ارزش یکسانی در انتخاب دانشجوی برتر برای مواد دارند، اگر این مجموعه ۴ درس محسوب شوند، انتخاب ضریب ۳ برای هر کدام مناسب است.

۴. گنجانیدن آزمون هوش، تشخیص و خلاقیت با ضریب مناسب ۳.

۵. زبان خارجه با ضریب ۲.

در صورتی که امکان تغییر در آزمون وجود ندارد، می‌توان دروس عمومی را با عنوان آزمون مرحله اول (قبول یا رد) انجام داد و آزمون مرحله دوم را بر اساس سه گونه سؤال، بنیان‌های علمی، سنجش هوش و خلاقیت، شناخت و کاربرد مهندسی انجام داد.

سویه دوم: اصلاح در شناخت و انتخاب:

۱. آشناسازی دانش‌آموزان و داوطلبان با ماهیت علمی، مهندسی و فناوری رشته‌های مواد، امکانات کار، ادامه تحصیل و آینده‌نگری این رشته:

منطقاً این وظیفه بر عهده سازمان سنجش آموزش کشور و وزارت آموزش و پرورش است، ولی انجمن‌های مهندسی نظیر انجمن مهندسان متالورژی ایران، انجمن مهندسین سرامیک ایران و انجمن پلی‌مر بنابراهداف خود باید در این خصوص اقدام کنند.

۲. ایجاد شرایط تشویقی برای جذب داوطلبان برتر از طریق

- تأسیس دوره‌های کارشناسی ارشد پیوسته
- تأسیس دوره‌های کارشناسی ارشد تشویقی برای ۱۰ تا ۱۵ درصد از دانشجویان برتر
- اعطای بورس‌های ضمن تحصیل

۳. بر خلاف رشته‌های پزشکی که انتخاب رشته با عنوان پزشکی عمومی و به نام دانشگاه پذیرنده انجام می‌گیرد، رشته‌های مهندسی به گرایش‌های بسیار جزئی تقسیم شده است که به دلیل عدم شناخت دانشجویان و انتخاب بر اساس شرایط کلی، اغلب داوطلبان نمی‌توانند استعدادسنجی مناسبی از خود به‌عمل آورند، بنابراین صحیح‌تر به‌نظر می‌رسد که اجازه شناخت رشته‌های مهندسی به دانشجویان داده شود. در این خصوص، شیوه‌ها و روش‌های زیر نسبت به شرایط فعلی اطمینان‌بخش‌تر هستند.

الف. خارج از آنکه رشته مهندسی مواد به چندگرایش جزئی یا کلی تقسیم شود، انتخاب دانشجو بر اساس رشته مهندسی مواد به عمل آید و دانشجویان پس از پایان سال تحصیلی اول به ترتیب نمرات و امتیازات کسب شده و همچنین، با راهنمایی استادان راهنما و مدیریت دانشکده‌ها و گروه‌ها به انتخاب گرایش مبادرت ورزند.

توصیه می‌شود که این روش برای دیگر رشته‌های مهندسی نظیر مکانیک، برق، صنایع و... به کار رود. در حقیقت، رشته‌های مهندسی در دوره کارشناسی به تعداد محدود رشته اصلی تقسیم شود و پذیرش فقط برای آن رشته‌ها به‌عمل آید. انتخاب این روش مستلزم تغییرات اساسی در برنامه‌های آموزشی دو نیمسال اول است.

ب. در سابق و هنگامی که دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی محدود بود و پذیرش دانشجو در هر دانشگاه به‌صورت مستقل انجام می‌گرفت، دانشجویان فقط برای ورود به دانشگاه انتخاب می‌شدند و در سال دوم به انتخاب رشته می‌پرداختند. این روش برای آشنایی بیشتر دانشجویان با رشته‌های مهندسی بسیار مفید و مؤثر بود، ولی با توجه به تنوع رشته‌ها و گرایش‌های مهندسی و ناکامل بودن بسیاری از دانشگاه‌ها، این روش کاستی‌های فراوانی دارد، ولی امکان آن برای تعدادی از دانشگاه‌های درجه اول کشور وجود دارد.

۴. پذیرش دانشجو به تعداد معین و تعریف‌شده‌ای که امکان اشتغال یا ادامه تحصیل آنان فراهم شود؛ این موضوع به فعالیت مستمر و پیگیر در برنامه‌ریزی، سازمان و مدیریت نیاز دارد.

"به‌طور کلی، پذیرش دانشجو برای دوره کارشناسی مواد به گونه‌ای انجام گیرد که از نظر سنجش علمی، توانایی مهندسی و خلاقیت و ابتکار شرایط انتخاب برترین استعدادها را فراهم سازد."

در حالی که پذیرش دانشجو در مقطع اول آموزش مهندسی مواد از نظر استعدادسنجی، شناسایی رشته و گرایش‌ها با مشکلاتی روبه‌رو است، پذیرش و استعدادسنجی دانشجویان برای دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا شرایط مناسب‌تر و آسان‌تری دارد.

چگونگی پذیرش دانشجو برای این دوره‌ها منطقاً باید از اصل انتخاب بهترین و مستعدترین فارغ‌التحصیلان پیروی کند.

