پودمان ۱

کلّیات

متالورژی یکی از رشته‌های گروه مواد و فراوری است که عبارت است از علم و روش جدا کردن فلزات از کانه آنها، خالص‌کردن و تبدیل آنها به فراورده‌هایی که مورد نیاز و مصرف صنایع و بازار باشد، همچنین شامل تولید، تصفیه و شکل دادن فلزات است که از استخراج کانی‌ها شروع و به تصفیه و ذوب و فرایندهای ریخته‌گری و شکل‌دادن فلزات شامل نوردکاری، پتک‌کاری، فشارکاری، جوشکاری، متالورژی پودر، ماشین‌کاری و کاربرد محصولات تولیدی و اقتصادی مربوطه ختم می‌شود. متالورژی جزء صنایع مادر است که بعد از استخراج و تهیه شمش فلزات، مراحل بعدی تولید قطعات صنعتی را شامل می‌گردد. به‌طوری که کلیه قطعات فلزی موجود در صنایع از محصولات صنعت متالورژی است ازجمله ورق‌های فلزی، تیرآهن، میل‌گرد، پروفیل‌های فلزی مثل آلومینیوم نبشی.

افرادی که در رشته متالورژی تحصیل می‌کنند می‌توانند در کارخانجات بزرگ صنعتی مانند ذوب آهن، کارخانه‌های تولید فولاد، آلومینیوم، مس و سرب و روی و همچنین کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری و شکل دادن فلزات مشغول به‌کار شوند و یا با اندک سرمایه می‌توانند خود با تأسیس کارگاه‌های کوچک مانند ریخته‌گری قطعات فلزی، آبکاری و عملیات حرارتی کارآفرینی کنند. از طرفی می‌توانند در آزمایشگاه‌های متالورژی و تعیین خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی فلزات مشغول شوند.

کسانی که در این رشته مشغول به تحصیل می‌گردند از دوره متوسطه با گرفتن مدرک دیپلم فنی می‌توانند تا سطح دکترای رشتهٔ متالورژی ادامه تحصیل دهند. در این صورت می‌توانند در مراکز آموزش عالی به‌عنوان مدرس این رشته نیز مشغول به‌کار شوند.

تاریخچه متالورژی

براساس تحقیقات باستان‌شناسان، ریخته‌گری فلزات، یک فناوری ماقبل تاریخ بوده و قدمتی شش هزار ساله دارد. اولین اشیای ساخته شده از فلزات به صورت قطعات کوچک چکش‌کاری شده از مس هستند که قدمت آنها به نه‌هزار سال قبل از میلاد مسیح، می‌رسد. از نقطه نظر تاریخی، ریخته‌گری را می‌توان به چند دوره تقسیم نمود که در ادامه، شرح آنها به اختصار آمده است.

دورهٔ برنز (مس و مفرغ)

دورهٔ برنز در خاور نزدیک و در حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح آغاز شد. اولین اشیای برنزی کشف شده، به صورت آلیاژی از مس و آرسنیک (حدود ۴ درصد) بوده است. این آلیاژ که مصرف عمومی داشت، هم‌زمان با خاور نزدیک در اروپا به خصوص انگلستان نیز مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۱ــ اولین پل چدنی جهان (سال ساخت ۱۷۷۹)

موضوع مهم در این دوره، پی بردن به تأثیر قلع بر خواص مس است که باعث افزایش استحکام و سختی آن می‌شود. این موضوع هنوز در پرده‌ای از ابهام است، زیرا نه سنگ معدن مس حاوی قلع بوده است و نه اینکه معادن مس و قلع نزدیک هم قرار دارند که آلیاژ شدن آنها به‌طور اتفاقی امکان‌پذیر باشد؛ به‌عنوان مثال شیئی (میخ) مربوط به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در ایران کشف شده که دارای ۱/۷۴ درصد قلع است.

در ارتباط با چگونگی پیدایش ریخته‌گری، می‌توان این‌گونه تحلیل کرد که با توجه به اینکه پتک‌کاری قبل از ریخته‌گری مورد استفاده بشر قرار گرفته است، ممکن است در هنگام حرارت دادن فلز جهت پتک‌کاری به‌علت بالا رفتن درجه حرارت یا طولانی شدن مدت نگهداری در کوره، عمل ذوب به‌طور اتفاقی صورت گرفته باشد که با مشاهده این امر، موارد زیر در ذهن بشر القا شد:

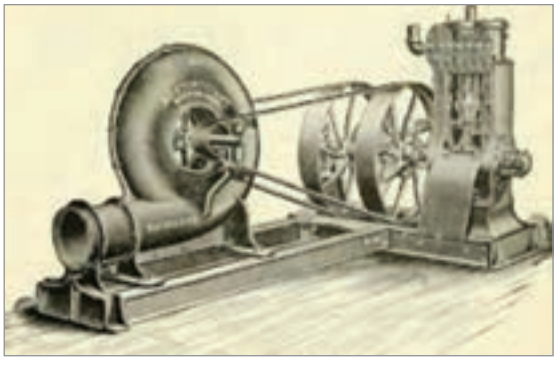
ـ مذاب باید در محفظه‌ای ریخته شود تا شکل پیدا کند.

ـ برای تهیه مذاب باید کوره‌های پتک‌کاری به گونه‌ای تغییر یابد که همواره تهیه مذاب در آن امکان‌پذیر باشد.

ـ برای تهیه مذاب و نگهداری آن باید ظرفی نسوز یا دیرگداز تهیه کرد (بوته).

