

# نگرشی بر آموزش مهندسی متالورژی و مواد در جمهوری فدرال آلمان

ناصر توحیدی<sup>۱\*</sup> و کامران معینی پور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده مهندسی متالورژی و مواد - پردیس دانشکده های فنی - دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> واحد تحقیق و توسعه - شرکت صنایع فروآلیاژ ایران (سهامی عام)

## چکیده

آگاهی از برنامه های آموزشی و پژوهشی در سطوح کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای متالورژی در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی کشورهای صنعتی پیشرفته از جمله آموزش مهندسی متالورژی و مواد در جمهوری فدرال آلمان برای برنامه ریزی های آموزشی و پژوهشی دانشگاه های ایران می تواند مفید باشد، بر اساس نتایج انتشار یافته از سوی مجله آموزش عالی تایمز<sup>۱</sup> در اکتبر سال ۲۰۰۸ میلادی در لندن، در بین ۳۰۰ دانشگاه صنعتی جهان در رشته های مهندسی و فناوری اطلاعات (IT) دانشگاه صنعتی مونیخ رتبه ۴۰، دانشگاه صنعتی برلین رتبه ۶۵، دانشگاه صنعتی آخن رتبه ۷۰، دانشکده فنی دانشگاه تهران رتبه ۱۵۹ و دانشگاه صنعتی شریف رتبه ۱۶۵ را کسب نمودند. ملاک رتبه بندی در این مجله بیشتر بر اساس امتیازات حاصل از تعداد مقالات منتشر شده در مجلات مهندسی و فناوری اطلاعات (IT) در طی یک دوره پنج ساله می باشد. در آلمان می توان در مدارس مهندسی کاربردی، در آکادمی های حرفه ای، دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی تحصیل نمود. در دانشگاه ها، دانشگاه های صنعتی و انیستیتوهای تحقیقاتی می توان دوره دکترای مهندسی را گذراند. برنامه های آموزشی در این مراکز، متفاوت و در سطوح مختلف ارائه می گردد. حتی برنامه های آموزشی در دانشگاه های مختلف یکسان نیست. در این مقاله برنامه های آموزشی در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد به عنوان نمونه در دانشگاه صنعتی آخن و دانشگاه صنعتی فرایبرگ ارائه و نتیجه گرفته شد که در دانشگاه ها به مرور زمان به دروس پایه و مبانی علوم ریاضیات، فیزیک، شیمی، الگوهای شبیه سازی و طراحی، بیشتر، بها داده شده حال آنکه دروس مربوط به فرآوری، استخراج، تولید و کنترل کیفیت مواد بیشتر در آکادمی های حرفه ای و مدارس مهندسی کاربردی آموزش داده می شوند. ضمناً آموزش تخصص های میان رشته ای نیز توسعه یافته است.

**واژه های کلیدی:** آموزش مهندسی متالورژی در دانشگاه های آلمان، برنامه های آموزش کارشناسی، کارشناسی

ارشد و دکترای متالورژی و مواد در آلمان

## مقدمه

دانش روز باشد، لذا بازنگری سیستم آموزش و پژوهش در دانشگاه های ایران نیز امری الزامی به نظر می رسد. شناخت برنامه های آموزشی و پژوهشی کشورهای پیشرفته صنعتی از جمله جمهوری فدرال آلمان همواره مورد توجه کشورهای صنعتی نیز بوده است و می تواند کم و بیش برای برنامه ریزی های آموزشی و پژوهشی ایران نیز بسیار مفید باشد. جمهوری فدرال آلمان در اروپای مرکزی در بین کشورهای هلند، بلژیک، لوکزامبورگ، فرانسه، سوئیس، اتریش، جمهوری چک و لهستان قرار دارد. در این جمهوری در سال ۲۰۰۵ میلادی با جمعیت ۸۲,۳۶۰,۰۰۰ نفر ۱,۹۸۵,۷۶۵ دانشجو (حدود دو و نیم درصد جمعیت) مشغول تحصیل بوده اند. از این تعداد ۲۴۸,۳۷۵ نفر (دوازده و نیم درصد) دانشجویان خارجی بوده اند. تعداد ایرانیان مقیم آلمان در سال ۲۰۰۵ میلادی ۶۱,۷۹۲ نفر، که از این

واقعیت انکار ناپذیر در علوم و فنون نشان می دهد، که ایران هم اکنون با مرز های دانش هنوز فاصله زیادی دارد و از طرف دیگر برنامه ریزی تحقیق، توسعه و تولید در صنایع ایران و در سیستم آموزش و پژوهش در مراکز آموزشی ایران در دانشگاه ها، ناهماهنگی ها و نارسایی هایی وجود دارد و باید مورد بازنگری عمیق قرار گیرد. آیا در ایران آموزش در جهت نیاز و رشد صنایع است؟ آیا پروژه های انجام شده و در حال انجام در دانشگاه ها برای تامین نیاز های صنایع ایران در حال و آینده مفید است؟ برنامه ریزی در دانشگاه های ایران چه سمت و سویی باید داشته باشد؟ هم اکنون هر پنج سال دانش بشری دو برابر می شود، در سال ۱۴۰۰ شمسی، دانش بشری در هر دو ماه، احتمالاً دو برابر خواهد شد. بدیهی است، آموزش نیز باید متناسباً در فاصله های زمانی بسیار کوتاhtری، متحول گردد تا جوابگوی تغییر و تحولات

نیاز صنایع کشور آلمان بوده و نباید الگوبرداری شود، اما می تواند برای ارتقای برنامه ریزی آموزشی در دانشگاه های ایران مفید باشد.

