

الگویی برای نظام آموزش مهندسی مواد

جلال حجازی^۱

چکیده: نظم آموزش مهندسی مواد، هرچند در نظام آموزش مهندسی قرار می‌گیرد، ولی به دلیل ماهیت رشته و رابطه نزدیک آن با علوم (فیزیک و شیمی) و فن و حرفه‌هایی، که برخی از آنها سابقه چندین صدساله دارد و رسوخ و نفوذ عوامل مختلف زیست‌محیطی، مدیریت و اقتصاد در آن، نیازمند بررسی مستقلی است تا بتواند از پاره‌ای تناقضات جلوگیری کند. وسعت و دامنه مهندسی مواد و انتظاراتی که از آموزش آن وجود دارد، طبقه‌بندی رشته‌ها و گرایشها، مقاطع تحصیلی، موضوع و روش آموزش، شرایط مدرسان و دانشجویان نقد، بررسی و تحلیل شده است. پیشنهادها عموماً با ترسیم سیمای آرمانی ارائه شده اند تا حرکت از وضعیت کنونی به سوی شرایط آرمانی، هدفمند باشد. در پایان ایجاد نهاد پژوهش در آموزش مهندسی مواد با همکاری همه گروهها مرتبط با مهندسی مواد نیز توصیه شده است.

واژه‌های کلیدی: مواد، مهندسی مواد، علم مواد، متالورژی، سرامیک، بسپار، آموزش، پژوهش در آموزش.

۱. استاد بازنشسته دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

. مقدمه

اعضای شاخه مهندسی مواد و معدن گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم طی ۲۰ سال اخیر و با مطالعات، تحلیلها و آرای شخصی یا گروهی، مقاله‌ها، گزارشها و حتی کتابهایی در موضوعهای مهندسی، مهندسی مواد، مواد مهندسی، فلسفه، نظام و اهداف آموزش مهندسی مواد و نیازهای آموزشی مهندسی تدوین، تألیف و منتشر کرده‌اند (مراجع اعضای شاخه مهندسی مواد فرهنگستان علوم). مقاله حاضر حاصل نظریه‌های مشترک و بررسیهای مداوم و تحلیلهای همه‌جانبه از تحولات انجام شده در حوزه مهندسی مواد و ارتباط آن با زمینه‌های دیگر علوم و فناوری است که به صورت خاص و باتوجه به:

- نیازهای اساسی کشور؛
 - تعمق در ضعفها و قوت‌های برنامه‌های سی ساله اخیر؛
 - بررسی تغییرات در روند پژوهش و توسعه در حوزه‌های علم و مهندسی مواد و با تکیه بر تجربه‌های حاصل از همکاریهای مستمر با صنایع متالورژی و مواد کشور از طریق انجمنهای مهندسی تدوین و تحلیل شده و به عنوان بیانیه یا الگویی درباره اهداف، فلسفه، نظم آموزشی و به طور کلی ارکان نظام آموزشی مهندسی مواد یا علم و مهندسی مواد و متالورژی ارائه می‌شود.
- با آنکه در جهان متغیر کنونی، تمام فرایندها و روندها نیز متغیر است ولی در مقاله حاضر عموماً به حالت‌های آرمانی توجه شده که بسیاری از آنها می‌تواند به عنوان چشم‌انداز بهینه مطرح شود؛ هر چند روشهای رسیدن به آنها نیز می‌تواند متفاوت باشد.
- تألیف و تدوین یک نظام آموزشی مستلزم دانش پایه، آگاهی علمی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی، بینش جهانی، شناخت نیازها و شرایط داخلی و تحقیق و بررسی مداوم، جامع و کاربردی در رشته مورد نظر است. در غیر این صورت هر گونه برنامه‌دهی، اظهار نظر، طبقه‌بندی مقاطع، دامنه‌ها و حتی دروس بر محور ترجمه و تقلید صرف از دیگر کشورها، حاصلی جز ایستایی و انحراف از مسیر طبیعی ندارد، نتیجه آن را می‌توان در ناهماهنگی آموزش با نیازهای کشور و نابسامانیهای جدی در فرایند توسعه کشور مشاهده کرد.

. طرح مسئله

آگاهیهای اساسی و بنیانی برای تدوین یک نظام آموزشی و شناخت اصول و ارکان آن را (حجازی و غفاری، ۱۳۸۴) می‌توان در توانایی پاسخ‌یابی برای پرسشهای زیر یافت که تقریباً تمامی آنها از اهمیت بالایی برخوردارند، هر چند ظاهراً چنین نشان نمی‌دهند.

- گروه آموزشی: رشته مورد نظر در کدام یک از گروههای آموزشی قرار می‌گیرد؟ و برحسب نوع دسته‌بندی، سامانه آموزشی آن برحسب رشته و مقطع آموزش، چگونه تعریف و تثبیت

- می‌شود؟ زیرا گروههای آموزشی علوم، مهندسی، پزشکی، ادبیات، جامعه‌شناسی و غیره هر یک تابع نظام و سامانه خود هستند که در زیررشته‌های خود و با تغییر مقطع تحصیلی نیز تغییر می‌کنند.
- وابستگی به دیگر گروهها: وابستگی رشته موردنظر به دیگر رشته‌ها در گروه و سایر گروههای آموزشی چه گستره و دامنه‌ای دارد و روش آموزشی مطالب و منابع وابسته چگونه باید باشد؟ این موضوع به‌ویژه باتوجه به هدفهای اشتغالی اهمیت زیاد پیدا می‌کند. به‌طور مثال، مبانی درسهای نظیر اقتصاد، جامعه‌شناسی، روان‌شناسی صنعتی در مهندسی چه نقشی باید داشته باشند؟
 - دامنه رشته: رشته موردنظر از کدام محور یا مختصات آغاز می‌شود و به کدام محور یا هدف ختم می‌شود؟ این موضوع به‌ویژه در مقاطع ابتدایی از اهمیت خاص برخوردار است و بی‌توجهی به آن می‌تواند بی‌هدفی کاملی را در سامانه آموزشی و نظام درسی ایجاد کند (حجازی، ۱۳۸۲)
 - هدف: مقطع تحصیلی چه دوره و گروه سنی را دربرمی‌گیرد و چه انتظاراتی از فرد آموزش‌دیده وجود دارد یا تعریف شده است؟ این موضوع به‌ویژه در آموزشهای اشتغالی نظیر مهندسی، پزشکی، کشاورزی، که به حرفه مشخصی می‌انجامد و تمام دست‌اندرکاران آن بر اساس مرتبه شغلی خود آموزشهای خاصی می‌بینند، حائز اهمیت است. به عبارت دیگر، آموزش یک رشته در مقطع کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری از ویژگیهای ثابت برخوردار نیست (دوامی، ۱۳۷۸)
 - اشتغال: هدفهای اشتغالی چیست؟ نیاز سالانه کشور به دانش‌آموختگان آن رشته و در هر یک از مقاطع تحصیلی چه میزان است؟ در صورت برآورده نشدن صحیح نیازها، ممکن است جامعه با کمبود نیروی انسانی یا انبوهگی دانش‌آموخته روبه‌رو شود؛ که در هر دو حالت خطرناک است (حجازی و دیگران، ۱۳۸۴).
 - طبقه‌بندی: باتوجه به وسعت و دامنه رشته (نظیر مهندسی مواد) و هدفهای آموزشی، طبقه‌بندی رشته و گرایشهای آن از چه قاعده و نظمی پیروی می‌کند؟ نقش محیطهای کار در نوآوری، کارورزی و کارآموزی چگونه است یا چگونه باید باشد؟
 - آموزش‌گیر: دانشجو باتوجه به ماهیت و هدفهای رشته آموزشی، از چه استعداد یا دانش پایه باید برخوردار باشد و این استعداد و توانایی چگونه باید سنجیده شود؟
 - مدرس: آموزش‌دهنده بر مبنای رشته و مقطع تحصیلی از چه ویژگیهایی از نظر دانش عمومی، دانش تخصصی، تبحر، تجربه، و روش تدریس باید برخوردار باشد و آگاهیهای او از هدفهای آموزشی و حوزه‌های کاری دانش‌آموختگان چه میزان باید باشد؟
 - مواد درسی: مواد درسی (که عموماً در حال تغییر است) چه زمینه‌هایی را باید دربرگیرد؟ ارتباط موضوعهای درسی با هدف و با یک دیگر چگونه باید تعریف شود؟ و بر اساس آنکه استادان متفاوت آنها را تدریس می‌کنند. این ارتباط چگونه برقرار می‌شود؟ سهم هر یک از

زمینه‌های علوم پایه، تخصصی، علوم وابسته و کارهای تمرینی و آزمایشگاهی چه مقدار باید باشد؟

- روش آموزش: مواد درسی از هر گونه که باشند (اصلی، تخصصی، جنبی، وابسته و عمومی...)
- در یک رشته معین و با هدف و نظام معین چگونه آموزش داده شوند؟ در میان شیوه‌های آموزشی نظری، رفتاری، تحلیلی، انتخابی، تحقیقی، کدام شیوه باید انتخاب شود؟
- روشهای ارزیابی: روشهای ارزیابی و ارزشیابی آموزش‌گیران بر چه محورهایی باید استوار باشد؟
- امکانات: رشته آموزشی و مقطع تحصیلی موردنظر از چه امکانات آموزشی، کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی، کارگاهی، نرم‌افزاری، ارتباط با مجموعه‌های کاری و آموزش‌دهندگان به‌عنوان حداقل نیاز باید برخوردار باشد و چگونه توسعه یابد؟ این بحث به‌ویژه در موضوعهایی نظیر نسبت دانشجو به استاد و زمان آموزشهای کارگاهی و آزمایشگاهی و زمان مطالعات کتابخانه‌ای حائز اهمیت است.

- شرایط جهانی: در تمام موارد بالا، شرایط جهانی و به‌ویژه در کشورهای پیشرفته چگونه است؟ علاوه بر پرسشهای مطرح شده، پرسشهایی نظیر ارتباط با دانش‌آموختگان نیز وجود دارد که در مقاله‌ای دیگر به آن پرداخته شده است (حجازی و غفاری، ۱۳۸۴).

پاسخ‌گویی به پرسشها، فقط در صورت آگاهی بر ارزشهای کیفی و معیارهای کمی و تحلیل تمام چیستیها، چراییها و چگونگیها می‌تواند حاصل شود. نتیجه مطلوب از برنامه‌ریزی جامع در صورتی محقق خواهد شد که بخش یا گروهی از استادان، برنامه‌ریزان، متخصصان ارتباط جمعی و مدیران مشاغل با تجربه و با هدف پژوهش در آموزش به‌صورت پیوسته و با تکیه بر تحلیل برنامه‌های پیشین، نیازهای آموزشی کشور، بررسی نقاط قوتها و ضعفهای دانش‌آموختگان پس از یک دوره کاری و تغییر روند جهانی، برنامه نظام آموزشی را مورد پژوهش و تحلیل قرار دهند و نسبت به ارائه نتیجه در حد نظریه، طرح آزمایشی یا طرح نهایی اقدام کنند.