با توجه به اینکه بشر پیش از این به‌نسوز بودن بعضی از خاک‌ها پی‌برده بود و نیز به‌دلیل آشنایی با حرفه سفالگری، به نحوه شکل دادن خاک نیز دست یافته بود، بنابراین به نیازهای اول و سوم او پاسخ داده شد. نیاز دوم یعنی ساخت کوره‌های ذوب نیز، احتمالاً با سنگ‌چین و گل‌اندودکردن و قرار دادن محلی برای عبور هوا برآورده شد.

شکل ۲



شکل ۳ـ سیر تکاملی در امر هوا دادن کوره

از مسائل مهم در این ارتباط، موضوع دمش بود که البته این موضوع برای عصر فلز تازگی نداشت چرا که در دوران سفالگری نیز این موضوع مطرح بوده است با این تفاوت که میزان حرارت لازم برای ذوب فلز با پختن سفال تفاوت زیادی دارد که این امر به تبدیل سیستم دم از حالت فوت کردن به استفاده از کیسهٔ دَم و سپس به موتورهای تنظیم هوا با فشار مناسب که امروزه کاربرد فراوانی دارند، منتهی شده است.

به طور کلی در دوران مِفرغ، ساخت قطعاتی نظیر تبر، نیزه، کارد، سپر، ظروف، شیشه و نیز ساخت آلیاژهایی از مس با عناصری نظیر قلع (تا ۱۸ درصد) و سرب (تا ۱۱ درصد) و آرسنیک و روی، معمول بوده است.

دورهٔ آهن

اگرچه براساس کاوش باستان‌شناسان در چین قطعاتی چدنی مربوط به ۶۰۰ سال قبل از میلاد به‌دست آمده است، اما پیدایش آهن به‌عنوان یک دوره، به دو هزار سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. نام آهن در زبان پهلوی به‌عنوان « آلیسن» در آلمانی «آیزن» و در انگلیسی «آیرن» نامیده شده است و احتمالاً به هنگام ذوب مس، به آن پی برده‌اند. در هر حال در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ سال قبل از میلاد آهن تقریباً ماده اصلی اغلب سلاح‌ها و ابزارها را تشکیل می‌داد، در حالی که برنز به‌منظور ساخت ظروف، گلدان‌ها و اشیای تزیینی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

بدیهی است که آهن‌های به‌دست آمده در این دوران را نمی‌توان به ریخته‌گری نسبت داد، بلکه این آهن‌ها در اثر پتک‌کاری بر روی آهن اسفنجی به دست آمده است. با توجه به نقطه ذوب بالا ($1539^{\circ}C$) بدیهی است که ذوب مستقیم آهن تا قرن نوزدهم امکان‌پذیر نبود[1] ولی در اواسط دوره آهن بر اثر افزایش کربن و پایین آمدن نقطه ذوب (در چدن‌ها) قطعات ریخته‌گری نیز به‌وجود آمد.

نکته مهم دیگر کشف عملیات حرارتی بر روی آهن بود که از اهمیت خاصی برخوردار است. در مصر شمشیر و تبری با پوششی از خاک نسوز به دست آمده که لبهٔ آن حاوی ۰/۹ درصد کربن و قسمت‌های میانی آن تقریباً فاقد کربن است. در این اشیا، سختی در قسمت میانی معادل ۷۰ برینل و در قسمت لبه معادل ۴۴۰ برینل بوده است.

در دورهٔ آهن تحولات جدیدی در آلیاژهای مس نیز به‌وجود آمد و آلیاژهای مختلفی از مس و قلع ساخته شد. در جدول ۱ نمونه‌هایی از محصولات مسی آمده است.

جدول ۱ــ محصولات ساخته شده از آلیاژهای مس در دورهٔ آهن

نوع محصول	نوع آلیاژ
زنگ و ظروف	۵ قسمت مس یک قسمت قلع
کارد	۳ قسمت مس یک قسمت قلع
آیینه‌ها	یک قسمت مس یک قسمت قلع
تبر	۴ قسمت مس یک قسمت قلع
بیل	۲ قسمت مس یک قسمت قلع

از آلیاژهای دیگر ساخته شده در اواخر این دوره، آلیاژ برنج (مس و روی) و نیز برنج‌های قلع‌دار است.

پیدایش روش‌های جدید ریخته‌گری و قالب‌گیری را نیز باید از دیگر تحولات دوره آهن دانست. در این دوره شواهدی در دست است که از قالب‌های سرامیکی نیز استفاده شده است. از عجایب این دوره ساخت مجسمه رودس است که در سال ۲۹۰ قبل از میلاد ساخته شد و جزء عجایب هفت‌گانه محسوب می‌شود. این مجسمه ۳۲ متری که از قطعات مختلف برنز ریختگی ساخته‌شده و وزنی حدود ۳۹۰ تن داشت، طی زمین‌لرزه‌ای در دریای مدیترانه غرق شد.

۱ــ شواهدی نیز موجود است که براساس آن ذوب آهن توسط ایرانیان باستان انجام گرفته است.