پیش از این که آموزش در دانشگاه های آلمان مورد بررسی قرار گیرد، اشاره می شود که سابقه متالورژی و مواد در آلمان به قرن ها پیش بر می گردد. جورج آگریکولا<sup>۲</sup> متولد ۲۴ مارس ۱۴۹۴ میلادی در شهر گلاخا<sup>۳</sup> در ایالت ساکسن<sup>۴</sup> در شرق آلمان با تخصص پزشکی و بلور شناسی، پایه گذار بلور شناسی و متالورژی نوین در آلمان بود (شکل ۱). او در سال ۱۵۴۶ میلادی کتاب "بلور شناسی"<sup>۵</sup> را منتشر نمود. او برای اولین بار دوازده کتاب در زمینه معدن و متالورژی تدوین نمود، که در مجموعه "در باره فلزات"<sup>۶</sup> یکسال پس از مرگ او در سال ۱۵۵۶ میلادی منتشر شد.

تحصیلات مهندسی در آلمان را می توان در مراکز گوناگون آموزش عالی زیر انجام داد:

تعداد ۲,۴۲۸ نفر (کمتر از یک درصد کل دانشجویان خارجی)، دانشجو بوده اند. موسسات آموزشی دانشگاهی در آلمان عبارتند از:

- ۱- آکادمی های حرفه ای  
(ba) "Berufsakademien" (Professional Academies)
- ۲- مدارس مهندسی کاربردی  
(Polytechnics, University of Applied Science)  
"Fachhochschulen" (FH)
- ۳- دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی  
(Universities) "Universitäten (U) und (TU)  
(Universities & Technische Universitäten"  
Technical

هدف از تدوین این مقاله، آشنایی با آموزش مهندسی متالورژی و مواد به عنوان نمونه ای از تغییر و تحولات آموزش عالی در دانشگاه های آلمان است. با توجه به اینکه ایران با کشورهای صنعتی پیشرفته از جمله جمهوری فدرال آلمان فاصله زیادی دارد، برنامه های ارائه شده در دانشگاه های آلمان متناسب با رشد و

معادل نام انگلیسی	نام آلمانی	مدارک	مراکز آموزش عالی (درصد)
Universities & Technical Universities	Universitäten (U) und Technische Universitäten (TU)	Dipl.-Ing., Dr.-Ing. B.Sc., M.Sc., Ph.D.	دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی (۶۵)
Polytechnics, Universities of Applied Science	Fachhochschulen (FH)	B.Sc.	مدارس مهندسی کاربردی (۳۰)
Professional Academies	Berufsakademien (ba)	معادل B.S.c	آکادمی های حرفه ای (۵)

برای انجام تحقیقات و اخذ درجه دکترا نیز اقدام نمود. در مرکز انجماد در فضا<sup>۱۲</sup> که در انیستیتو ریخته گری شهر آخن مستقر است، امکان تحقیقات در سطح دکترا نیز وجود دارد. توضیح اینکه گذراندن دوره دکترا در آلمان پژوهشی بوده و به گذراندن دروس تخصصی نیازی نیست. در تمامی دانشگاه های آلمان که رشته های مهندسی ارائه می شوند، یک انیستیتوی مهندسی مواد دایر است. اما در دانشگاه صنعتی آخن<sup>۱۳</sup>، دانشگاه صنعتی کلاستال<sup>۱۴</sup> (دانشگاه صنعتی کلاوستال در ترم زمستانی ۲۰۰۷/۲۰۰۶ میلادی با ۳,۰۶۶ نفر دانشجو (۲۸ درصد دانشجوی دختر و ۳۹ درصد دانشجوی خارجی) پذیرش داشته و دانشکده متالورژی این دانشگاه چهار انیستیتو (مواد غیر فلزی، مواد پلیمری، علم و فناوری مواد و متالورژی استخراجی آهن) دارد. دانشگاه صنعتی برلین<sup>۱۵</sup> (دانشگاه صنعتی برلین در ترم زمستانی ۲۰۰۷/۲۰۰۶ میلادی با ۲۸,۳۴۴ نفر دانشجو (۳۶ درصد دانشجوی دختر و ۲۱ درصد دانشجوی خارجی) پذیرش داشته و