خلاصه آنکه برنامه‌ریزی آموزشی فرایندی دینامیکی و پویا است که با تحولات فناوری و علم و مهندسی و نیازهای جوامع بشری و با تکیه بر عوامل زیست‌محیطی، تغییرات فرهنگی و اجتماعی مرتباً بازنگری می‌شود.

آموزش مهندسی

مهندسی یکی از حوزه‌های فعالیت علمی بشری است که عموماً به طراحی و خلق محصولات می‌پردازد که پیش‌تر به آن صورت وجود نداشته است. خوشبختانه طی ۲۰ سال اخیر مقاله‌های ارزشمندی در تعریف مهندسی، ماهیت مهندسی و تواناییهای یک مهندس با تکیه بر سوابق علمی و تاریخی آنها و

وظایفی، که در دوران حاضر مهندسان بر عهده دارند، انتشار یافته است (حجازی، ۱۳۷۷؛ دوامی، ۱۳۷۸؛ حجازی، ۱۳۸۱؛ دوامی، ۱۳۸۹؛ حجازی؛ ۱۳۹۰، حجازی و دیگران، ۱۳۹۰). از میان آنها می‌توان به نکات بسیار مهمی اشاره کرد که در تدوین نظام آموزشی مهندسی مواد یا هر رشته دیگر مهندسی باید مورد توجه قرار گیرد.

الف. مهندسی عبارت است از توانایی کاربرد خلاقانه و اقتصادی مواد، نیروهای طبیعت و ابزارگان در انتخاب، طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت ساخت و تولید با تکیه بر دانش ریاضی و علوم در راستای رفاه جامعه و منافع پایدار بشر که این توانایی از طریق آموزش و تجربه حاصل می‌شود (دوامی، ۱۳۸۹؛ حجازی، ۱۳۹۰).

ب. آموزش مهندسی مبتنی بر طراحی درس و آزمون و ارزیابی بر محور حل مسائل چندپاسخی است. در دوران آموزشهای رسمی آموزش‌گیران عموماً با دو نوع مسئله روبه‌رو هستند.

۱. مسائل علمی مهندسی که معمولاً پاسخ مشخص و روشنی دارند و تک‌پاسخی‌اند؛

۲. مسائل انتخابی مهندسی که می‌تواند بر اساس شرایط و تأثیر داده‌ها پاسخهای مختلفی داشته باشد.

طبیعی است که حل و تدریس مسائل تک‌پاسخی برای آماده‌سازی دانشجویان برای ورود به حوزه مهندسی ضرورت دارد، ولی اگر شیوه آموزش در همین حد باقی بماند، نمی‌تواند خواسته‌های هدف را برآورده کند. این موضوع باتوجه به عملکرد مهندسان، که عموماً به حل مسائل انتخابی می‌پردازند، روشن می‌شود.

پ. شناخت علمی و ایجاد توانایی در طراحی و ساخت، که جز با تحلیل چگونگی و چرایی آنچه ساخته شده است، میسر نیست. بنابراین در نظام آموزش مهندسی و باتوجه به ارتباط بسیار نزدیک مهندسی و فناوری، باید به روندهای فرایندی، آموزشهای رفتاری و طراحی و چرایی تغییرات اختراعات و ابداعات توجه شود. به عبارت دیگر، مسائل و دروس آموزش مهندسی درحالی‌که بر تمام حقایق علمی تکیه دارد به چرایی و چگونگی آنها نیز می‌پردازد. درحقیقت، نظم آموزش مهندسی بر واقعیت‌گرایی، حل مسائل واقعی و طرحهایی، که به واقعیت می‌انجامد و آگاهی از تمامی آنها استوار است.

ت. در یک نتیجه‌گیری کلی و همه‌جانبه و بر مبنای هدفهای اشتغالی، که در آموزش مهندسی وجود دارد، و بر حسب نوع رشته، گرایش و مقطع تحصیلی قابل‌شناسایی و سنجش است. هدف از آموزش مهندسی، ایجاد توانایی برای طراحی، انتخاب، تصمیم‌سازی، تصمیم‌گیری و مدیریت است که بر حوزه علوم طبیعی تکیه کامل دارد که محور دانایی مهندسی را تشکیل می‌دهد. بنابر تأثیر مهندسی در شرایط زندگی و زیست‌حال و آینده، محور اخلاقی مهندسی را جهان‌پایی تشکیل می‌دهد (حجازی، ۱۳۸۱)

ث. علاوه بر نکات بالا به میزان پیشرفت و تغییراتی که در علم و فناوری یا در توانایی و دانایی مهندسی حاصل خواهد شد، نظام آموزشی مهندسی باید روندی را انتخاب کند تا خودآموزی، خوداستنتاجی،

خودانتخابی، مسئولیت‌پذیری، انعطاف‌پذیری، همگامی با دانش و فناوری روز و قابلیت کار گروهی را به‌صورت صفت ذاتی و درونی دانش‌آموختگان خود متبلور سازد.

. مواد (مواد مهندسی)

مواد نام عام و وسیعی است که به هرچه به‌صورت فیزیکی (گیتایی) وجود دارد اطلاق می‌شود تا از آنچه با ماهیت متافیزیکی (مینوی) وجود دارد بازشناخته شود. مواد یا مواد مهندسی که در رشته آموزش مهندسی مواد یا علم و مهندسی مواد، بررسی، تدریس و پژوهش می‌شود. فقط بخشی از دامنه پایان‌ناپذیر مواد است که بر اساس تعریف پذیرفته‌شده جهانی ویژگیهایی دارد (حجازی، ۱۳۸۲؛ همان، ۱۳۸۴؛ Van Vlak, 1974).

الف. مواد مهندسی عموماً فراوری‌شده از مواد طبیعی یا برساختی هستند و کمتر به‌صورت طبیعی کاربرد نهایی دارند.

ب. مواد مهندسی در کاربرد نهایی طرح، شکل، خواص و کارایی معینی دارند که برای آن کاربرد طراحی و ساخته شده‌اند. مایعها و گازهای طبیعی هرچند در فرایندهای مختلف فراوری و ساخت مواد مهندسی کاربرد دارند و با آنها واکنشهای اصلاحی یا تخریبی انجام می‌دهند ولی عموماً به‌عنوان مواد مهندسی شناخته نمی‌شوند. از طرف دیگر مواد مهندسی نیز ممکن است در جریان ساخت و تولید از مراحل گاز یا مایع عبور کنند.

پ. مواد مهندسی اغلب به‌عنوان جزئی یا بخشی از بنا، ابزارگان، ماشین و حتی جایگزین بخشی از اندام زنده محسوب می‌شود که کارایی آنها بر اساس عمر کاری و تضمین کیفیت در طول عمر محاسبه و طراحی می‌شود. بنابراین مواد مصرف‌شدنی نظیر مواد غذایی، دارویی، پاک‌کننده و سوختی در گروه مواد مهندسی قرار نمی‌گیرند؛ هرچند بسیاری از آنها به‌ویژه سوختها به‌دلیل اهمیت انرژی‌زایی در فرایندهای مهندسی مواد در این گروه مطالعه می‌شوند.

لازم به یادآوری است که عوامل میرایی نظیر خستگی، رفتگی، فرسایش و خوردگی به‌عنوان بخشی از خواص مواد مهندسی محسوب شده و مشمول تعریف مصرف‌شدنی نمی‌شوند؛ هرچند بعضی از مواد مهندسی نظیر الکترودها و ساینده‌ها در فرایندهای تولید به مصرف می‌رسند.

ت. مواد مهندسی خواص نهایی و کارایی خود را در ارتباط با ترکیب، ساختار، و فراوری بازمی‌یابند که فراوری آنها ممکن است بر روی مواد حجیم معدنی (فولادها) و یا فرایندهای شیمی سنتز (فیبر نوری) باشد. بنابراین مواد معدنی که به‌صورت طبیعی کاربرد نهایی دارند و تحت عملیات تغییر ترکیبی یا ساختاری قرار نمی‌گیرند، در گروه مواد مهندسی مطالعه نمی‌شوند (سنگهای زینتی، جواهرات...).

ت. بسیاری از مواد کانی یا آلی که کمتر به صورت مستقل کاربرد دارند، ولی در فرایندهای مهندسی مواد، به عنوان تمام کننده یا کمک کننده به کار می روند (پوشانها، رنگها، گاززداها و...) به دلیل پیوستگی کامل با خواص نهایی در گروه مواد مهندسی مطالعه می شوند؛ هرچند در گروههای طبقه بندی شده نام برده قرار نمی گیرند.

باتوجه به نکات یادشده مواد مهندسی در سه گروه زیر تقسیم و مطالعه و بررسی می شوند:

- فلزات و آلیاژهای بر ساخته از فراوری مواد کانی فلزی یا سنتز عناصر شیمیایی با اتصالات اتمی در ابر الکترونی؛
- سرامیکها و شیشه های بر ساخته از فراوری مواد کانی غیر فلزی با اتصالات اتمی یونی و مشترک؛
- بسپارهای بر ساخته از فراوری مواد آلی کربنی (گیاهی و جانوری) با اتصالات اتمی خطی، زنجیره ای و حلقوی؛

هر یک از این گروههای سه گانه بر حسب شرایط، کاربرد و ساختار درونی طبقه بندی خود را دارند. چندسازه هایی^۱ که در حقیقت ترکیبی از حداقل دو یا بیشتر از مواد یا عناصر متفاوت هستند گاه به عنوان گروه چهارم مطرح می شوند، ولی باتوجه به آنکه زمینه اصلی آنها از یکی از مواد فلزی، سرامیکی یا بسپاری^۲ تشکیل شده است، بر اساس زمینه اصلی در گروههای ذکر شده مطالعه می شوند. علاوه بر آن، برخی از پژوهندگان برای شیشه ها گروه مستقل تشکیل داده اند و پاره ای دیگر پلاستیکها و لاستیکها را دو گروه متفاوت به شمار می آورند؛ که از نظر آموزش مهندسی مواد توجیهی ندارد. استدلال اخیر برای سایر اصطلاحات نظیر مواد پیشرفته، مواد مهندسانه، مواد نو و... نظایر آن نیز صادق است. در گروههای سه گانه مواد، همواره تداخلهای وجود دارد که از نظر ماهیت ماده، زمینه های کاربرد و زمینه های پژوهشی، طبقه بندیهای جزئی تری را می توان بر آنها اعمال کرد.