دورهٔ تاریک صنعتی: در سده‌های سوم و چهارم بعد از میلاد تا قرن چهاردهم میلادی یک دوره رکود در صنایع و از جمله ریخته‌گری به‌وجود آمد. البته با توجه به حاکمیت کلیسا و تزیینات آن نظیر ناقوس، شمعدانی روش‌های جدید در ریخته‌گری ایجاد شد.
ساخت ناقوس‌ها در این دوره اهمیت خاصی پیدا کرد و رقابت برای ساخت آنها زیاد شد. در «سنت پل» ناقوسی به وزن ۱۷ تن به نام پل کبیر ساخته شد. در روسیه ناقوس‌هایی به وزن ۱۷۱ تن در «نرونسکی» و ۱۱۰ تن در مسکو ساخته شده است.
دورهٔ رنسانس صنعتی: این دوره از سال ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰ میلادی به طول انجامید. در این دوره صنعت توپ‌ریزی بنا نهاده شد. در ابتدا لوله‌های توپ از برنز و سپس از چدن ساخته شد و در این رابطه دولت عثمانی نقش زیادی داشت. در این دوره همچنین کوره‌ها از نظر دمش رونق یافت و برای مذاب از نگه‌دارنده استفاده شد.
دوره رنسانس صنعتی را علاوه بر تکامل کوره‌ها و سیستم‌های دمشی از نظر مواد اولیه باید آغاز استفاده از ماسه و روش ریخته‌گری در ماسه محسوب کرد. ظهور چدن و فولاد به‌عنوان مواد اولیه در ساخت قطعات و لوازم دفاعی و خانگی و نیز استفاده از آلیاژهای متفاوت مس نظیر برنز و برنج و عناصر دیگر و همچنین استفاده از طلا در ساخت زینت‌آلات و قطعات تزیینی از مظاهر دیگر این دوره است.
در این دوره متالورژی به‌عنوان یک علم مستقل، پیشرفت کرد. نظریه ساختار بلوری فلزات و سایر مواد توسط هارتسوکر (Hartsoeker) فرانسوی اعلام شد. قرن هفدهم، قرن دستیابی به ابزاری جدید به نام میکروسکوپ بود که تحولی جدی در علم متالورژی ایجاد کرد.
دورهٔ انقلاب صنعتی: یکی از تعاریف انقلاب صنعتی این است که حداقل ۵۰ درصد از تولید هر ماده از خانه یا کارگاه‌های کوچک به کارخانه منتقل شود. در انگلستان سال ۱۷۵۰ را آغاز انقلاب صنعتی می‌دانند و علت آن را استفاده از کُک به جای زغال چوب بیان می‌کنند.

شکل ۴

اولین کوره هواده با سوخت کک در سال ۱۷۰۹ آغاز به‌کار کرد. ابراهام داربی انگلیسی در سال ۱۷۷۷ اولین کوره بلند خود را برای ذوب و احیای سنگ معدن آهن به کار انداخت. از محصولات چدنی آن، پلی موسوم به پل آهن بر روی رودخانه‌ای احداث کرد که امروزه مورد بازدید عموم مردم قرار می‌گیرد. (شکل۴)

علاوه بر نوع کوره، روش دمیدن و استفاده از دمنده‌های بهتر و اطلاع کافی از وجود واکنش‌های گرمازا میان هوا و سوخت را باید از عوامل اصلی دیگر در تحول و تکامل ریخته‌گری محسوب کرد. روش‌های دمیدن که با استفاده از کیسه هوا (فوتک) انجام می‌گرفت، در این دوره جای خود را به دمنده‌هایی داد که با استفاده از موتور بخار کار می‌کردند.
چدن، آلیاژی سخت و شکننده بود و در مقابل، فولادهای کار شده، نرم و انعطاف‌پذیر بودند. چدن را می‌توانستند ریخته‌گری کنند ولی در مورد فولاد این امر امکان‌پذیر نبود. شاید در یکی از عملیات‌هایی که برای نرم کردن و

ساختن فولاد از چدن انجام می‌گرفت، چدن چکش‌خوار حاصل شد. «رئومور» اولین کسی است که به تهیهٔ چدن چکش‌خوار اقدام کرد. فولاد ریختگی نیز در بوته و توسط بنیامین‌هانسمن در سال ۱۷۵۰ به‌عنوان کشف جدید معرفی شد. قبل از این کشف، تمامی فولادها از طریق کربن‌زدایی از انواع چدن خام و یا با استفاده از سنگ‌های معدنی مرغوب و کربن‌زدایی انجام می‌گرفت.

زیمنس در سال ۱۸۴۶ از طریق ذوب چدن و آهن قراضه و استفاده از پودر زغال کک، کوره‌های روباز را به‌وجود آورد.

استفاده از سرب و روی در ریخته‌گری به‌صورت فلزاتی مستقل و نه فقط به‌عنوان عناصر آلیاژی و به‌ویژه استفاده از روی، برای ساخت ظروف، در دوره انقلاب صنعتی معمول شد.

کشف نیکل در سال ۱۷۵۱ و استفاده آن در سال ۱۸۰۰ به‌عنوان عنصر آلیاژی و نیز کشف و استفاده از دو فلز سبک و پراستحکام آلومینیوم و منیزیم از موارد بسیار مهم در این دوره به‌شمار می‌آیند. در زمینه فناوری ریخته‌گری نیز محصولات عظیمی ساخته شد که در طی آن روش‌های ابتدایی ریخته‌گری به انواع مختلف ریخته‌گری تحت فشار، ریخته‌گری دقیق و ریخته‌گری ماشینی متحول شده است که هنرجویان عزیز در این کتاب با این روش‌های نوین آشنا خواهند شد.