در آلمان می توان در سطوح دیپلم مهندسی (Dipl.-Ing.)، دکترای مهندسی (Dr.-Ing.)، لیسانس (B.Sc.)، فوق لیسانس (M.Sc.) و دکترا (Ph.D.) تحصیل نمود. سمت و سو در دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی بیشتر در جهت آموزش و پژوهش در مرز های دانش و کارهای تحقیقاتی اما در مدارس مهندسی و آکادمی های حرفه ای آموزش در جهت حل مسائل مهندسی کاربردی و تجربی برنامه ریزی می شوند. علاوه بر دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی می توان در انیستیتوهای تحقیقاتی مانند انیستیتوهای تحقیقاتی ماکس پلانک<sup>۷</sup> در شهرهای دوسلدورف برای تحقیق روی فلزات آهنی و در اشتوتگارت برای تحقیق روی فلزات غیر آهنی و متالورژی پودر و هم چنین در مراکز تحقیقاتی فرانهورف<sup>۸</sup>، مرکز تحقیق و آزمون مواد در برلین (BAM)، مراکز تحقیقات اتمی در شهرهای یولیش<sup>۹</sup>، کارلسروهه<sup>۱۰</sup> و درسدن<sup>۱۱</sup>

متالورژی و مواد وجود دارد که در آنها شاخه های مختلف رشته متالورژی و مواد دایر است. در زیر فهرست برخی از دانشگاه ها و دانشگاه های صنعتی آلمان با گرایش های متالورژی و مواد آورده شده است:

دانشکده متالورژی این دانشگاه دارای شش انیستیتو (مواد فلزی، مواد پلیمری، ساختار و خواص مواد، متالورژی فیزیکی، شیشه و سرامیک) بوده است. بر اساس رتبه بندی مجله آموزش عالی تایمز در سال ۲۰۰۸ میلادی در لندن، دانشگاه صنعتی برلین در رشته های مهندسی و فناوری اطلاعات (IT) رتبه ۶۵ را در جهان کسب نمود. و دانشگاه صنعتی فرایبرگ<sup>۱۶</sup> یک دانشکده

Aachen	Darmstadt	Hamburg (Military)	München (Military)
TU-Berlin	Dortmund	Hannover	TU- München
Bochum	Dresden	Ilmenau	Paderborn
Braunschweig	Duisburg-Essen	Kaiserslautern	Rostock
Bremen	Erlangen-Nürnberg	Karlsruhe	Siegen
Chemnitz	Freiberg	Kassel	Stuttgart
Clausthal	TU- Hamburg	Magdeburg	

است. تماس، ارتباط و مبادله بین دولت ها در محدوده شهر آخن با کشف اولین ماشین بخار در ۱۷۹۴ میلادی و اولین ماشین بافندگی در سال ۱۸۱۰ میلادی، علت نیاز به آموزش فناوری های صنعتی در این منطقه بوده است. در سال ۱۸۲۵ میلادی با اختراع اولین کارخانه کاغذ سازی در پروس<sup>۱۸</sup> نیاز بیشتر به این فناوری ها را ملزم ساخت. به این علت در ۱۵ ماه مه ۱۸۶۵ میلادی، مدرسه سلطنتی پلی تکنیک در آخن احداث شد. افتتاح دانشگاه صنعتی آخن در ۱۰ اکتبر ۱۸۷۰ میلادی مصادف با رشد چشمگیر صنایع و پیشرفت علوم به ویژه در شیمی و برق بود. در آن زمان دانشگاه صنعتی آخن از یک مدرسه عمومی و مدارس تخصصی در رشته ساختمان، ماشین و شیمی/ متالورژی تشکیل شده بود. تاسیس رشته معدن در این دانشگاه نیاز آن منطقه صنعتی در کنار رشته های ریاضیات و علوم در آن دوره بود.

در این مقاله به عنوان الگوی آموزش مهندسی متالورژی و مواد، برنامه های آموزشی در دانشگاه های صنعتی آخن و فرایبرگ به عنوان نمونه ای از امکانات تحصیلات دانشگاهی بررسی و تغییر و تحولات آموزشی در چند دهه اخیر در این دو دانشگاه در رشته متالورژی و مواد به اختصار تدوین شده است.

نکته قابل توجه این که تحصیلات ابتدایی در آلمان نه سال و تحصیلات متوسطه چهار سال (جمعا سیزده سال در بعضی ایالت ها ۱۲ سال و کوشش می شود که همه جا ۱۲ سال و یکسان شود) است، لذا دانشجویان خارجی که از کشورهایی مانند ایران با دوازده سال تحصیلات ابتدایی و متوسطه به آلمان می آیند، پیش از شروع تحصیلات عالی لازم است مدت یک سال جهت یکسان سازی پایه های تحصیلی در کالج آموزشی<sup>۱۷</sup> تحصیل نمایند.

### تاریخچه احداث دانشگاه صنعتی آخن

دانشگاه صنعتی آخن یکی از دانشگاه های بزرگ آلمان است، که می توان تحصیلات دانشگاهی از جمله رشته مهندسی متالورژی و مواد را در سطوح مختلف آن آموزش دید.