. آموزش مهندسی مواد

کشف و کاربرد مواد به صورت طبیعی یا فراوری شده پیشینه ای به قدمت بشر دارد. روند کشف و کاربرد آنها موجب شده است که برخی از مورخان، دستیابی انسان به فلزات را آغازی برای پیدایش تمدن و تخصصی شدن فعالیتهای انسان بدانند (حجازی، ۱۳۸۳، دوامی ۱۳۸۴). ولی آموزش مستقل علمی و مهندسی مواد به عنوان یک رشته دانشگاهی عمری کوتاه دارد که از یک صد سال تجاوز

۱. معادل مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه «کامپوزیت»

۲. معادل مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه «پلیمر»

نمی‌کند. آموزش این رشته، سده‌ها تحت سیطره و سایه آموزشهای علوم (فیزیک و شیمی) یا آموزشهای فنی معدن و مکانیک قرار داشته است و این در حالی است که آموزش حرفه‌ای و شغلی آن با روند استاد - شاگردی و در شاخه‌های تخصصی آن نظیر سفالگری، ریخته‌گری، آهنگری، کاشی‌سازی، شیشه‌گری و ... پیشینه‌ای چند هزارساله دارد و کیمیاگری نیز رابطه‌ای نزدیک با آن داشته است. به همین دلیل است که متالورژی به‌عنوان علم فلزات، برخلاف بسیاری از علوم دیگر که با پسوند «لوژی» نامگذاری شده‌اند با پسوند «اورژی» به معنای کار «ارگ» و به فارسی با پسوند «گری» شناخته می‌شود.

چندگانگی آموزش مواد، تحت نظامهای حاکم بر آن در هر یک از گروههای یادشده، موجب شده است که روند آموزشی آن نیز در سایه چنان مجموعه‌هایی قرار گرفته و آموزشهای صددرصد علمی و نظری تا صددرصد حرفه‌ای و رفتاری را شامل شود. درحالی‌که، با شناخت کامل و جامع تمام حوزه‌های مهندسی مواد، می‌توان این اندیشه را رشد داد که آموزش مهندسی مواد به سامانه خاص خود نیاز دارد، تا با کمک آن بتواند تمام نیازهای خود را برطرف کند.

با بررسی محورهای آموزش مهندسی مواد و هدفهای موردانتظار، مشخص می‌شود که چندگانگی همراه با نگرش اقتصادی و مدیریتی تا حدودی در ماهیت این رشته نهفته است. سخن اصلی بر آن است که این رشته چگونه باید آموزش داده شود، تا چندگانگی ذاتی آن از یک نظام و سامانه خاص پیروی کند.

زمینه‌ها و محورهای اصلی در مهندسی مواد که از دیگر رشته‌های مهندسی جدا نیست و در مقاله‌های متعدد هم تشریح شده است (حجازی، ۱۳۸۳؛ اهداف و فلسفه آموزش، ۱۳۷۴؛ حجازی، ۱۳۹۰) و این مقاله با دیدگاه تدوین نظام آموزش مهندسی مواد مورد تأیید قرار می‌گیرد آن است که: الف. علم در مهندسی مواد در جایی که طیفهای مرئی علوم کلاسیک پایان می‌پذیرد با مفاهیم علمی-کاربردی نظیر شیمی مواد، ترمودینامیک، فیزیک مواد، دگرگونی فازها، استحاله، انتقال حرارت و نظایر آن آغاز می‌شود.

ب. مهندسی مواد و به‌ویژه دو گرایش متالورژی و سرامیک، در جایی آغاز می‌شود که مهندسی معدن با استخراج معادن و فراوری و آماده‌سازی آنها پایان می‌پذیرد.

پ. مهندسی مواد باتوجه‌به تأثیر شکل در کارایی و کاربری قطعات و مواد ساخته‌شده با مهندسی مکانیک در طراحی قطعات (و نه در طراحی ماشین‌آلات و ابزارگان) هم‌پوشانی زیادی دارد، ولی به‌صورت مستقل ناگزیر به طراحیهای میان‌راهی است مطابق با تغییر شکل در طی فرایندهای مختلف، دستیابی به شکل نهایی امکان‌پذیر شود.

ت. مهندسی مواد از یک سو مهندسی خلق و بهسازی مواد و از سوی دیگر مهندسی روشها و فناوریها است تا بتواند با انتخاب و بهینه‌سازی روشها و فناوریها، تأثیر مستقیم مواد (ترکیب و ساختار)، شکل و فرایندها را تبلور بخشد. درحقیقت، زمینه‌های قوی فناوری، ترکیب و تحلیل روشها در کنار مواد با ترکیب شیمیایی معین و ساختار خواسته‌شده بارزترین ویژگی مهندسی مواد است.

ث. مهندسی مواد در تمام زمینه‌های آن به‌جز فراوریهای سنتزی عامل اصلی در مصرف انرژی و کاهش منابع طبیعی است. مصرف بهینه مواد و انرژی از مهم‌ترین ویژگیهای اقتصادی و زیست‌محیطی این رشته محسوب می‌شود که زمینه‌های بسیار قوی پژوهشی در طراحی، بهینه‌سازی، عمر مفید، اصلاح فرایندها و بازیابی مواد و انرژی را برای همیشه تضمین کرده است.

ج. نظیر هر رشته دیگر مهندسی، اخلاق مهندسی، همگامی با دانش روز، جامعه‌شناسی و تاریخ تکاملی مهندسی، رفاه جامعه و انسان و نکات بسیار دیگر در مهندسی مواد نیز وجود دارد و در مقالات گوناگون مورد توجه قرار گرفته است (حجازی، ۱۳۸۳؛ همان، ۱۳۸۱؛ مارتین، ۱۳۸۷؛ دوامی و دیگران، ۱۳۸۹).

باتوجه به وسعت تحقیقات و نوآوریها، دامنه مواد و آموزش آن، نیازهای جهانی و تأثیرپذیری از سایر گروهها و اثرگذاری بر بسیاری از فعالیتهای همواره دو روند کاملاً متفاوت در آموزش مواد مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. گروه اول بر این باور هستند که آموزش مواد باید بر مبنای علوم و در توجیه اتم، ساختار، فاز و دگرگونیها قرار گیرد و به‌طور کلی از نظم آموزش علم پیروی کند و در مقابل گروه دوم، با تکیه بر سوابق تاریخی، روند آموزش آن را مطلقاً حرفه‌ای می‌دانند و با بهره‌گیری از علوم آن را در زیرگروه مهندسی تعریف می‌کنند. اختلاف نگرشهای مطلق علم‌گرا و روش‌گرا به حدی است که در بسیاری موارد، اصولاً همپوشانی ندارند و حتی در درک مطالب مشترک نیز تفاهمی با هم پیدا نمی‌کنند و تنها وجه مشترک آنها، به‌ویژه در ایران، استفاده از عنوان مهندسی است.

مطابق تعاریفی که از مهندسی و مهندسی مواد ارائه شده است، مشخص می‌شود که تلفیق روشهای دانش‌گرا و روش‌گرا پایه و اساس نظام مهندسی مواد است که به‌صورت زیر خلاصه می‌شود (اهداف و فلسفه آموزش، ۱۳۸۴؛ دوامی، ۱۳۷۸؛ همان، ۱۳۸۴؛ حجازی و دیگران، ۱۳۷۸؛ همان، ۱۳۸۴).

- شناخت و کاربرد، علوم محض و کاربردی؛
- تسلط بر ریاضیات و کاربرد آن در حل و تشریح مسائل واقعی؛
- طراحی و ارائه راهکارها و روشهای واقعی؛
- حل و طرح مسائل انتخابی چند پاسخی؛
- طراحی و خلق ایده‌ها و پدیده‌های جدید؛
- شناخت و تحلیل روشها و فرایندها؛

• به صورت خاص در مهندسی مواد، کشف و توسعه مواد، فرایندها و ارتباط مواد - فرایند. به هر صورت، در نامگذاری رشته به مهندسی مواد ME یا علم و مهندسی مواد MSE، ظاهراً اختلاف زیادی وجود ندارد، ولی باید توجه داشت که در صورت دانش‌گرایی مطلق و بدون توجه به فرایندها و طراحیها، رشته «علم مواد» و بدون کاربرد عنوان مهندسی در زیرگروه نظام آموزشهای «علم» تعریف می‌شود. این موضوع در بسیاری از کشورهای جهان شناخته شده است و در آموزشهای عالی و به‌ویژه دوره‌های دکتری از آموزشهای مهندسی جدا می‌شوند (حجازی، ۱۳۸۱).

مقاطع تحصیلی و هدفهای اشتغالی

گسترش علوم و فنون و گسترش روابط بین ملتها دو عاملی است که موجب گسترش آموزش از یک سو و هماهنگی و درک مشترک از مدارج تحصیلی از سوی دیگر موجب همگرایی در اکثر کشورهای جهان شده‌اند. بنابر همین اصول، آموزش مهندسی در سطح دانشگاهی سه مقطع تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری است؛ درحالی‌که آموزش پزشکی معمولاً از دو دوره عمومی و تخصصی تشکیل شده است (آموزش عالی در جهان، ۱۳۸۴). از طرف دیگر در بسیاری از کشورها، عنوان مهندسی، مستقل از درجه‌های تحصیلی در مقطع اول یا دوم یا سوم داده می‌شود. به‌طور مثال، در بعضی کشورها نظیر اتریش، ترکیه، چک، ایران، اسلواکی، روسیه و فرانسه عنوان مهندسی پس از دوره کارشناسی اعطا می‌شود، در کشورهای دیگر نظیر استرالیا، آلمان، بلژیک و هلند این عنوان پس از دوره کارشناسی ارشد و در کشورهایی نظیر بریتانیا، عناوین حرفه‌ای تحت شرایط خاص به انجمنها اعطا می‌شود (همان).

با این مقدمه می‌توان دو پرسش را مطرح کرد:

اول: هدف از مراحل و مقاطع تحصیلی چیست؟ مسلماً انتظاراتی که از درجه کارشناسی وجود دارد، بسیار عمومی‌تر و متفاوت‌تر از مدارج کارشناسی ارشد و دکتری است.

دوم: با عنوانهای حرفه‌ای (مهندسی) دامنه انتظارات و قابلیت‌ها به چه میزانی تغییر می‌کند؟ به عبارت دیگر، باید توجه داشت که هم طبقه‌بندی مقاطع آموزشی و هم عناوین حرفه‌ای نظیر مهندسی و دکتری هدف‌دار هستند. این موضوع در ایران، که واژه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد نیز نمایشگر وظایف حرفه‌ای است، باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

عنوان مهندسی بر هدفهای اشتغالی آموزش تأکید می‌کند که قطعاً در نظام آموزشی باید تعریف شده باشند، حتی هدفهای تخصصی آن، در مقاطع مختلف نیز یکسان نیست. تأثیر هزینه‌های اقتصادی و زمانی در آموزش و تربیت نیروی انسانی بر کسی پوشیده نیست. در بسیاری از کشورها با تعریف دقیق هدفهای اشتغالی و به‌منظور جلوگیری از مدرک‌گرایی از ارجاع مشاغل، که برای درجه

کارشناسی تعریف شده است، به داوطلبان با مدارج تحصیلی ارشد و دکتری خودداری می‌شود (میرباقری و دیگران، ۱۳۸۵) تا علاوه بر جلوگیری از هزینه‌های بیشتر از نظر روانی و اهمیت آموزش به سلامت جامعه توجه شود.