اختراع، نوآوری، تفکر خلّاق

اختراع: به‌وجود آوردن مصنوعی نو، به گونه‌ای که بتواند کاری تازه انجام دهد (و یا کاری رایج به روش‌های سنتی را با روشی نوین و کارآمدتر انجام دهد). به‌گونه‌ای ساده‌تر، ساختن وسیله‌ای که بتواند کاری را راحت‌تر از گذشته انجام دهد و گفته می‌شود که اساس اختراع، نیاز است. گرچه نوآوری، اهمیتی کمتر از اختراع دارد اما در برخی از موارد دارای اهمیت بسیار است. برای نمونه ساخت سه نظام برای گرفتن قطعات در ماشین تراش یک اختراع است، در صورتی که تغییرات جزئی برای افزایش توانمندی‌های آن، نوآوری خواهد بود به همین ترتیب می‌توان گفت:

پیل ولتا یک اختراع است، ولی پیل لکانشه یک نوآوری مهم در نظر گرفته می‌شود، استفاده گرافیت برای نوشتن یک اختراع و قراردادن آن در یک محفظهٔ چوبی (مداد) یک نوآوری است.

در یک اختراع معمولاً الهاماتی از طبیعت، به مخترع کمک می‌کند، اگر دقت کنید خواهید دید که بیشتر مخترعین افرادی بوده‌اند که با دقت به محیط اطراف خود می‌نگریستند، از هر پدیده‌ای گذرا رد نمی‌شدند، پرسش‌های زیادی داشتند به این ترتیب یک فرد فنی قادر است با توجه دقیق به حرکات، پدیده‌ها ایده‌های تازه به‌دست آورد. یک هواپیما یا کشتی را با آنچه در اول بوده‌اند مقایسه کنید، خواهید دید که هزاران نفر در طرح‌های اولیه تغییر داده‌اند تا امروز این مصنوعات به این اوج از تکامل رسیده‌اند. کارهای آنها با توجه به تغییراتی که داده‌اند می‌توانند کشف یا نوآوری باشند.

در مورد تاریخچهٔ اختراع نمی‌توان به نسخهٔ روشنی رسید به‌نظر می‌رسد که اختراعات بشر با برداشتن اولین سنگ با لبه تیز که شبیه دندان‌های انسان بود، برای بریدن گوشت شکار و بعدها اختراع کلنگ با الهام از نوک زدن پرندگان شروع شد.

هنرجویان با توجه به استعدادهای مختلفی که دارند، می‌توانند در زمینهٔ نوآوری و خلاقیت گام‌های مؤثری بردارند.

به‌عنوان نمونه می‌توان ساخت پل خیبر در تاریخ جنگ‌های باتلاقی را یکی از این نوآوری‌ها و ابتکارها دانست.

خلاقیت و نوآوری در دفاع مقدس

ابتکار و خلاقیت از ویژگی‌های مورد توجه پیشتازان

جامعه است. یکی از ابتکارات فرماندهان ایران در طول دفاع مقدس کشاندن جنگ به محل‌هایی بوده که نقطه ضعف دشمن بود و یا اینکه به‌علت صعب‌العبور بودن و پیچیدگی و سختی ظاهری، انتظار حمله از آن محل نمی‌رفت. محور هورالعظیم که باتلاقی و پُر از آب بود به‌عنوان راهکار نیروهای ایران در دستور کار قرار گرفت. حرکت از این محور، بسیار مشکل و نیازمند اندیشیدن تدابیر مهندسی رزمی و اطلاعاتی بالا بود. در همین راستا عملیات خیبر در منطقهٔ هور طرح‌ریزی و اجرا شد.

رزمندگان با استفاده از اصل غافلگیری، موفق به تصرف جزیره مجنون شمالی و بخش اعظم جزیره مجنون جنوبی شدند. اما پشت سر آنها، حدود ۱۴ کیلومتر آب بود و به عقبه جبهه متصل نبودند. احداث پل شناور ۱۳ کیلومتری خیبر راه حل این مشکل بود.

این پل از دو قسمت فلزی و شناور تشکیل شده بود. در پل خیبر۱ از پشم شیشه، فایبرگلاس، کائوچو و رزین به‌عنوان صفحه شناور استفاده شد. در پل خیبر۲ سازه فلزی تغییراتی کرد و قدرت تحمل آن افزایش یافت. سرانجام ابتکار تلفیق فوم و فایبرگلاس در پل خیبر راهگشا بود، زیرا پس از اصابت ترکش به پل، از شناوری آن کاسته نشده و پل غرق نمی شد. در واقع پل خیبر، یک پل شناور ضد ترکش بود. قسمت شناوری نیز از دو نوع ساخته شد؛ یکی نوع «پلاستوفوم» و دیگری «پلی‌اورتان‌فوم» که برای عایق‌بندی از آن استفاده می‌شود تا در مقابل گلوله مقاوم‌تر باشد. پوشش روی فوم هم از فایبرگلاس و برای محافظت در مقابل ضربه‌ها ساخته شده است. صفحه فلزی پل نیز تحمل باری حدود ۶ تن را دارد و شناورها هم در هر شش متر حدود هشت متر مکعب حجم دارند. این قطعات می‌توانند تا حدود هشت تن بار نهایی را تحمل کنند. البته قطعات طوری ساخته شده اند که می‌توانند انتقال نیرو کرده و این امر باعث می‌شود که هر قطعه بیش از ظرفیت اسمی خود بار حمل کند.

بیشتر مواد اولیهٔ این کار در داخل کشور به‌مقدار کافی وجود داشت، مواد شیمیایی مانند پلی‌اتیلن و پلی‌استایرن که مواد اصلی پلاستوفوم می‌باشد نیز در داخل کشور موجود بود. تنها مقداری رزین برای فایبرگلاس لازم بود که از خارج وارد شد. کارخانه‌های زیادی از جمله زاگرس، FM، نبوغ، فابیس ساوه، یوریتان رشت تولید قطعات پلی‌اورتان، پلی استایرن و پوشش کامپوزیتی قطعات پلیمری را بر عهده داشتند.