تاریخچه بنیانگذاری دانشگاه صنعتی آخن با تاریخچه صنایع این منطقه از آلمان در نیمه دوم قرن نوزدهم میلادی، هماهنگ است. آخن در مرز بین آلمان با هلند و بلژیک و در نزدیکی لوگزامبورک و فرانسه قرار دارد. احداث دانشگاه صنعتی آخن با احداث دانشگاه های صنعتی در اروپا در قرن نوزدهم کم و بیش همزمان بوده



شکل ۱: تصویر جورج آگریکولا (۱۴۹۴ تا ۱۵۵۶ میلادی).

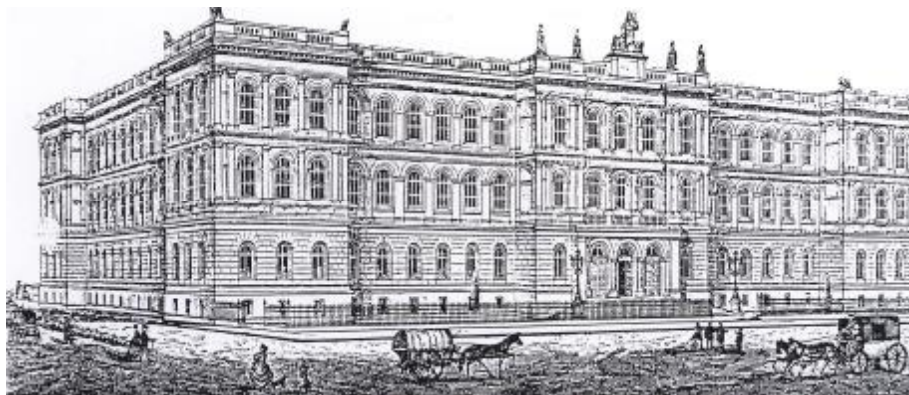
از آن تاریخ به بعد، مدارس فنی آلمانی زبان دیگری نیز پایه گذاری شدند. دانشگاه صنعتی آخن نقش اساسی را در رشد صنایع معدنی و متالورژی در منطقه صنعتی رور<sup>۱۹</sup> ایفا نمود. طرح ساختمان اصلی مدرسه پلی تکنیک آخن در سال ۱۸۷۱ میلادی در شکل (۳) نشان داده شده است.

نه تنها رشته های گوناگون مهندسی بلکه علوم پایه، علوم انسانی، علوم پزشکی و دندان پزشکی هم در دانشگاه صنعتی آخن آموزش داده می شوند. در سال ۱۹۸۲ میلادی دانشکده پزشکی دانشگاه صنعتی آخن ساخته شد. تصویر دانشکده پزشکی دانشگاه صنعتی آخن در سال ۲۰۰۱ میلادی در شکل ۴ نشان داده شده است. در سال ۲۰۰۱ میلادی این دانشگاه دارای ۳۴,۰۰۰ نفر دانشجو در رشته های مختلف مهندسی، پزشکی، دندان پزشکی، علوم پایه و علوم انسانی بوده است.

سازماندهی جدید دانشگاه صنعتی آخن با کمک مادی شاهزاده فریدریک سوم، ولیعهد پروس (۱۸۳۱ تا ۱۸۸۸ میلادی) بر اساس برنامه پلی تکنیک پاریس، انجام شد. تصویر شاهزاده فریدریک سوم ولیعهد پروس در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲: تصویر شاهزاده فریدریک سوم ولیعهد پروس (۱۸۳۱ تا ۱۸۸۸ میلادی).



شکل ۳: طرح ساختمان اصلی مدرسه پلی تکنیک آخن در سال ۱۸۷۱ میلادی.



شکل ۴: تصویری از دانشکده پزشکی دانشگاه صنعتی آخن در سال ۲۰۰۱ میلادی.



دانشگاه صنعتی آخن ده دانشکده به ترتیب (جدول ۱) دارد:

جدول ۱: دانشکده های مختلف در دانشگاه صنعتی آخن.

شماره	نام دانشکده	شماره	نام دانشکده
۱	دانشکده ریاضیات، اطلاعات <sup>۲۰</sup> و علوم طبیعی شامل: گروه های تخصصی ریاضیات، اطلاعات، فیزیک، شیمی و بیولوژی	۶	دانشکده فلسفه شامل: گروه های تخصصی فلسفه، تربیت دبیر فنی، ارتباطات و الهیات
۲	دانشکده معماری	۷	دانشکده علوم اقتصاد
۳	دانشکده عمران	۸	دانشکده علوم تربیتی (اخیرا حذف شده است)
۴	دانشکده مکانیک	۹	دانشکده برق و فناوری اطلاعات
۵	دانشکده زمین شناسی، معدن و متالورژی	۱۰	دانشکده پزشکی شامل گروه های پزشکی و دندان پزشکی

متالورژی و مواد یازده انیستیتو تخصصی به شرح جدول (۲) دارد.