مهندسان مواد با درجه‌های تحصیلی کارشناسی تا دکتری، اغلب در بخش بالایی هرم مشاغل فنی و حرفه‌ای قرار می‌گیرند (حجازی، ۱۳۸۳؛ حجازی و دیگران، ۱۳۷۸) که مشاغل نظیر کارشناسی، انتخاب‌گری، طراحی، مدیریت تخصصی خاص و عام، آموزش، پژوهش، راهبری تولید، کنترل و ... را دربرمی‌گیرد. فن‌ورزان^۱ و کارگران ساده و ماهر بخشهای میانی و پایینی هرم مشاغل فنی و حرفه‌ای را تشکیل می‌دهند.

با مرور مشاغل احراز شده توسط مهندسان مواد، در یک جمع‌بندی ساده می‌توان آنها را فهرست کرد. در این فهرست فقط سرمایه‌های انسانی، که به تخصص مهندسی مواد نیاز دارند، مطرح شده و به مشاغلی که به تجربه‌های مدیریتی (وزارت، وکالت، استانداری، ...) و نه به تخصص مواد نیاز دارند، اشاره نشده است.

در مرجع ۲۴ این مشاغل بر اساس آمار و پرسش‌نامه طبقه‌بندی شده بود که در مقاله حاضر (به دلیل فقدان آمار روز) از ارائه درصدهای آماری اجتناب می‌شود.

- اشتغال در حکم هیئت‌علمی دانشگاهها و پژوهشگاههای (دولتی) به‌عنوان مدرس و محقق و بسیاری از مشاغل و سرپرستی‌هایی که عضویت در هیئت‌علمی شرط احراز آنها است (سرپرستی کارگاهها و آزمایشگاهها، مدیریت گروه، معاونت و ریاست دانشکده و دانشگاه) و عموماً با درجه دکتری و در موارد کمتری با درجه کارشناسی ارشد؛
- اشتغال در مراکز پژوهشی و طراحی مهندسی خصوصی به‌عنوان پژوهشگر با وظایف انتخاب و فراوری مواد، انتخاب فرایند، رهبری پژوهش، تدوین فناوری یا دانش فنی عموماً با درجه دکتری و کارشناسی ارشد و در مشاغلی نظیر کار در آزمایشگاهها، مسئولیت کنترل و پژوهشگری تحت نظارت پژوهنده ارشد با درجه کارشناسی؛
- اشتغال در کادر آموزشی هنرستانها و آموزشگاههای فنی دولتی یا خصوصی به‌عنوان دبیر فنی و سرپرستی‌های تخصصی آموزشی با درجه تحصیلی کارشناسی ارشد و کارشناسی؛
- اشتغال در صنایع مادر و اولیه با وظایف انتخاب فرایند، راهبری فرایند، طراحی و مهندسی، کارشناسی و مدیریت تخصصی بخشها، مدیریتهای خاص و چندوجهی، مدیریت عامل، راه‌اندازی و همچنین فعالیتهای پژوهشی در بخشهای پژوهش و توسعه یا آموزش که بیشتر با

درجه کارشناسی و کارشناسی ارشد به دست می‌آید و با تجربه و طی دوره‌های آموزشی غیر کلاسیک شرایط ارتقا پیدا می‌کنند (آموزش‌های غیر کلاسیک، ۱۳۸۴)؛

- اشتغال در صنایع خاص و میانی نظیر صنایع ریخته‌گری، سرامیک و سفال، مواد و قطعات بسپاری و ... با مجموع شرایط مذکور؛
- اشتغال در صنایع متوسط و بزرگ ماشین‌سازیه‌ها، با مجموع شرایط مذکور و به‌ویژه در مراکزی که به طراحی، کنترل و پذیرش قطعات سفارشی اشتغال دارند (نظیر سایپکو)؛
- سایر مشاغل نظیر خدمات کارشناسی، خدمات مشاوره‌های فنی و تجاری در سرمایه‌گذاری و توسعه، خدمات مشاوره‌ای در تصمیم‌سازی یا تصمیم‌گیری، حل مشکل، خدمات طراحی و مهندسی، که دانش‌آموختگان هر سه مقطع در آن موفق بوده‌اند ولی به دلایل اجتماعی و فرهنگی، اصولاً متقاضیان با درجه دکتری شرایط مناسب‌تری دارند (به‌ویژه برای جوانان)؛

کسب هر یک از مشاغل بالا، علاوه بر مدرک تحصیلی و تجربه‌های مؤثر، در ابتدا نیازمند آموزش‌های اولیه و در ادامه آموزش‌های میانی و ارتقایی است که صنایع کشور و حوزه‌های وزارتی علوم، آموزش و پرورش، صنایع، نیرو و به‌طور کلی تمام مراکزی، که نیروی انسانی را به خدمت می‌گیرند، باید هزینه‌های آن را تقبل کنند.

در ایران فعالیت بسیار کمی در زمینه ارتباط مشاغل با درجه تحصیلی انجام گرفته است که باتوجه به شرایط اجتماعی و فرهنگی ایران به‌جای توسعه روندهای آموزش ضمن کار و توسعه بهره‌وری از آموزش به توسعه مدرک‌گرایی منجر شده است.

توسعه روزافزون و کمی تحصیلات تکمیلی و به‌ویژه دوره‌های کارشناسی ارشد در مهندسی مواد، شرایط را به گونه‌ای فراهم آورده است که می‌توان دوره‌های کارشناسی ارشد پیوسته را تحت شرایط خاص پیشنهاد کرد که در مقاله دیگر به آن پرداخته می‌شود.

مهم‌ترین وظیفه‌ای که وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه‌ها و نهادهای بهره‌گیر (صنایع، خدمات، آموزش و پرورش...) باید انجام دهند، تعیین تعداد موردنیاز دانشجو در هر سال و در هر رشته است تا با کمبود یا تورم نیروی انسانی مواجه نشود. علاوه بر آن، هر سازمان یا نهادی باید بر اساس پژوهش و بررسی‌های دائمی نیاز به نیروی انسانی و شرایط احراز شغلی خود را اعلام کند. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود مجموعه‌ای از دانشگاه‌ها با رشته مهندسی مواد و انجمنهای مهندسی و حرفه‌ای و صنایع بزرگ تشکیل شود تا مسائل و مشکلات اساسی زیر را هدف قرار دهد.

الف: طبقه‌بندی مشاغل در تمام مراکز بهره‌گیر از سرمایه‌های انسانی و باتوجه به مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری بطوری که برای مشاغلی که به مدارک بالاتر نیاز ندارند با صرف هزینه کمتر، متخصصان مناسب پرورش داده شوند.

ب: تعیین تعداد نیروی انسانی موردنیاز در مقاطع تحصیلی مختلف و تدوین اطلاعات دانش آموختگان.
پ: برنامه‌ریزی آموزشهای غیرکلاسیک و ارتقایی در هر یک از سازمانها و نهادهای بزرگ و متوسط برای کسب مشاغلی که در ضمن تخصص مهندسی به تخصصهای دیگری نظیر مدیریت، آموزش، اقتصاد، ارتباط بین الملل و... نیاز دارند.

طبقه‌بندی رشته‌ها و گرایشهای مواد بر مبنای به هدفهای اشتغالی و نیازها

طبقه‌بندی رشته‌ها و گرایشها در آموزش عالی بیشتر از آنکه تابع یک روند مدون و یک قانون علمی باشد، تابع نیازهای اجتماعی، برنامه‌های توسعه، امکانات آموزشی، اقتصاد آموزشی و تا حدودی تبادل جهانی است که در صورت برنامه‌ریزی صحیح و درک موقعیتهای زمانی و مکانی، تمام آنها از موقعیت مشابه برخوردار خواهند بود (کامل، ۱۳۶۸).

قانونی وجود دارد که در تمام رشته‌ها و تمام زمانها و مکانها ثابت مانده است. این قانون به آموزش زمینه‌های تخصصی‌تر در مقاطع بالاتر اشاره دارد و بنابراین یک اصل کلی بر تعمیق در آموزش یک جز از رشته یا گروه اصلی در مقطع بالاتر تأکید می‌کند. هرچند تعمیق و آگاهی بر مسائل و موضوعهای کناری نظیر مدیریت، اقتصاد صنعتی، برنامه‌ریزی، مدیریت صنعتی، آموزش و پژوهش، که در هدفهای اشتغالی نیز وجود دارند، می‌تواند از اهداف موردتأکید دوره‌های بالاتر باشد.

بررسی اهداف شغلی، دامنه مواد و وسعت آموزشی مهندسی مواد مشخص می‌سازد که هیچ روش و طبقه‌بندی آموزشی را نمی‌توان طراحی کرد که بتواند تمام این زمینه‌ها را آموزش دهد (هرچند عده‌ای بر این باورند که دوره‌های عالی برای یاد دادن موضوع خاصی طراحی نمی‌شوند، بلکه به دانش‌پذیر باید آموخت که چگونه موضوعهای خاص را یاد بگیرد. این عقیده، هرچند به‌عنوان زیربنای فکری آموزش عالی درست و از انسجام برخوردار است، ولی نمی‌تواند در دنیای کنونی و نیازهای انسانی به‌طور کامل پاسخ‌گو باشد) (کامل، ۱۳۶۸). از طرف دیگر، تخصص‌گراییهای بسیار باریک و به‌ویژه در دوره‌های کارشناسی، همواره با استقبال صنایع روبه‌رو بوده است تا با هزینه کمتری به بهره‌وری بیشتری دست یابد ولی باید توجه داشت در صورتی که، چنین نیازی دارند و باید هزینه‌های آن را نیز تقبل کند.

از نظر نظامهای آموزشی همواره تفاوت اساسی بین آموزشهای منتهی به اشتغال حرفه‌ای و آموزشهای دانش و علم محض وجود دارد. از این رو، چنانچه هدف از آموزش، علم مواد باشد، طبیعی است که بسیاری از بنیانهای آموزشی بر محور علوم در مقیاسهای اتم، مولکول، ساختار و دامنه‌های فازی قرار دارد که در مقطع اول می‌تواند عمومی باشد. ولی اگر هدف از آموزش، مهندسی مواد یا مهندسی و علم مواد باشد، باتوجه به تعریفهای مهندسی (کاربرد عملی دانش و علم در طراحی، تولید

و فناوری و تولید محصولهایی با خواص و کاربردهای پیش‌بینی‌شده و با توجیه اقتصادی) ناگزیر نوعی کار آشنایی، فرایندشناسی و بررسی متقابل علم و عمل (ترکیب، ساختار، فرایند، کارایی) در مقطع کارشناسی ضرورت پیدا می‌کند (دوامی، ۱۳۷۸؛ همان، ۱۳۸۴؛ حجازی، ۱۳۸۴).