در ابتدای تشکیل دوره‌های کارشناسی ارشد (۱۳۶۳)، دانشگاه‌ها مستقلاً به پذیرش دانشجو می‌پرداختند. این روش پذیرش که امتیازاتی نظیر استعدادسنجی نسبتاً مطلوب و با سؤالات تشریحی و مصاحبه انجام می‌گرفت، با توجه به توسعه دانشگاه‌های پذیرنده دارای نواقص و محدودیت‌هایی بود که از جمله محدودیت‌های آن می‌توان به دو نکته اساسی زیر اشاره کرد:

اول: اجبار دانشجو به انجام دادن چندین آزمون پیاپی در مدت کوتاه

دوم: امکان اعمال نظر در مصاحبه‌ها و به‌ویژه برای دانشجویان خودی

هرچند عامل دوم به میزان بسیار کمی امکان وقوع داشت، ولی همین موضوع به‌کرات توسط سازمان سنجش به عنوان ایراد اساسی مطرح شد.

بهسازی در این روش به برگزاری آزمون نیمه‌متمرکز در گرایش‌های مهندسی مواد منجر شد که یک دانشگاه مسئول برگزاری آزمون و با مشارکت کامل دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی پذیرنده دیگر بود. این نحوه پذیرش که به مدت ۱۰ سال با موفقیت انجام شد، با اصرار سازمان سنجش متوقف و برگزاری آزمون به آن سازمان سپرده شد و دخالت دانشگاهیان در انتخاب دانشجو به طرح سؤال‌های تستی چهارجوابی محدود شد. به هر صورت، "انتخاب بهترین استعدادهای علمی، مهندسی و دارای هوش نوآوری، خلاقیت و ابتکار برای دوره‌های تحصیلات تکمیلی الزامی است و در این مورد شناخت داوطلب عامل اساسی محسوب می‌شود."

در این خصوص، روش‌ها و شیوه‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

الف. اجازه به دانشگاه‌های پذیرنده برای انتخاب بخشی از ظرفیت پذیرش به بهترین فارغ‌التحصیلان خود (کارشناسی ارشد مشروط و تشویقی)؛

ب. برگزاری آزمون نیمه‌متمرکز با مشارکت کامل دانشگاه‌های پذیرنده، همراه با مصاحبه و بررسی عملکردهای پژوهشی؛ در اجرای این فرایند می‌توان از امکانات و شناخت انجمن‌ها بهره کافی برد؛

ج. در مورد پذیرش دانشجو برای دکترای تخصصی، روش گزینش فعلی (گزینش توسط دانشگاه و برگزاری مصاحبه) از بهترین روشهاست و امید آنکه نظیر سایر مقاطع، تحت نفوذ سازمان سنجش در نیاید.

۷. نتیجه‌گیری و سگالش

از مجموع مقاله چنین استنباط می‌شود که با آنکه متالورژی و مواد مهم‌ترین فعالیت بشر از آغاز تمدن و قبل از آن بوده است، عناصر آموزشی نوین آن بسیار دیر شناخته شده است و به همین دلیل، در آموزش این رشته چندگانه‌نگری وسیعی وجود دارد که از حرفه‌گرایی بسیار محدود تا علم‌گرایی پردامنه را شامل می‌شود و از این رو آموزش این رشته تحت تأثیر دیدگاه‌های مختلف و گاه متضاد قرار دارد. با شناسایی عناصر و عوامل مؤثر در نظام آموزشی مهندسی مواد مشخص می‌شود که:

۱. آموزش این رشته قطعاً تحت نظم آموزش مهندسی قرار می‌گیرد.

۲. وابستگی این رشته به علوم بنیادی به حدی است که استادان و دانشجویان باید از ظرفیت بالایی برخوردار باشند.

۳. وابستگی این رشته به خلاقیت و نوآوری، ابتکار و فرایندها، زمینه‌های ابتکاری وسیعی را از دانشجو و استاد طلب می‌کند.

۴. با آنکه این رشته را می‌توان به سهولت تجزیه یا ترکیب کرد، طبقه‌بندی آموزشی آن باید با توجه به اهداف آموزشی و نیازهای کشوری صورت گیرد.

مراجع

این مقاله به‌منظور انتشار در ویژه‌نامه مجله آموزش مهندسی از تلفیق دو مقاله زیر تدوین شده است که برای بررسی منابع به همان مقالات رجوع شود.

۱. "اهداف و فلسفه آموزش مهندسی مواد"، نامه فرهنگستان علوم، شماره ۲، سال ۲، پاییز ۱۳۷۴.

۲. "پیشنهادی برای نظام آموزش مهندسی مواد"، مجله آموزش مهندسی، شماره ۲، سال اول، تابستان ۱۳۷۸.

علاوه بر آن، در تنظیم و تکمیل نهایی از پروژه الگوی آموزش مهندسی مواد (فرهنگستان علوم، ۱۳۸۳) و پروژه مهندسی مواد در ادبیات ایران (فرهنگستان علوم، ۱۳۸۲) استفاده شده است.