از بین ده دانشکده فوق الذکر در دانشگاه صنعتی آخن، در دانشکده شماره ۵ در گرایش های زمین شناسی، مهندسی معدن و مهندسی متالورژی، رشته مهندسی

جدول ۲: انیستیتو های تخصصی مهندسی متالورژی و مواد در دانشکده شماره پنج دانشگاه صنعتی آخن.

شماره	نام انیستیتو	شماره	نام انیستیتو
۱	استخراجی آهن	۷	انتقال جرم و انرژی
۲	کارآوری آهن و فولاد	۸	متالورژی فیزیکی و فیزیک فلزات
۳	سرامیک، شیشه و شبیه سازی فرآیند های تولید مواد	۹	شیمی مواد
۴	ریخته گری فلزات	۱۰	فرآیند های کنترل در فرآیند های متالورژی
۵	شکل دهی فلزات	۱۱	استخراج فلزات غیر آهنی و الکترو متالورژی
۶	فناوری در دمای بالا و ساخت کوره های صنعتی		

و تصویر آن در شکل (۵) است.

در بین انیستیتوهای تخصصی متالورژی و مواد، انیستیتو متالورژی استخراجی آهن بزرگترین آنها می باشد



شکل ۵: تصویر انیستیتوی متالورژی استخراجی آهن در دانشگاه صنعتی آخن.

## آموزش مهندسی متالورژی و مواد برای اخذ دیپلم مهندسی<sup>۲۱</sup> در دانشگاه صنعتی آخن

در دانشگاه صنعتی آخن می توان در سیستم قدیم در مقاطع دیپلم مهندسی (Dipl.-Ing.) و دکترای مهندسی (Dr.-Ing.) و در سیستم جدید در مقاطع لیسانس، فوق لیسانس و دکترا تحصیل نمود. در ترم زمستانی ۲۰۰۶ / ۲۰۰۷ میلادی کل دانشجویان این دانشگاه، ۳۰,۱۸۰ نفر با ۳۴ درصد دانشجوی دختر و ۲۱ درصد دانشجوی خارجی بوده است. در این نیمسال تعداد ۷۴۹ دانشجو در رشته مهندسی متالورژی و مواد تحصیل

می کردند، که از این تعداد ۱۶۹ نفر دانشجوی دختر بودند. تا سال تحصیلی ۲۰۰۶ / ۲۰۰۷ میلادی تحصیلات عالی در رشته مهندسی متالورژی و مواد در آلمان فقط در مقطع دیپلم مهندسی بوده است. اما از سال تحصیلی ۲۰۰۷ / ۲۰۰۸ میلادی، آموزش در رشته مهندسی متالورژی و مواد در آلمان مانند سایر کشور های اروپایی عضو جامعه اقتصادی اروپا و هم چنین ایالات متحده امریکا در مقطع لیسانس و فوق لیسانس آموزش داده می شود. برای آشنایی با آموزش قدیم و تحول آن به صورت کنونی این دو سیستم به اختصار تشریح می شوند.

جدول ۳: دروس پایه و اساسی تخصصی در آموزش دیپلم مهندسی در دانشگاه صنعتی آخن در سال تحصیلی ۲۰۰۵ / ۲۰۰۶ میلادی

دروس پایه			دروس اساسی تخصصی						
درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
ریاضیات ۱	۴	۳			مصالح فلزی (آهنی و غیر آهنی)	۴	۳		
ریاضیات ۲	۴	۲			مصالح غیر فلزی (سرامیک، شیشه و مواد ساختمانی)	۳	۳		
فیزیک ۱	۴	۲		۴	کارآوری مصالح فلزی (ریخته گری، شکل دهی)	۴	۲		۲
فیزیک ۲	۴	۲		۴	کارآوری مصالح غیر فلزی	۴	۲		۳
شیمی معدنی	۴	۲		۸	علم مواد	۴	۲		۲
شیمی فیزیک ۱	۲	۱		۳۰۵	فناوری در دمای بالا ۱	۲	۱		۱
شیمی فیزیک ۲	۲	۱		۳۰۵	فناوری در دمای بالا ۲	۲	۱		۱
مکانیک ۱	۳	۲			شیمی گرمایی	۳	۲		۲
مکانیک ۲	۳	۲			فناوری کنترل فرآیند ها	۳	۳		۳
علم اجزای ماشین	۳	۴			متالورژی و بازیافت (آهنی و غیر آهنی)	۳	۴		۲
بلور شناسی	۳	۲							
مقدمه ای بر فناوری فرآیند ها	۲								
الکتروتکنیک و سیستم های الکتریکی	۴	۲							
تعادل های غیر همگن		۲							
مقدمه ای بر فناوری مصالح									
دینامیک سیستم های فنی		۲							
جمع	۴۵	۲۹	۲۳		جمع	۳۳	۲۹	۲۱	

دروس رشته مهندسی متالورژی و مواد در سطح دیپلم مهندسی در سال تحصیلی ۲۰۰۵ / ۲۰۰۶ میلادی به شرح جدول های (۳) تا (۶) ارائه می شده است.