مهم‌ترین مشکل مهندسان ما هنگام اشتغال در صنعت، ناآشنایی نسبی در حوزه فراوری و فرایند تولید مواد است. در حالی‌که، در زمینه‌های دیگر علم مواد با مشکلات جدی روبه‌رو نیستند. بنابراین آموزش مهندسی مواد، الزاماً تلفیقی از دو نظریه دانش‌گرا و روش‌گرا است که هم بر محورهای مشترک علم مواد و هم بر محورهای نامشترک فرایندها و روشها استوار است. در چنین حالتی فراخور وسعت و دامنه مهندسی مواد، ماهیت علمی مشترک و فرایندهای متفاوت در طراحی، تولید و توسعه مواد در سه زمینه پیش‌گفته‌شده، در کارشناسی طبقه‌بندی سه‌رشته‌ای فلزات (متالورژی)، سرامیکها و بسپارها پیشنهاد می‌شود تا از یک طرف امکان آموزش آنها برای رفع نیازهای کشور فراهم شود و از طرف دیگر وسعت و دامنه علم و مهندسی مواد تا حد سایر رشته‌های مهندسی متعادل و هم‌ارز شود. هر یک از رشته‌های سه‌گانه بالا، با نوآوریها، فرایندها و مواد خاص خود توسعه پیدا می‌کنند. ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر در ادامه هر رشته امکان‌پذیر می‌شود و حرکت از یک رشته به رشته دیگر، نظیر سایر موارد، مستلزم انتخاب دروس جبرانی است.

هدفهای دوره‌های تحصیلات تکمیلی نیز باید به‌خوبی ترسیم شود. به‌طور نسبی هدفهای دوره‌های دکتری از انطباق و هماهنگی جهانی برخوردار است و با هدفهای پژوهشگری، مدیریت و راهبری پژوهش، نوآوری و مدرسی دانشگاه (آموزشی - پژوهشی) و مشارکت در تولید علم جهانی شناخته شده است. در حالی‌که، هدفهای دوره‌های کارشناسی ارشد، ظاهراً متنوع و پرحدامنه است و جهات گوناگونی را دربرمی‌گیرد که از آن میان می‌توان به سوییجهای زیر اشاره کرد.

- تعمیق تخصصی در شاخه‌های بدنه اصلی و در راستای هدفهای دوره کارشناسی؛
- رفع مقطعی نیازهای صنعتی، آموزشی یا خدماتی؛
- تربیت نیروی انسانی متخصص در همان رشته که از نظر تعداد موردنیاز و هزینه اقتصادی آموزش نمی‌تواند به‌عنوان رشته‌ای در دوره‌های کارشناسی برنامه‌ریزی شود. نظیر انرژی و مواد، طراحی و انتخاب مواد، مدیریت در مهندسی مواد، مهندسی مواد و سایر رشته‌ها (متانیک، متاترونیک، زی‌مواد...);

- تثبیت نوآوریهای مواد و فرایندها در آموزش، پژوهش و تولید؛
 - انجام فعالیتهای پژوهشی به‌عنوان پیش‌نیاز دوره دکتری؛
- با نگاهی عمیق بر هدفهای مذکور، مشخص می‌شود که هدفهای کارشناسی ارشد در ضمن تنوع، عموماً بر محور نیازهای جامعه صنعت و دانشگاه قرار می‌گیرد و از انعطاف‌پذیری بسیار بالایی برای

پاسخ‌گویی به نیازهای موقتی یا دائمی منطقه، کشور و حتی بخشی از صنعت برخوردار است. به عبارت دیگر، در موارد بسیار و باتوجه‌به نیازهایی نظیر:

- تعداد نیروی انسانی موردنیاز محدود و سطح تخصصی بالاتر؛
- نیروی انسانی آموزش‌دیده در مهندسی مواد با احاطه بر دانش و تخصص‌های ضروری میان‌رشته‌ای (مدیریت، انرژی، محیط‌زیست) که به نیروی انسانی کمتری نیاز دارد؛
- تقاضای مقطعی صنعت و بازار کار؛

دوره‌های کارشناسی ارشد را تعریف می‌کنند و این امکان نیز وجود دارد که پس از رفع نیازهای محدود برچیده شوند و دوره‌های موردنیاز دیگری را جایگزین کنند. انعطاف‌پذیری در دوره‌های کارشناسی ارشد، امکان پویایی در برنامه‌ریزی، مشارکت فعال دانشکده‌ها و گروه‌های آموزشی در شناخت و برآورد نیازهای کشور را افزایش می‌دهد.

برنامه‌ریزی، طبقه‌بندی و ایجاد دوره‌های کارشناسی ارشد با اتکا به پذیرش اصول انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی به نیازهای مقطعی و دائمی کشور، به دلیل اهمیت و اثرگذاری آن بررسی و مطالعه جداگانه‌ای را ایجاب می‌کند که در دستور کار شاخه مهندسی مواد و معدن فرهنگستان علوم قرار گرفته و نتایج آن نیز جداگانه انتشار می‌یابد.

آموزش‌گیر و نحوه گزینش

باتوجه‌به تعریف مهندسی مواد و زمینه‌های علمی، مهندسی، فناوری و حتی حرفه‌ای در آن مشخص می‌شود که دانشجویان این رشته باید از میان کسانی انتخاب شوند که توانایی و استعداد آنها در زمینه‌های زیر تأیید شود.

- زیربنای قوی در علوم پایه و نظری و ریاضیات؛
- زیربنای قوی برای خلاقیت، ابتکار و نوآوری؛
- سرعت انتقال قوی به‌منظور درک برهمکنشها، ساختار و ترکیب مواد - فناوری و فراوری طراحی و شکل در خواص و کارآیی محصول بر اساس بهره‌وری اقتصادی و زیست‌محیطی؛
- توانایی درک فناوری و دانش فنی.

استعداد در تعریف مسئله و حل مشکل، مجموعه عوامل یادشده، نشان‌دهنده آن است که برای مهندسی مواد باید بهترین استعدادها گزینش شوند.

اما نحوه گزینش به‌ویژه برای دوره‌های کارشناسی در حال حاضر و با در نظر گرفتن بنیانهای آموزش دبیرستانی، که عموماً بر محور محفوظات قرار دارد، تعداد داوطلبان ورود به دانشگاه، کنکور با طرح پرسشهای چهارگزینه‌ای، انتخاب رشته بر اساس آزمون کنکور در دروس پایه، ریاضیات و ادبیات،

تعیین رشته از میان یکصد انتخاب احتمالی، استعدادسنجی نکردن از میزان هوش و خلاقیت و نیز نداشتن شناخت داوطلبان از وسعت، دامنه و ماهیت رشته‌های مهندسی مواد نیازمند تحلیل جداگانه-ای است که باید مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان راهکارهای علمی اجرایی منطقی برای آن پیدا کرد. از طرف دیگر، آمار و اطلاعات گزینشها و انتخابهای داوطلبان نشان‌دهنده آن است که انتخاب رشته مهندسی مواد، در اولویتهای اولیه داوطلبان قرار ندارد و مطابق نیاز و استعداد باید برای آن چاره‌ای اندیشه شود. دو موضوع اخیر در دستور کار شاخه مهندسی مواد فرهنگستان علوم قرار گرفته است که پس از بررسی و راهگشاییهای ضروری ارائه خواهد شد، ولی در حال حاضر می‌توان با ایجاد دوره‌های کارشناسی ارشد پیوسته (مشروط به کسب امتیاز در سه ساله اول)، اعطای بورس از طرف صنایع به دانشجویان مستعد، نیازسنجی واقعی تعداد پذیرفته‌شدگان و تضمین شغلی انگیزه‌های بیشتری در داوطلبان ایجاد خواهد کرد.

گزینش دانشجو برای دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به مراتب آسان‌تر از دوره‌های کارشناسی است. اولین تفاوت بارز در این دوره‌ها با دوره کارشناسی، شناخت کامل داوطلبان از رشته است. از این رو، چگونگی پذیرش دانشجو برای این دوره‌ها باید از اصل انتخاب بهترین و مستعدترین دانش‌آموختگان دوره‌های قبل پیروی کند. دستیابی به چنین هدفی با روشهای زیر امکان‌پذیر است.

- توجه به پیشینه تحصیلی و معرفی‌نامه استادان؛
 - برگزاری آزمونهای نیمه‌متمرکز چندمرحله‌ای و مصاحبه؛
 - انتخاب دانشجو توسط دانشگاه پذیرنده؛
 - حق انتخاب و واگذاری سهمیه به هر دانشگاه برای بهترین دانش‌آموختگان خود.
- یکی از مهم‌ترین نارساییها در پذیرش دانشجو برای دوره‌های تحصیلات تکمیلی، پیروی از آزمون متمرکز و برگزاری کنکور با پرسشهای چهارگزینه‌ای و مشارکت نکردن کامل دانشکده‌ها و استادان در پذیرش دانشجو است که متأسفانه آسیبهای زیادی نیز بر پیکره تحصیلات تکمیلی وارد کرده است. تعداد دانشجویان پذیرش شده و نحوه پذیرش آنها از بزرگ‌ترین چالشهای آموزش عالی ایران است که تمام رشته‌ها و گرایشهای آموزش عالی و به‌ویژه دوره‌های آموزشی با هدفهای اشتغالی تعریف‌شده با آن روبه‌رو هستند. مشکلات و ناکارآمدیهای حاصل از نحوه پذیرش و انبوهی دانشجو و ناآگاهی از رشته‌ها به دلیل گرایشی شدن زیاد در مقطع کارشناسی مورد بررسی و تحقیق بسیاری از اندیشمندان قرار گرفته است که مهم‌ترین آنها به‌صورت زیر فهرست می‌شود:

- مشکلات فرهنگی و توسعه مدرک‌گرایی؛
- ناآشنایی داوطلبان از ماهیت رشته‌ها و گرایشها و در نتیجه ناهماهنگی رشته‌های انتخابی با استعداد و علایق پذیرفته‌شدگان؛