تمام قطعات پل از جمله بلوک‌های پلی استایرن همانند قطعات یک جورچین (پازل) در گوشه و کنار ایران توسط حدود ۲۰ کارخانه داخلی تهیه شده و برای مونتاژ به اهواز حمل شدند.

عمده‌ترین مشخصه این پل، سبکی وزن، امکان تولید آن در مدت کوتاه و حالت خاص شناورهای آن می‌باشد. شناورهای پل‌های نظامی در واقع صندوقچه‌های هوا هستند که با ورقه‌های فلز ساخته شده اند. اما اگر گلوله‌ای و یا ترکشی بخورند، دیگر قابل استفاده نمی‌باشند، ولی خاصیت این پل‌ها این است که هر چقدر هم که گلوله و یا ترکشی به آن اصابت کند اگر حتی سوراخ نیز بشود، غرق‌شدنی نیست. از دیگر خاصیت‌های مهم این پل این است که قطعاتش قابل تعویض بود و در هر شرایطی می‌توان بدون اینکه سیستم پل به هم بریزد یک تا چند قطعه از پل را تعویض کرد.

شکل ۵ ــ شهید سید محمد صنیع‌خانی

این پل در مدت حدود دو ماه ساخته شد. افراد مختلفی جهت تکمیل شدن طرح پل نقش داشتند، از طراحان آن آقایان مهندس بهروز پورشریفی، مهندس افشارزاده، مهندس مرجوی و... هستند. شهدای زیادی هنگام اجرای این پل شیمیایی شده و به شهادت رسیدند که از آن جمله شهید سید محمد صنیع‌خانی بود که بعد از پایان جنگ به شهادت رسید (شکل ۵).

شکل ۶ــ مراحل آمادگی، نصب و آماده‌سازی پل خیبر

شکل۶ مراحل مختلف اجرای این پل را نشان می‌دهد.

فناوری‌های جدید

امروزه فناوری نقش مهم و اثرگذاری بر نحوهٔ زندگی ما دارد. فناوری بر صنعت و محصولات آن نیز اثرگذار بوده، به‌طوری که امکان تولید محصولات پیچیده با سرعت و کیفیت بالاتر را فراهم کرده است؛ به‌عنوان مثال کارخانه‌های خودروسازی به کمک رایانه، ابزار و ماشین‌آلات تولیدی را کنترل کرده و طراحی‌های جدید عرضه می‌کنند.

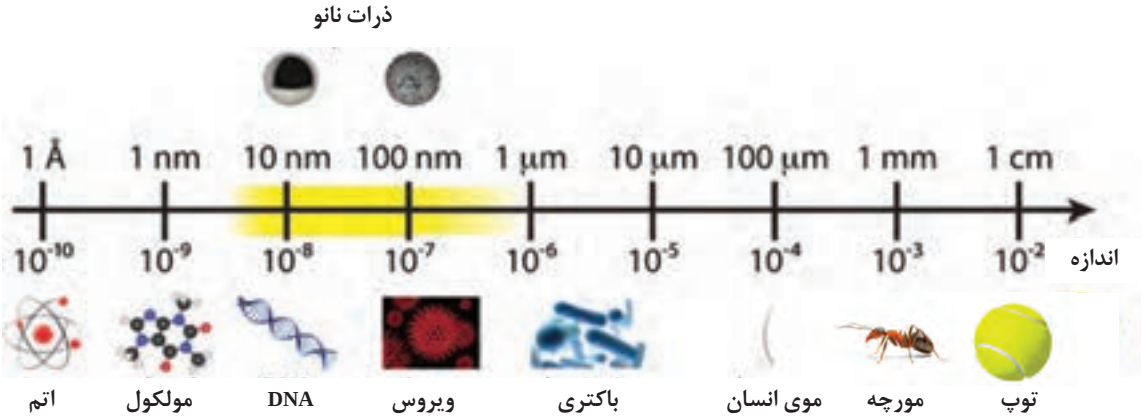
شکل ۷

فعالیت کلاسی

در انجام فعالیت‌های روزانه خود از چه فناوری‌هایی استفاده می‌کنید؟
نقش این فناوری‌ها در آسان شدن کارها چیست؟

فناوری نانو

سال‌های نه چندان دور کوچک‌ترین ابعاد قابل دستیابی برای مواد ابعاد میکرومتر بود. بسیاری از مواد برای کاربردهای مختلف مانند قطعات الکتریکی تا ابعاد میکرومتر ساخته شده بودند و طراحی‌های متعدد در این ابعاد انجام شده بود اما ظهور فناوری نانو دنیایی کاملاً کوچک‌تر یعنی دنیای اتم‌ها و مولکول‌ها را ارائه داد.
نانوفناوری کوچک کردن ابعاد مواد از اندازه میکرومتر به نانومتر و ایجاد ساختارهای متفاوت در محدودهٔ ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. به بیان دیگر نانوفناوری دانش و فناوری طراحی، ساخت و کاربرد مواد و ساختارها در مقیاس نانومتر است. برای درک بهتر ابعاد نانومتر به شکل ۸ توجه کنید؛ ضخامت یک تار مو تقریباً ۱۰۰،۰۰۰ نانومتر است.