جدول ۴: مجموعه دروس ژرف ۱ در دوره دیپلم مهندسی در دانشگاه صنعتی آخن، سال تحصیلی ۲۰۰۵ / ۲۰۰۶ میلادی.

دروس			ساعت در هفته			دروس			ساعت در هفته		
درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه		
متالورژی فیزیکی ۱	۳	۵		۷	علم مصالح (غیر فلزی و غیر آلی)	۳	۵		۷		
متالورژی فیزیکی ۲	۴	۳			متالورژی فولاد	۴	۳		۷		
علم مصالح ( فولاد)	۹	۸		۷	متالورژی فلزات غیر آهنی	۹	۸		۷		
علم مصالح ( فلزات غیر آهنی)	۵	۶		۷	ریخته گری فلزات	۵	۶		۱۳		
سرامیک	۴	۶		۷	شکل دهی فلزات	۴	۶		۷		
شیشه	۶	۶		۸	فناوری فرآیندها و تاسیسات	۶	۶		۸		
جمع		۶۹			جمع		۶۹		۸۵		

جدول ۵: مجموعه دروس ژرف ۲ و ژرف ۳ در دوره دیپلم مهندسی در دانشگاه صنعتی آخن، سال تحصیلی ۲۰۰۵ / ۲۰۰۶ میلادی.

دروس ژرف ۲	دروس ژرف ۲	دروس ژرف ۳	دروس ژرف ۳
مصالح ویژه و امتحان مصالح	متالورژی آهن و فولاد	مدیریت کیفی فولاد	فناوری احتراق
مصالح ویژه و فناوری سطح	فناوری فرآیند های شکل دهی ۱	مصالح مقاوم در برابر خوردگی در دمای بالا	فناوری انرژی و ساخت کوره های صنعتی
فناوری سطح و کاربردهای ویژه	جانمایی و طراحی تاسیسات متالورژی	ساخت مصالح فولادی	الگو سازی فرآیندهای فناوری شکل دهی ۱
مبانی فناوری شیشه	مصالح سرامیکی	فناوری و مشکلات در جوشکاری فولاد	الگو سازی فرآیندهای فناوری شکل دهی ۲
روش های فناوری سیستم های کنترل	فناوری روش های قالب گیری و ریخته گری	ریخته گری مداوم	شیمی گرمایی سیستم های معدنی و متالورژی
متالورژی، فناوری فرآیندها و باز یافت فلزات غیر آهنی	ریخته گری، انجماد و ساختار میکروسکوپی	فناوری سطح	مکانیک سیالات و تاسیسات
روش های طراحی در فناوری شکل دهی	مصالح نسوز و روش های ساخت آنها	حفاظت محیط زیست در بازیافت فلزات	فناوری فرایند های حرارتی
فیزیک فلزات	مصالح معدنی غیر فلزی	مقدمه ای بر فناوری شیشه	اقتصاد مواد خام اولیه و ثانویه
مبانی متالورژی فیزیکی	کار آوری مواد مصنوعی	بهبود سازی کنترل فرآیند ها	جایگزینی روش های تولید فولاد
کمپوزیت ها و مصالح ترکیبی	سرامیک های سیلیسی	فرآیند پوشش دهی صنعتی	مصالح مصنوعی
فناوری آلومینیم		توسعه، طراحی و اقتصادی کردن تاسیسات	مصالح نسوز
		مبانی متالورژی غیر آهنی	مبانی سرامیک
		شیشه و سرامیک	مصالح زیستی
		علوم متالورژی فیزیکی	الگو سازی فرآیندها و مصالح

جدول ۶: مجموعه دروس اختیاری غیر فنی در دوره دیپلم مهندسی در دانشگاه صنعتی آخن، سال تحصیلی ۲۰۰۵ / ۲۰۰۶ میلادی.

نام درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	نام درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
حفاظت محیط زیست در متالورژی ۱ و ۲	۸	۴			حقوق مخترعین ۱ و ۲				
روش های عملی در آموزش مدیریت موسسات ۱ و ۲	۲	۲	۲		مبانی علوم اقتصاد				
منتخبی از سازماندهی تشکیلات ۱ و ۲	۲	۲	۱		مدیریت کیفیت				
مدیریت محصولات نوین	۱	۲	۹	۱	جمع				

اولیه برای ورود به دوره فوق لیسانس گذراندن دوره لیسانس در رشته مهندسی متالورژی و مواد<sup>۲۲</sup> است.

### آموزش متالورژی و مواد در مقطع لیسانس در دانشگاه صنعتی آخن

دروس دوره لیسانس در سیستم جدید آموزش مهندسی متالورژی و مواد در دانشگاه صنعتی آخن در چهار مجموعه و به مدت شش ترم عرضه می شوند:

- (۱) مجموعه مبانی علوم ریاضیات و علوم طبیعی
- (۲) مجموعه مبانی رشته تخصصی
- (۳) مجموعه دروس ژرف تخصصی
- (۴) مجموعه تخصص های غیر فنی.