- تناسب نداشتن بین تعداد دانش‌آموختگان با بازار کار و در نتیجه افسردگی و سرخوردگی، بهره نبردن از تخصص و فرار مغزها؛
- تأخیر در زمان ورود میانگین سنی جوانان به بازار کار و دوره عمر کاری مؤثر؛
- انبوهی دانشجو در مقاطع تحصیلی مختلف و در نتیجه کاهش بازدهی آموزش؛
- بی‌اعتمادی به مجموعه آموزش عالی؛
- و نکات دیگری که با هم پیوسته و نیازمند پژوهش و تحلیل همه‌جانبه‌ای است و به مهندسی مواد محدود نمی‌شود. در این مورد خاص پیشنهاد می‌شود، فرهنگستان علوم طرح جامعی را تهیه و اجرا کند تا مجموعه عوامل مرتبط با موضوع پذیرش و آشنایی داوطلبان از دیدگاههای سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و آموزشی بررسی و در نهایت راهکاری منطقی ارائه شود؛

. آموزش‌دهنده (مدرس)

تواناییهای علمی، پژوهشی، فناوری و مهندسی، تسلط بر تاریخ فرهنگ، هنر و صنعت در رشته‌های مواد، آگاهی بر مسائل اقتصادی و اجتماعی و جایگاه صنعت مواد در کشور و شناخت صنعت و نیازهای آن معیارها و شاخصهایی هستند که اعضای هیئت‌علمی همراه با تسلط بر روش تدریس و انتقال مفاهیم علمی، تجربی و کاربردی باید داشته باشند. طبیعی است مجموعه این تواناییهای نمی‌تواند در یک مدرس جوان و در ابتدای کار اشتغال به تدریس وجود داشته باشد، بلکه بسیاری از ویژگیها در انسانهای مستعد و در اثر تجربه، آموزش و زمان حاصل می‌شود. بنابراین اصل «هرکس برای هر کاری که می‌خواهد انجام دهد، باید دوره آموزشی خاص را با موفقیت سپری کرده باشد» (یعقوبی و دیگران، ۱۳۷۳؛ و- ف، ۱۳۶۸) مشخص است که مدرسان در آغاز راه، علاوه بر دانش و درجه تحصیلی لازم، استعداد تدریس و شخصیت مدرس باید هر سه راه زیر را به‌صورت تکمیلی و با موفقیت طی کرده باشند:

- حداقل یک دوره دوساله در ارتباط مستقیم با صنعت؛
- موفقیت در دوره‌های تربیت مدرس برای رشته مهندسی مواد؛ این دوره‌ها یک تا دو ساله‌اند و دروس مختلفی نظیر روش تدریس، شناخت نظامهای آموزشی، پیشنهاد پروژه، و روانشناسیهای صنعتی و آموزشی را شامل می‌شود که برای مدرسان تمام رشته‌های دانشگاهی مفید و مؤثر خواهد بود.

از نظر برنامه‌ریزی می‌توان بخشهای ۱ و ۲ را در هم ادغام و به‌عنوان پیش‌نیاز ورود به عضویت هیئت‌علمی مطرح کرد.

• تدوین و اجرای قانون دستیاری برای تمام مدرسان جوان، فرایند دستیاری و کسب تجربه از دانش‌آموختگان و پیش‌کسوتان فرایندی طبیعی است که با حداقل انرژی به پایداری انجامیده و سرمایه‌های انسانی را با سرعت و در زمان کوتاه‌تری تکامل می‌بخشد. چنین سرمایه‌هایی در طول زندگی حرفه‌ای و آموزشی خود چنان رشد می‌یابند که وقتی به درجه‌استادی می‌رسند می‌توانند به معنای واقعی کلمه استاد باشند به طوری که آگاهی، برنامه‌ریزی، جامعیت، اعتمادبخشی و نفوذ در دانشجویان و همکاران صفت بارز و مشخص آنها است.

موضوعهای درسی و روش تدریس

در میان ارکان یک نظام آموزشی، موضوعهای درسی (که همراه با پیشرفتهای علم و فناوری همواره در حال تغییر است) و روشهای تدریس (که هرچند نسبتاً ثابت‌اند ولی با استفاده از پیشرفتهای فناوری تغییر می‌کند) و ارتباط آنها با یکدیگر از یک طرف مهم‌ترین چالش تدوین و برنامه‌ریزی نظام آموزشی است و از طرف دیگر مهم‌ترین بخش اختصاصی رشته‌ها و گرایشها و نیز دربرگیرنده بخشهای مهم یا تمام اهداف همان نظام آموزشی است.

در تعریف مهندسی و آموزش مهندسی نکات بسیار ارزنده‌ای مطرح شده است که تمامی آنها را می‌توان در موضوعهای درسی و روش تدریس آموزش و پرورش ارائه کرد. به‌طور مثال، ویژگیهایی نظیر خودآموزی، خوداستنتاجی، خودانتخابی یا کار گروهی را نمی‌توان فقط توصیه کرد بلکه روند آموزشی را باید به‌گونه‌ای ترتیب داد تا خود دانشجوی موظف به رعایت آنها باشد. به این ترتیب، روندهایی نظیر آموزشهای جزوه‌ای، آموزشهای غیرسمیناری و غیرگزارشی و آموزشهای صددرصد نظری و غیرآزمایشگاهی و غیرتحلیلی باید تا حد امکان منسوخ و از مجموعه آموزشهای مهندسی مواد خارج شود.

به‌جز مباحث مطرح‌شده از چالشهای مهم (به‌ویژه در دوره کارشناسی مهندسی) می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

- تعدد و تدوین دروس مستقل و بدون ارتباط منسجم و تعریف‌شده؛
- تدوین دروس و تدریس با روشهای محفوظاتی و تک‌پاسخی؛
- کاهش تدریجی دروس عملی، آزمایشگاهی، کارگاهی و کارآموزی که حتی در صورت وجود بدون ارتباط با دروس علمی آموزش داده شده است؛
- نبود مطالعات کتابخانه‌ای و تمرینات آزمایشگاهی و تحلیلهای مرتبط که موجب شده است موضوعهای درسی در کلاس آغاز شود و در همان کلاس پایان پذیرد؛

• شروع تحصیل عموماً با دروس عمومی یا علوم پایه است که باتوجه به آموزشهای دبیرستانی، فاقد انگیزه‌های دگرگون‌سازی و دگرانگاری ورود به دانشگاه یا ارتباط با رشته خود است. این موضوع با توجه به آنکه این دروس در گروهها و دپارتمانهایی غیر از گروه و دپارتمان رشته تدریس می‌شوند، باعث تشدید خاموشی انگیزه‌ها می‌شود.

در هر حال، نظم آموزش مهندسی مواد (همانند سایر رشته‌های مهندسی) بر اساس دامنه و ماهیت این رشته بر پایه‌های چپستی، چرایی و چگونگی استوار است و از همین رو، نظم آن برابندی از نظامهای علمی، مهندسی و بر مبنای روشهای طراحی، تحلیلی، رفتاری، گزارشی و استتاجی، پژوهشی و ارتباط بین آنها است که به‌طور خلاصه «نظم آموزش مهندسی مواد» نامیده می‌شود. شاخصهای عمده این نظم را می‌توان در پیشنهادها زیر خلاصه کرد. در مواردی از این پیشنهادها شرایط آرمانی نیز مطرح است و هدف آن است که جهات حرکت از وضعیت کنونی به سمت هدف آرمانی روشن و مشخص باشد.

الف: هر درس (یا مجموعه دروس) به‌گونه‌ای طراحی شود که مجموعه‌ای مرتبط از مبانی علمی، کاربردی، آزمایشگاهی، کارگاهی، گزارشی، تحلیلی، مطالعاتی و رفتاری را تشکیل دهد. این دروس تحت سرپرستی یکی از استادان و با همکاری گروه مدرسان آموزش داده شوند. در این صورت، در کنار گروههای آموزشی فعلی، که عموماً با پذیرش دانشجو تعریف شده‌اند، بر محور زمینه‌های آموزشی و پژوهشی مشترک هم تعریف شوند.

ب: دروس تخصصی مواد در مجموعه‌های کلی و مرتبط و با تکیه بر مبانی علمی، تاریخ تحولات فناوری اقتصاد مهندسی، محاسبات و طراحی مهندسی همراه با تمرینهای کارگاهی و آزمایشگاهی و، بازدید از صنایع گزارش و تعریف شوند. باتوجه به وسعت و دامنه مهندسی مواد در هر یک از رشته‌های سه‌گانه، تعداد و تنوع دروس امکان انتخاب پردامنه‌ای را برای دانشجویان فراهم می‌سازد.

پ: دروس ریاضی، فیزیک، شیمی و دروس پایه برای آموزش مهندسی هستند و نه دروس پایه علوم و از این رو، این دروس با نگرشی برای مهندسی مواد و با نامهایی چون فیزیک مواد، شیمی مواد، ترمودینامیک، انتقال حرارت و... تعریف شده‌اند و پیوستگی و وابستگی آنها با مهندسی مواد کاملاً مشهود باشد.

ت: گروه (دانشکده) علم و مهندسی مواد مجموعه تقریباً مستقلی باشد که استادانی در تمام محورهای آموزشی را در خود داشته باشد (ریاضیات، علوم پایه، جامعه‌شناسی و...) تا با مجموعه‌ای همگون و هم‌راستا:

اول: نمایشگر کار گروهی و به‌ویژه در انجام پژوهشها باشد؛

دوم: در فعالیتهای برنامه‌ریزی، پذیرش دانشجو و توسعه آموزش از یک‌سونگری دور باشد؛

سوم: ارتباط منطقی تمام دروس (حتی دروس عمومی) با مهندسی مواد برقرار باشد.

۲۰ الگویی برای نظام آموزش مهندسی مواد

ث: همانطور که شبیه‌سازی و تولید مجازی در طراحی مواد و فرایندهای آن نقش اساسی دارد تمام دروس و مجموعه‌های درسی به‌گونه‌ای طراحی شوند که با شبیه‌سازی و پایه‌های ریاضی آن ارتباط و هماهنگی داشته باشند.

ج: دانشجویان جدید اشتیاق کاملی برای مطالب و مباحث جدید دارند. به همین دلیل و به‌منظور ایجاد انگیزه و پاسخ‌گویی به اشتیاق ورودیهای جدید در نظم آموزش مهندسی مواد سه یا چهار درس بنیادی برای شناخت حوزه مهندسی مواد و ارائه مطالب جدید در ترمهای اول و دوم به‌صورت گروهی (مجموعه‌ای از چند مدرس) به دانشجویان ارائه شود که سیمای کلی آنها به‌صورت زیر تصویر می‌شود:

- شناخت و کاربرد علم مواد MS1
- مواد، طبقه‌بندی مواد (سرامیک، بسپار، فلز) بر ساخته‌های مواد، مواد مهندسی، مواد مهندسانه، دامنه کار برای مواد، حالت‌های مواد ساختار اتمی و ملکولی، ساختار جامدات، نمودارهای فازی.

- مقدمه‌ای بر فراوری مواد MP1
- کانیها، استخراج کانیها، فرایندهای استخراجی، فرایندهای سنتزی
- مقدمه‌ای بر فرایندهای تولید MP2
- روشهای شکل دادن مواد نظیر ریخته‌گری، پتکاری، نورد، جوشکاری، پودر، زینرینگ (تفجوشی).