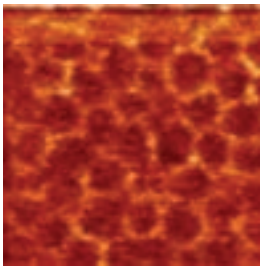
شکل ۸ــ مقایسه ابعاد مواد مختلف در مقایسه با نانومتر

در شرایط معمول ویژگی‌های یک ماده خالص ثابت است اما یک ماده در اندازه نانومتر ویژگی‌های متفاوتی می‌تواند داشته باشد. در ابعاد نانومتر بسیاری از خواص ماده مانند رنگ، شفافیت، خواص الکتریکی، خواص مغناطیسی و نقطه ذوب تغییر می‌کنند؛ به مثال‌های زیر توجه کنید:

ـ فلزاتی مانند روی و تیتانیوم کدر هستند اما نانوذرات روی اکسید و تیتانیوم اکسید کاملاً شفاف هستند.

شکل ۹

ـ رنگ نانوذرات طلا در مقایسه با ذرات بزرگ آن تغییر می‌کند؛ نانوذرات طلا با توجه به ابعاد خود می‌توانند رنگ قرمز داشته باشند.



الف) طلا در حالت بالک به رنگ زرد ب) نانوذرات طلا به رنگ قرمز

شکل ۱۰

ـ نانوذرات آلومینیوم در هوا آتش می‌گیرند و می‌توان از آنها به عنوان سوخت موشک استفاده کرد.
ـ مواد عایق مانند سیلیکون در ابعاد نانومتری از لحاظ الکتریکی رسانا می‌شود.

نقطهٔ شروع و توسعه به طور دقیق مشخص نیست اما یافته‌ها نشان می‌دهد که بشر اولیه در بسیاری از کاربردها از نانومواد استفاده می‌کردند. شیشه‌گران قرون وسطایی برای ساخت شیشه‌های کلیسا از ذرات نانومتری طلا استفاده می‌کردند. این شیشه‌گران دریافته بودند که با اضافه‌کردن طلا به شیشه‌ها، رنگ بسیار جذابی به‌دست می‌آید اما علت آن را نمی دانستند. ایرانیان نیز در قرن‌های چهارم تا هفتم هجری از نانوذرات نقره و مس برای تزیین سفال‌های خود استفاده می‌کردند. وجود نانوذرات نقره و مس در لعاب مورد استفاده در تزیینات سفال تلألؤ رنگین‌کمانی در سطح لعاب ایجاد می‌کرد.

دانش و دامنهٔ کاربرد نانوفناوری به اغلب رشته‌های علمی راه یافته و به‌سرعت درحال توسعه می‌باشد. نانوفناوری یک دانش میان‌رشته‌ای است و در اغلب رشته‌ها مانند متالورژی کاربرد دارد. کاربردهای نانوفناوری روبه گسترش است برخی ازکاربردهایی نانوفناوری در متالورژی، در جدول ۲ آمده است.

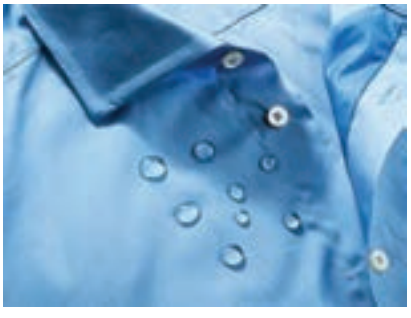
جدول ۲

کاربرد	ویژگی
نانوفناوری در انرژی و محیط زیست	در ذخیرهٔ انرژی و بازیابی نفت و گاز کاربرد دارند. همچنین در ساخت وسایل با آلودگی کمتر و انرژی‌های نو مانند سلول‌های خورشیدی کاربرد دارند.
نانوفناوری در پزشکی	در ساخت مصنوعات کاشتنی بدن مانند دریچه قلب و ابزار و وسایل پزشکی و همچنین در تولید داروها به کار می‌روند مانند نانو زیرکونیم اکسید.
نانوفناوری در هوافضا	در طرّاحی و ساخت مواد سبک‌وزن، با استحکام و مقاوم در برابر حرارت، موردنیاز برای هواپیماها، راکت‌ها و ایستگاه‌های فضایی به کار می‌روند.
نانوفناوری در صنعت الکترونیک	امکان ظرفیت ذخیره‌سازی اطلاعات در حدود هزار برابر یا بیشتر ایجاد می‌شود و سرعت انتقال اطلاعات را افزایش می‌دهد.
خواص ضدمیکروبی	نانوذرات نقره و طلا دارای خواص ضدمیکروبی هستند.
خواص مغناطیسی	بسیاری از موادی که در ابعاد معمولی خواص مغناطیسی ندارند اما در محدودهٔ فناوری نانو می‌توانند خواص مغناطیسی داشته باشند مانند: نانوذرات آلومینیوم اکسید و طلا.

یکی ازکاربردهای نانوفناوری ایجاد سطح آب‌گریز است. مواد آب‌گریز به‌دلیل ناهمواری‌های سطحی نانومتری آب را روی سطح پخش نمی‌کنند و باعث قطره‌ای شدن آب و سر خوردن آن می‌شوند.