### آموزش جدید متالورژی و مواد در مقطع لیسانس و فوق لیسانس در دانشگاه صنعتی آخن

در دانشگاه صنعتی آخن از ترم زمستانی ۲۰۰۷ / ۲۰۰۸ میلادی آموزش جدید مهندسی متالورژی و مواد در دو مقطع ارائه می گردد و به محصلین این امکان داده می شود، که در مقطع لیسانس آموزش ببینند، تا قابلیت تحصیلات تکمیلی را در مقطع فوق لیسانس در چهار گرایش به دست آورند. شرط اولیه برای آموزش عالی در دوره لیسانس، گذراندن دوره دبیرستانی (داشتن دیپلم دبیرستان) و علاقه به ریاضیات، فیزیک و شیمی و شرط

فلزی، شیشه و سرامیک، کارآوری مصالح، شکل دهی و ریخته گری، شیمی و فیزیک مصالح و پدیده های انتقال است.

مجموعه تخصص های غیر فنی بر اساس آموزش روش های انجام پروژه و مبانی علوم اقتصاد، استوار است. تا پایان دوره لیسانس دانشجویان بایستی یک کارآموزی سه ماهه در صنایع و نیز یک پروژه سه ماهه انجام دهند. مجموعه دروس آموزشی دوره لیسانس در شش ترم به ترتیب جدول (۷) می باشد.

مجموعه مبانی علوم ریاضیات و علوم طبیعی شامل فیزیک، شیمی، جبر خطی ۱ و ۲، محاسبات دیفرانسیل و انتگرال ۱ و ۲ است. در این دوره به دانشجویان، مبانی علوم که برای طراحی و توسعه مواد، مهم هستند، آموزش داده می شود. دروس مجموعه مبانی رشته تخصصی عبارتند از: مکانیک فنی ۱ و ۲، شیمی مواد، فیزیک مواد، ویژگی مواد، بلور شناسی و فناوری شبیه سازی. در مجموعه دروس ژرف تخصصی، تحصیلات در سطحی است که فناوری تولید مواد و کارآوری آنها، آموزش داده می شوند. این مجموعه شامل دروس فناوری مصالح

### جدول ۷: مجموعه دروس آموزشی دوره لیسانس در دانشگاه صنعتی آخن.

ترم دوم				ترم اول			
دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین
ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۲	۲	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۲	۲
فیزیک ۱	۴	۲	۲	فیزیک ۲	۴	۲	۲
شیمی عمومی و معدنی ۱	۴	۲	۱	مکانیک فنی ۲	۴	۲	۱
مکانیک فنی ۱	۲	۲	۱	علوم مصالح ۱ (قسمت دوم)	۲	۲	۱
مقدمه ای بر علم مواد	۲	۲	۱	علوم مصالح ۲ (سرامیک)	۲	۲	۲
علوم مصالح ۱ (قسمت اول)	۲	۲	۲	آزمایشگاه فیزیک	۲	۲	۴
آزمایشگاه شیمی معدنی	۵			جمع	۱۳	۷	۴
جمع	۱۷	۱۰	۵				

ترم سوم				ترم چهارم			
دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین
ریاضیات پیشرفته ۳	۳	۲	۲	ریاضیات عددی	۳	۲	۲
مبانی بلور شناسی	۳	۲	۲	مکانیک کوانتم	۳	۲	۱
تعادل های غیر همگن	۲	۲	۱	مقدمه ای بر فیزیک جامدات ۱	۲	۲	۱
شیمی فیزیک ۱	۲	۲	۱	شیمی فیزیک ۲	۲	۲	۱
مبانی برق	۳	۲	۲	شیمی آلی	۴		
مقدمه ای بر اشعه ایکس	۲	۲	۲	زبان کامپیوتری C++	۶		
آزمایشگاه فیزیک	۲	۲	۲	روش های علوم مواد ۲	۲	۳	
جمع	۱۱	۱۱	۲	جمع	۱۲	۱۱	۳

ترم پنجم				ترم ششم			
دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	دروس	ساعت در هفته	نظری	تمرین
مقدمه ای بر فیزیک جامدات ۲	۲	۲	۱	مبانی مواد الکترونیکی و اجزای ساخت ۲	۲	۲	۱
علوم مواد	۴	۲	۲	کارآوری مواد غیر فلزی (شیشه)	۱	۱	۱
مبانی مواد برق و اجزای ماشین ۱	۲	۲	۱	سرامیک های الکترونیکی	۴		
شیمی جامدات	۲	۲	۱				
مقدمه ای بر شکل دهی فلزات	۲	۲	۱				
شیمی گرمایی سیستم های معدنی و متالورژیکی	۳						
روش های علوم مواد ۵	۲						
جمع	۱۲	۶	۵	جمع	۳	۲	۴