- خواص مواد و روشهای اندازه‌گیری MT1
- خواص فیزیکی (چگالی - دما، مقاومت و هدایت حرارتی، الکتریکی)
- خواص مکانیکی (سختی، کشش، ازدیاد طول نسبی، خزش)
- خواص کاربردی (سایش، فرسایش، خوردگی)

دروس بالا را باتجربه‌ترین استادان راهبری و مدیریت کنند و با آزمایشگاه، کارگاه و بازدید از صنایع همراه باشد. تا دانشجویان جدید انگیزه بیشتری برای دیگر دروس داشته باشند و از ماهیت و اهمیت رشته خود آگاه شوند.

چ: در نظم آموزشی مهندسی مواد ارتباط دانشکده (گروه) با صنایع، انجمنهای مرتبط و وزارت آموزش و پرورش به‌گونه‌ای باشد که آگاهی‌بخشی و آگاهی‌رسانی به دانش‌آموزان در سطوح وسیع انجام شود تا استعدادها مناسب جذب این رشته شوند.

ح: در خاتمه این بخش باید خاطرنشان ساخت که با تغییراتی که همواره در علم و فناوری، نیازهای کشور و دگرگونیهای جهانی حاصل می‌شود، نمی‌توان در یک الگوی پیشنهادی، ریزدروس و حتی

سهم دروس را به صورت ثابت و ماندگار توصیه کرد بلکه هر گروه آموزشی بر حسب شرایط توسعه علوم، توسعه فناوریها، نوآوریها و با حفظ زیربنای نظم آموزش مهندسی مواد و باتوجه به اصل پژوهش در آموزش به برنامه ریزی دروس اقدام کند.

شاید مهم تر از موضوعهای درسی، نحوه تدریس و سهم مطالعات کتابخانه و آزمایشگاهی خارج از کلاس باشد که به برخی از آنها در مقدمه همین بخش اشاره شد. شاخصهای عمده دیگری که در نحوه تدریس باید مدنظر قرار گیرند، به صورت زیر فهرست می شوند.

- تمام زمینه های درسی و حتی علوم کاربردی از نظر توجیه، نحوه تحلیل و حل مسائل، ویژگی چند پاسخی دارند که بر اساس تحلیل مزیت های اختصاصی (امکانات، هزینه، دانش فنی) و در شرایط مختلف یکی از پاسخها می تواند برگزیده شود. رأی و نظر دانشجو و روند تحلیلی در مواجهه با موضوع در این انتخاب اهمیت بسیار دارد؛
- تمام مثالها و روندهای طراحی، محاسباتی، استنتاجی از شرایط واقعی الهام می گیرند. دانشجو و مدرس برای عناصر مجهول یا متغیر گزینه هایی را بر اساس تحلیل شرایط واقعی اعمال می کنند؛
- دروس باتوجه به تمرینهای آزمایشگاهی، کارگاهی یا تحلیلی تداوم می یابد و به نتیجه می رسند؛
- دروس تخصصی اگر از قواعد کلی پیروی کنند با بازدید از مراکز صنعتی یا تحقیقاتی و تهیه گزارشهای گروهی تکمیل می شوند؛
- آنگونه که پیش تر اشاره شد، مفاد درسی در کلاس یا آزمایشگاه آغاز و پایان نمی یابند بلکه سهم مطالعات و استنتاج دانشجو در هر یک از دروس و بر اساس امکانات و دامنه دروس باید روشن شود^۱؛

نتیجه آنکه در دوره های مختلف و برمبنای هدف دوره، همگامی با دانش روز، کار گروهی، رشد خلاقیت، توسعه روندهای انتخاب، آماده سازی برای کار در صنعت، خدمات یا ادامه تحصیل، حضور مؤثر استاد و دانشجو مفاهیم بنیانی و پایه ای آموزش و نظم آموزشی مهندسی مواد را تشکیل می دهد.

۱. در تعریف واحد درسی در دوره کارشناسی گفته شده است، یک واحد درسی برابر یک ساعت تدریس نظری در کلاس است که حداقل ۳ ساعت مطالعه خارج از کلاس را لازم دارد. در باره واحد آزمایشگاهی هر واحد ۲ ساعت تدریس آزمایشگاهی و ۲ ساعت مطالعات بیرونی است.

۱. امکانات آموزشی و پژوهشی

از آنچه گفته شد، چنین استنباط می‌شود که نظام آموزشی مهندسی مواد، نظری، رفتاری، طراحی، مطالعاتی، تحلیلی و تحقیقاتی است که عامل محوری در تدریس، تلاش در ایجاد عادت فکری عملی و کاربردی از آموزه‌های فکری علمی و روشهای پژوهشی و مطالعاتی است.

ایجاد هر رشته یا گرایش، پذیرش دانشجو، انتخاب استادان و فراهم‌سازی امکانات آموزشی نیز باید بر این نظام و چنان خواسته‌هایی استوار شود.

ایجاد امکانات و ابزارگان برای تلفیق زمینه‌های نظری، طراحی، رفتاری، استنتاج عملی از آموزه‌های علمی، که خود مستلزم ایجاد آزمایشگاهها، کارگاهها، کتابخانه و اطلاع‌رسانی به‌روز است، موجب می‌شود که در اکثر کشورهای جهان آموزش مهندسی مواد از پرهزینه‌ترین آموزش باشد. از طرف دیگر، ارتباط منسجم بین دروس و فعالیتهای آزمایشگاهی، کارگاهی و پروژه‌ای و لزوم هماهنگی تمام فعالیتها با استاد مشخص می‌سازد که نسبت استاد به دانشجو نیز در این نظام آموزشی بسیار بالاتر از رشته‌های آموزشی نظری است که این موضوع نیز بر افزایش هزینه‌های آموزش و افزایش هزینه سرانه دانشجویی در این رشته تأکید می‌کند که در منبع ۲۵ به آن پرداخته شده است. دامنه و وسعت مهندسی مواد و نیازهای ابزارگانی و انسانی آن به‌حدی است که شاید تأمین نیروی انسانی و ابزارگان موردنیاز برای تمام رشته‌ها و گرایشهای آن و در مقاطع تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری میسر نباشد. از سوی دیگر، جهات آموزشی مهندسی مواد نیز بسیار متنوع است که به آنها اشاره شده است. حال این امکان وجود دارد که بسیاری از دانشکده‌ها یا گروههای آموزشی فقط بخشی یا رشته‌ای یا مقطعی یا جهاتی از آموزش مهندسی مواد را انتخاب و خود را تجهیز کنند و توسعه کمی خود را با توسعه کیفی جایگزین کنند. در این صورت، صنایع بر حسب نیاز خود از میان مراکز مختلف انتخاب می‌کنند.

• ادغام مراکز کوچک‌تر و با امکانات کمتر؛

• قطبی شدن فعالیتهای آموزشی - پژوهشی و تمرکز بر چند زمینه خاص.

اینها راههای دیگری است که می‌تواند توسعه کیفی آموزش مهندسی مواد را به دنبال داشته باشد.

۲. نهاد پژوهش در آموزش

نهاد پژوهش در آموزش یکی از مهم‌ترین بخشهای بنیادین در هر یک از مراکز آموزشی محسوب می‌شود (که متأسفانه در ایران کمتر به آن توجه شده است). این نهاد که مجموعه‌ای از استادان و مهندسان و کارشناسان صنایع و ترجیحاً از دانش‌آموختگان همان مرکز و برنامه‌ریزان و ارزشیابان

آموزش است، به دلیل دامنه وسیع، هزینه بسیار بالا و شدت تغییرات و نوآوریها در مهندسی مواد اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

نهاد پژوهش در آموزش فعالیتی مستمر و مستند را انجام می‌دهد تا برای نیازهای اساسی زیر در زمان مناسب ایده‌های اجرایی مناسب ارائه کند:

الف. بررسی دائمی و مستمر در پیشرفتهای جهانی از نظر موضوعهای جدید، ابزارگان و سیستمهای اندازه‌گیری و تغییرات روند تولید.

ب. ارتباط دائم با صنایع، پژوهشگاهها و سازمانهای خدماتی به‌منظور:

- نیازسنجی و تعداد پذیرش موردنیاز در رشته‌ها و گرایشهای مهندسی مواد؛
- آموزش و پژوهشهای موردنیاز و تعیین اولویتهای پژوهشی در تحصیلات تکمیلی؛
- جلب همکاری صنایع برای کمک به آموزش و ایجاد زمینه برای اعطای بورس، محل کارآموزی و بازدید؛
- ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی مواد برای رفع کاستیها و پاسخ‌گویی به نیازها.

پ. برگزاری کلاسهای آموزشی برای مدرسان در روندهای نوین آموزش مهندسی مواد.

ت. بررسی نوآوریهای جهانی به‌منظور ایجاد زمینه آموزش یا پژوهش در هر یک از مقاطع تحصیلی و یا تدوین دروس جدید به‌صورت انتخابی یا اجباری.

ث. ارتباط مستمر با دانش‌آموختگان و استفاده از تجربه‌های آنان در برنامه‌های آموزشی و پژوهشی چون نهاد نام‌برده، فقط یک نهاد ستادی نیست و این امکان وجود دارد که مراکز آموزشی نتوانند به‌تنهایی تمام قسمت‌های آن را تشکیل دهند؛ مراکز آموزشی می‌توانند با مشارکت یکدیگر و انجمنهای مرتبط چنین این نهاد را تشکیل دهند.

. نتیجه‌گیری و سگالش

آموزش مهندسی مواد به دلایلی پیشینه تاریخی آن در گروههای مهندسی (معدن و مکانیک) و علمی (فیزیک، شیمی، علم مواد) و همچنین آموزشهای رفتاری - کاربردی شاخه‌های مختلف آن (ریخته‌گری، آهنگری، کاشی‌سازی) عموماً با مجموعه‌ای از نظامهای آموزش مختلف روبه‌رو بوده است که به دلیل ماهیت چندگانه علمی، مهندسی، طراحی، فناوری و تولید، اقتصاد و مدیریت آن نیازمند تعریف نظام مستقلی است که در حالت کلی در گروه آموزشهای مهندسی قرار می‌گیرد و تمام دورس و روشهای تدریسی آن در تمام زمینه‌های علمی، فناوری، طراحی و تولیدی باید بر اساس این نظام و با شناخت کامل ویژگیهای مهندسی مواد تعریف و اجرا شود. این مقاله با تکیه بر ارکان یازده‌گانه نظام آموزش مهندسی (حجازی و غفاری، ۱۳۸۴) الگوی نظام آموزش مهندسی مواد را ارائه کرده است تا از تناقضات احتمالی، که متأسفانه در کشور برای تعریف و اجرای این رشته وجود دارد، جلوگیری شود.