پرسش کلاسی

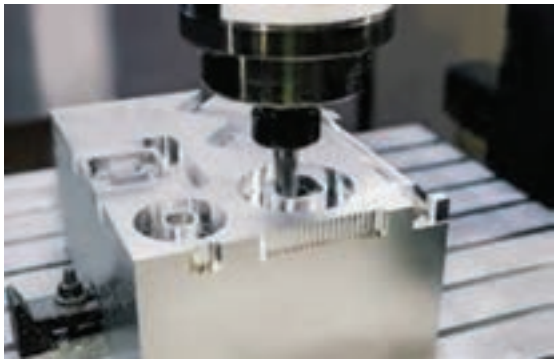
مواد آب‌گریز چه کاربردهایی در متالورژی می‌تواند داشته باشد؟



شکل ۱۱

کنترل عددی رایانه ای ماشین آلات ــ CNC

آیا دربارهٔ کاربرد رایانه در برش و ایجاد طرح بر روی فلزات اطلاع دارید؟



شکل ۱۲

بخش عمده‌ای از پیشرفت‌های فناوری با ظهور و به‌کارگیری رایانه‌ها به‌دست آمده است. امروزه رایانه‌ها در صنعت نقش مهمی در تولید و شکل‌دهی قطعات دارند. به کارگیری رایانه در کنترل ماشین‌آلات امکان کنترل و عملکرد مناسب‌تر آنها را فراهم کرده است. ماشین سی‌ان‌سی یا کنترل عددی Computer Numerical Control (CNC) دستگاهی است که با استفاده از رایانه دستورها را از اپراتور دریافت می‌کنند و می‌توانند قطعات فلزی را به ابعاد مورد نظر ماشین‌کاری کنند.

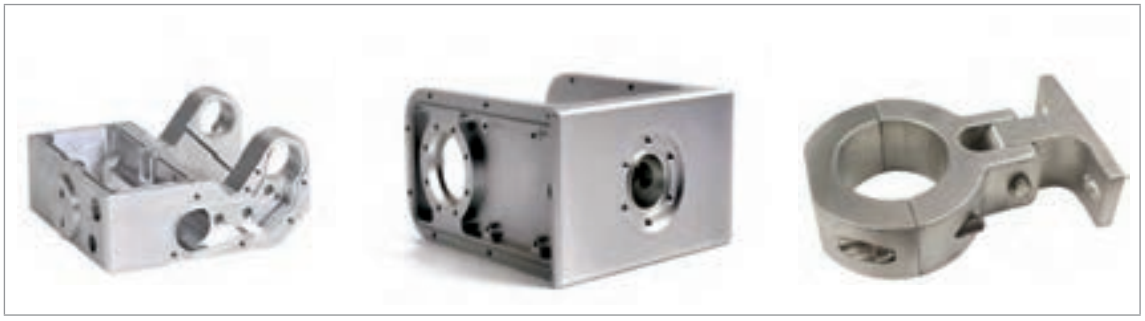
شکل ۱۳ــ یک نمونه دستگاه CNC

شکل ۱۴ــ برش فلز با دستگاه CNC

در این ماشین‌ها ابتدا طرح موردنظر با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند سالیدورکز (Solid works)، کتیا (Catia) طراحی شده و آن طرح در رایانه، وارد می‌شود و پس از قراردادن قطعه‌کار موردنظر، دستگاه آن طرح را بر روی قطعه ماشین‌کاری می‌کند. در نمودار ۱ کاربردهای مختلف دستگاه CNC آمده است.

نمودار ۱

با استفاده از دستگاه‌های CNC امکان ساخت و تولید قطعات پیچیده با اشکال مختلف فراهم شده است. در شکل ۱۵ چند نمونه از قطعات فلزی شکل‌دهی شده با این دستگاه آمده است.



شکل ۱۵ــ قطعات فلزی شکل‌دهی شده با دستگاه CNC

تحقیق کنید

درباره روش طراحی قطعه با دستگاه CNC تحقیق کنید.

چاپگر سه بعدی

چاپگرهای سه بعدی وسیله‌هایی هستند که با استفاده از آنها طرح قطعه به‌صورت نمونهٔ سه بعدی واقعی ساخته می‌شود در این چاپگرها ماده به‌صورت لایه‌به‌لایه روی هم قرار می‌گیرد. در واقع چاپگرهای سه‌بعدی به‌وسیلهٔ نرم‌افزارهای ویژه، جای هر لایه را مشخص می‌کنند و لایه‌ها در کنار هم طرح موردنظر را ایجاد می‌کنند.

شکل ۱۶ــ چاپگر سه بعدی

آلیاژهای فلزی حافظه دار

آیا درباره مواد هوشمند و نحوهٔ کار آنها اطلاع دارید؟
آیا تاکنون درباره خودروهای هوشمند شنیده‌اید؟

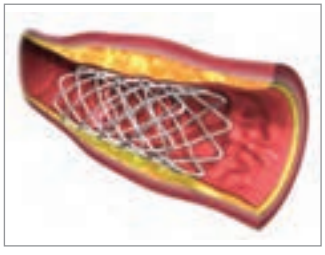
شکل ۱۷

شکل ۱۸

آلیاژهای فلزی حافظه دار موادی هستند که تغییرات محیط را حس می‌کنند و در برابر تغییرات محیط شامل تغییرات دمایی یا وارد شدن نیرو عکس‌العمل نشان می‌دهند و با حذف این تغییرات به حالت اولیه باز می‌گردند. در شکل ۱۸ رفتار یک نمونه قاب عینک که از آلیاژ حافظه‌دار ساخته شده نشان داده شده که پس از حذف نیرو به شکل اولیه درآمده است.

آلیاژهای حافظه‌دار کاربردهای زیادی در هوافضا، پزشکی و دندانپزشکی، صنایع خودروسازی و الکترونیک دارند؛ به‌عنوان مثال این مواد در بدنهٔ هواپیماها، قابلیت سازگاری و تطبیق با شرایط محیطی را دارند و با تغییر شکل عملکرد بهینه از خود بروز می‌دهند. کاربرد آلیاژهای حافظه‌دار Ni-Ti (نیکل ـ تیتانیوم) در ارتودنسی و اورتوپدی نیز رواج یافته است. مهم‌ترین ویژگی این مواد شکل‌پذیری بالا و قابلیت انطباق با بدن است.