- آموزش مهندسی مواد در گروه نظام آموزش مهندسی قرار می‌گیرد و چنانچه فقط مباحث علمی آن مورد توجه باشد، در گروه علوم و تحت‌عنوان «علم مواد» نظام آموزشی متفاوتی دارد؛
- هدفهای آموزش مهندسی مواد نظیر سایر رشته‌های مهندسی و در مقاطع سه‌گانه کارشناسی، ارشد و دکتری، هدفهای اشتغالی است و از این‌رو پذیرش دانشجو باید بر اساس نیازسنجی و طبقه‌بندی مشاغل مهندسی این رشته و آینده‌نگری انجام شود تا از تورم یا کمبود نیروی انسانی جلوگیری شود.
- باتوجه‌به گستردگی مواد مهندسی و هدفهای اشتغالی، آموزش مهندسی مواد منطقاً در سه رشته اصلی فلزات (متالورژی)، سرامیکها و بسپارها، که هر یک رشته مادر محسوب می‌شوند، آموزش داده شود. در صورتی‌که، سه رشته در هم ادغام شوند، فقط بخشهای علمی و شناخت مواد آن همپوشانی دارند و در زمینه‌های طراحی، تولید و فناوری بسیار متفاوت خواهد بود و دوره‌های کارشناسی از دیدگاه مهندسی کم‌بهره خواهند شد.
- مقاطع تحصیلی هدفهای روشن و مشخص و تعریف‌شده‌ای دارند. در این‌میان، دوره‌های کارشناسی ارشد (میانی) با ایجاد گرایشهای تخصصی در هر یک از رشته‌های فوق یا ایجاد گرایشهای میان‌رشته‌ای دامنه وسیعی برای رفع نیازهای دائمی یا موقتی را فراهم می‌سازند.
- برنامه‌ریزی دروس با تغییرات جهانی متغیر خواهد بود، ولی روش تدریس بر اساس طرح مثالهای واقعی، حل مسائل چندپاسخی، ارتباط مستقیم آزمایشگاه، کلاس مطالعات میدانی و ارتباط با دروس دیگر، تقریباً اصلی ثابت‌اند که در تدریس تمام دروس درون‌رشته‌ای، میان‌رشته‌ای و برون‌رشته‌ای مدنظر قرار می‌گیرند.
- انتخاب مدرسان و استادان، آموزش مهندسان جوان، تأمین امکانات و نیازهای آموزشی، آزمایشگاهها و کارگاههای آموزشی، ارتباط منسجم و سازمان‌یافته با صنایع، پذیرش دانشجو، بودجه سرانه دانشجویی از دیگر ارکان نظام آموزش مهندسی مواد است که در مقاله توضیح داده شد و بررسی شده است.

تشکر:

نویسنده لازم می‌داند از اعضای محترم شاخه مهندسی مواد فرهنگستان علوم، آقایان: دکتر پرویز دوامی، دکتر ناصر توحیدی، دکتر حسین معماریان، دکتر علی حائریان‌اردکانی، دکتر رضا محمودی و دکتر علی کریمی طاهری به خاطر نظرهای مفید و راهنماییهای مؤثر تشکر کند.

مراجع

- آموزش عالی در جهان (۱۳۷۰). دبیرخانه یونسکو. ترجمه نصرت‌صفی نیا و الما داودیان. تهران: اساطیر.
- آموزش‌های غیرکلاسیک برای صنایع آهن و فولاد (۱۳۸۴). کار گروهی - مرکز تحقیقات مهندسی مواد فرایاز. اهداف و فلسفه آموزش مهندسی مواد (۱۳۷۴). کارگروهی شاخه مهندسی مواد و معدن. نامه فرهنگستان علوم. حجازی، جلال؛ دوامی، پرویز؛ دانشی، غلامحسین؛ ناطق، سعید؛ سیار، افسر؛ توحیدی، ناصر؛ جانقربان، کمال؛ فرهنگ، پرویز (۱۳۷۸). پیشنهادی برای نظام آموزشی مهندسی مواد. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱(۲)، ۷۲ - ۵۵. توحیدی، ناصر (۱۳۸۸). نگرشی بر آموزش مهندسی متالورژی و مواد در آلمان. کنفرانس آموزش مهندسی در ۱۴۰۴. جانقربان، کمال و علیپور، محمد (۱۳۸۴). گسترش و به اشتراک گذاشتن منابع اینترنتی در آموزش علم مهندسی مواد. فصلنامه آموزش مهندس ایران، ۷(۲۸)، ۱۴۷ - ۱۳۵.
- حجازی، جلال (۱۳۷۷). تحلیل تاریخی آموزش فنی و مهندسی. گزارش پژوهشی به فرهنگستان علوم. حجازی، جلال (۱۳۷۸). تحلیلی بر بنیان‌گذاری آموزش نوین و آموزش مهندسی در دوران قاجار. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱(۱)، ۸۵ - ۵۹.
- حجازی، جلال (۱۳۷۸). آسیب‌شناسی آموزش عالی ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱(۴)، ۱۳۵ - ۱۲۱.
- حجازی، جلال (۱۳۸۱). مهندس و مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۴(۱۳)، ۱۷ - ۱.
- حجازی، جلال (۱۳۸۲). دانش و دانشگرایی، فصلنامه علم و آینده، ۷(۷)، ۳۶ - ۲۷.
- حجازی، جلال (۱۳۸۲). مواد یا مواد مهندسی (مقدمه‌ای بر طبقه‌بندی آموزش مواد مهندسی). فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۵(۱۹)، ۷۲ - ۴۹.
- حجازی، جلال (۱۳۸۳). الگوی نظام آموزش مهندسی مواد. گزارش پژوهشی به فرهنگستان علوم.
- حجازی، جلال (۱۳۸۴). آموزش مهندسی مواد و متالورژی در ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۶)، ۵۹ - ۴۱.
- حجازی، جلال (۱۳۸۴). مدلی برای بهینه‌سازی نسبت دانشجو به استاد در آموزش مهندسی مواد. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۶)، ۱۲۷ - ۱۱۳.
- حجازی، جلال و خیرخواه، مرضیه (۱۳۸۴). گرایشها و مراکز آموزش رشته مهندسی مواد و متالورژی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۶)، ۸۹ - ۷۷.
- حجازی، جلال؛ دوامی، پرویز؛ دانشی، غلامحسین؛ سیار، افسر؛ توحیدی، ناصر؛ ناطق، سعید و جانقربان، کمال (۱۳۸۴). فلسفه و نظم آموزش و تواناییهای دانشجو. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۶)، ۱۹ - ۱.
- حجازی، جلال و دوامی، پرویز، توحیدی، ناصر (۱۳۸۴)، آموزش مهندسی متالورژی و مواد در اروپا (مقدمه‌ای بر تحلیل تاریخ نو نایی). فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۶)، ۷۶ - ۶۱.
- حجازی، جلال و غفاری، محمد مهدی (۱۳۸۴). ارکان نظام آموزشی مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۷(۲۸)، ۱۳۴ - ۹۴.
- حجازی، جلال (۱۳۹۰). اخلاق و آیین مهندسی جهان پایی است. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱۲(۴۶)، ۸۲ - ۶۹.
- حجازی، جلال؛ دوامی، پرویز؛ توحیدی، ناصر؛ حائریان اردکانی، علی؛ کریمی‌طاهری، علی و محمودی، رضا (۱۳۹۰). فناوری و دانش فنی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱۲(۴۸)، ۸۸ - ۶۵.

۲۶ الگویی برای نظام آموزش مهندسی مواد

- دانشی، غلامحسین (۱۳۸۰). روشهای اجرایی طراحی در مهندسی. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۳ (۱) ۹۲ - ۷۹.
- دانشی، غلامحسین (۱۳۸۵). آموزش در جهان صنعتی. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۸ (۳۱) ۱۱۲۸ - ۱۱۳.
- دانشی، غلامحسین؛ دوامی، پرویز و حجازی، جلال (۱۳۸۴). هدفهای اشتغالی آموزش مهندسی مواد. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۷ (۲۶) ۱۱۱ - ۹۱.
- دوامی، پرویز و خدابخشی پیرکلانی، مریم (۱۳۸۹). مهندسی چیست و مهندس کیست؟ *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۲ (۴۵) ۵۵ - ۳۵.
- دوامی، پرویز (۱۳۷۸). آموزش مهندسی و نیازهای آن. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱ (۱) ۲۹ - ۱.
- دوامی، پرویز (۱۳۸۴). مدلی برای آموزش مهندسی متالورژی در ایران، *فصلنامه آموزشی مهندسی ایران*، ۷ (۲۶) ۴۰ - ۲۱.
- صورتجلسات شاخه مهندسی مواد و معدن، فرهنگستان علوم
- طرح ارزیابی دوره‌های دکتری مهندسی (۱۳۷۹). کار میان شاخه‌ای گروه علوم مهندسی. گزارش به فرهنگستان علوم.
- مارتین، مارک دلیو و سیگرلر، رونالدو (۱۳۸۷). اخلاق در مهندسی. ترجمه و گردآوری انجمنهای مهندسی. ویراستار پرویز دوامی.
- معماریان، حسین (۱۳۸۲). تضمین کیفیت آموزش مهندسی معدن در ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۵ (۱۹) ۴۸ - ۱۵.
- معماریان، حسین و سیف کاشانی، زهرا (۱۳۸۴). پایگاه اطلاعات آموزش مواد و معدن در ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۷ (۲۵) ۲۶ - ۱.
- معماریان حسین (۱۳۸۸). ارزیابی داخلی برنامه های آموزش مهندسی آموزش مهندسی ایران. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۱ (۴۲) ۱۸ - ۱.
- معماریان، حسین (۱۳۸۹). حرفه مهندسی. انتشارات دانشگاه تهران.
- میرباقری، محمد حسین؛ کامرانی، گلنار و دوامی، پرویز (۱۳۸۳). *فرار مغزها، فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۶ (۲۴) ۹۰ - ۷۵.
- میرباقری، محمد حسین و دوامی، پرویز (۱۳۸۵). فرار مغزها. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۸ (۳۱) ۲۳ - ۱.
- ویژه‌نامه طرح ارزیابی دوره‌های دکتری (۱۳۸۰). کار میان شاخه گروه علوم مهندسی. *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۳ (۲) ۳.
- کامل، و. ف. (۱۳۶۸). *آموزش جهانی در قرن بیستم*. ترجمه حسن افشار. تهران: مرکز.
- یعقوبی، محمود و دوامی، پرویز (۱۳۷۳). *آینده آموزش مهندسی در بعضی از کشورهای صنعتی*. گزارش پژوهشی به فرهنگستان علوم.
- Van Vlak, L. h. (1974). *Materials science for engineers*. Addison-Wesley Publishing Company.