الف ــ آلیاژ به‌کار رفته در بال هواپیما



ب ــ آلیاژ به‌کار رفته در بازکنندهٔ رگ

ج ــ آلیاژ شکل‌پذیر عینک

د ــ ارتودنسی دندان

شکل ۱۹ــ کاربردهای آلیاژهای حافظه‌دار

در جدول ۳ برخی از آلیاژهای حافظه‌دار معرفی شده است.

جدول ۳ـ برخی از آلیاژهای حافظه‌دار

آلیاژهای تیتانیوم/ نیکل	آلیاژ کادمیوم / نقره	آلیاژ تیتانیوم / ایندیم
آلیاژهای آلومینیوم / روی / مس	آلیاژ کادمیوم / طلا	آلیاژ آلومینیوم / نیکل
آلیاژ نیکل / مس	آلیاژ قلع / مس	آلیاژ آهن / پلاتین

تحقیق کنید

دربارهٔ کاربردهای مختلف آلیاژ Ni-Ti تحقیق کنید و گزارش آن را به کلاس ارائه کنید.

دورنما و آیندهٔ شغلی رشته

فلزات مهم‌ترین ماده به کار رفته در زندگی و صنعت هستند. به اطراف خود دقت کنید. ابزار و وسایلی مانند ظروف، در و پنجره، خودرو، قطعات به کار رفته در کارخانه و بسیاری از موارد دیگر همه از جنس فلزات هستند. با توجه به انواع کاربردهای فلزات، رشته متالورژی و شغل‌های مرتبط به آن نیاز بسیاری از مراکز صنعتی را برآورده می‌کنند و مشاغل مرتبط با فلزات با توجه به پیشرفت و کاربردهای مختلف آن همواره مورد توجه قرار دارد.

نیروهای متخصص رشته متالورژی در آماده‌سازی، شکل‌دهی و ساخت فلزات و بررسی قطعات فلزی فعالیت دارند و در صنایع تولیدکننده لوازم خانگی، خودروسازی، نفت و گاز و پتروشیمی، عمران و هوافضا می‌توانند مشغول به کار شوند. علاوه بر این صنایع، بسیاری از کارگاه‌ها در زمینهٔ ساخت، آماده‌سازی و به‌کارگیری قطعات فلزی فعالیت دارند.

از جمله مشاغل مرتبط با متالورژی می‌توان به‌طور مثال از تولید فلزات، مدل‌سازی، ماهیچه‌سازی، قالب‌گیری، آلیاژسازی، ریخته‌گری، جوشکاری، آبکاری فلزات، انجام عملیات حرارتی روی فلزات، کنترل کیفیت و اشتغال در آزمایشگاه‌های متالورژی نام برد.

شکل ۲۰

اهمیت بومی‌سازی قطعات صنعتی در استقلال کشور

قسمت اعظم فعالیت‌های رشته متالورژی ساخت قطعات و تجهیزات صنعتی است که می‌تواند از نظر خودکفایی کشور مورد توجه قرار گیرد.

بومی‌سازی قطعات صنعتی در استقلال کشور

بومی‌سازی ساخت قطعات دستگاه‌های صنعتی و نظامی از عوامل مهم پیشرفت کشور محسوب می‌شود؛ یکی از راه‌های سلطه بیگانگان بر کشور ما از طریق فناوری ساخت قطعات مهم محصولات صنعتی و نظامی است؛ به‌گونه‌ای که در اسناد به‌دست آمده از لانه جاسوسی (سفارت سابق آمریکا در ایران) این نکته بسیار ذکر شده است که یکی از راه‌های نفوذ در ارتش، ارتباط با فرماندهان و تحت فشار قرار دادن آنان، کمبود قطعات یدکی تجهیزات نظامی خواهد بود.

در نامه مهم لینگن، کاردار سفارت به برژینسکی مشاور امنیتی کارتر یک هفته قبل از اشغال سفارت، ۲۸ اکتبر ۷۹ نکات مهمی درخصوص سازماندهی ارتش به‌شیوهٔ آمریکایی چنین می‌نویسد: «سرهنگ‌ها و کارمندان اهمیت تکنیک آمریکایی در ارتش را تشخیص داده‌اند و اینکه درصورت کمبود قطعات یدکی چه اتفاقی خواهد افتاد! مهم نیست که چه اتفاقی می‌افتد، ما باید این موضوع را درنظر بگیریم که تحول و اصلاح ارتش و چگونگی مسلح شدن آن، احتیاج به فراگیری تکنیک‌های جدید ارتشی دارد و در هر صورت مهم است که رابطه طبیعی بین ما و فرماندهان ارتش وجود خواهد داشت[۱].»

شکل ۲۱

۱ـ اسناد لانه جاسوسی، جلد ۱.

ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
پودمان۱: کلیات	۱ـ تحلیل محیط کار و مشاغل رشته متالورژی ۲ـ الگوگیری خلاقانه و نوآورانه جهت بومی سازی تولید قطعات صنعتی	تحلیل مشخصه محصولات فلزی براساس خلاقیت، فناوری و نوآوری	بالاتر از حد انتظار	تحلیل کاربرد فناوری‌های نوین در صنعت متالورژی	۳
			در حد انتظار	۱ـ تحلیل محیط کار ۲ـ نوآوری در تولید	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	تعیین فناوری‌ها و مشاغل موجود در رشته متالورژی	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره واحد یادگیری از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					