آموزش میان رشته ای "مهندسی مصالح و فناوری اطلاعات" هنوز با مدرک دیپلم فارغ التحصیل می شوند. برنامه آموزشی آن دوره در انتهای مقاله به اختصار آورده شده است. در تمامی این چهار گرایش دروس هسته، دروس ژرف و سایر دوره ها به صورت اجباری، اجباری/اختیاری و در بسته های مختلف آموزش داده می شوند. دروس اجباری مشترک چهار گرایش شامل موضوعات مربوط به فناوری سیستم ها، فرآیندها و مواد است. توضیح اینکه گذراندن زبان انگلیسی و اخذ گواهینامه زبان، اجباری است. همچنین باید دوره های غیر فنی مانند آموزش تصمیم گیری، مدیریت استراتژیک و یا مدیریت پروژه نیز گذرانده شوند. دروس اختیاری این دوره، تلفیقی از دروس اجباری/اختیاری است. آموزش سایر دوره ها از طریق ارائه سمینار، گذراندن یک دوره کارآموزی دو ماهه در صنعت و یک پروژه فوق لیسانس شش ماهه، الزامی است. گذراندن دوره فوق لیسانس برای ادامه تحصیل در مقطع دکترا الزامی می باشد. جداول (۸) تا (۱۲) مجموعه دروس در گرایش های مختلف را نشان می دهند:

جدول ۸: دروس " هسته " گرایش ها.

درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
مقدمه ای بر الگوسازی و ساختار میکروسکپی	۲	۲	۲	۳	الگوسازی فرآیندهای شکل دهی	۲	۲	۲	۳
الگوسازی فرآیندهای ریخته گری	۲	۲	۲	۳	میکروسکپ الکترونی روبشی	۲	۲	۲	۴
آزمایشگاه فیزیک پیشرفته (قسمت A)	۸	۱	۱	۵	اشعه رونتگن	۱	۱	۱	۵

جدول ۹: دروس گرایش " فناوری میکرو و نانو".

دروس اجباری				دروس اختیاری/اجباری A1					
درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
فناوری جامدات ۱	۲	۲	۱	۱	میکروسکپ الکترونی	۲	۲	۱	۱
فناوری جامدات ۲	۲	۲	۱	۱	آزمایشگاه آنالیز میکرو	۲	۲	۱	۳
فیزیک نانو ساختاری	۳	۳	۲	۲	میکروسکپ الکترونی روبشی	۳	۳	۲	۱
شیمی نانو ساختاری	۲	۲	۱	۱					

دروس اختیاری/اجباری A2 (رشد بلور ها)

درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
مقدمه ای بر تفرق اشعه X ، نوترون و الکترون	۲	۲	۱	۱
رشد بلور ها	۲	۲	۱	۱

دروس اختیاری/اجباری B1 (مواد نو)

دروس اختیاری/اجباری B2 (میکروسیستم های سیلیسیم)

درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
مواد نو و اجزای ساخت فناوری اطلاعات ۱	۲	۲	۱	۱	میکرو سیستم های سیلیسیم ۱	۲	۲	۱	۱
مواد نو و اجزای ساخت فناوری اطلاعات ۲	۲	۲	۱	۱	میکرو سیستم های سیلیسیم ۲	۲	۲	۱	۱

دروس اختیاری/ اجباری B4 (فناوری نیمه هادی ها)				دروس اختیاری/ اجباری B3 (الکترو نوری ها)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	نیمه هادی ها ۱		۱	۲	الکترو نوری ۱
	۱	۲	نیمه هادی ها ۲		۱	۲	الکترو نوری ۲

### جدول ۱۰: دروس گرایش "مواد الکترونی و نوری".

دروس اختیاری/ اجباری A1				دروس اجباری			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
		۲	میکروسکپ الکترونی		۱	۲	نیمه هادی ها ۱
۳			آزمایشگاه میکرو آنالیز		۱	۲	نیمه هادی ها ۲
		۳	میکروسکپ الکترونی روبشی		۱	۲	مواد نو و اجزای ساخت فناوری اطلاعات ۱
					۱	۲	مواد نو و اجزای ساخت فناوری اطلاعات ۲

دروس اختیاری/ اجباری A4 (سیستم های میکرو)				دروس اختیاری/ اجباری A2 (رشد بلورها)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	فرآیند های تولید سیستم های میکرو ۱			۲	مقدمه ای بر تفرق اشعه X، نوترون و الکترون
	۱	۲	فرآیند های تولید سیستم های میکرو ۲		۲	۲	کشت و رشد بلور ها

دروس اختیاری/ اجباری B2 (الکترو نوری)				دروس اختیاری/ اجباری A5 (فناوری جامدات)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	الکترو نوری ۱		۱	۲	فناوری جامدات ۱
	۱	۲	الکترو نوری ۲		۱	۲	فناوری جامدات ۲
						۲	میکروسکپ الکترونی

دروس اختیاری/ اجباری B5 (میکرو سیستم های سیلیسیم)				دروس اختیاری/ اجباری B4 (حسگرها)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	میکرو سیستم های سیلیسیم ۱		۱	۲	حسگرها ۱
	۱	۲	میکرو سیستم های سیلیسیم ۲		۱	۲	حسگرها ۲

### جدول ۱۱: دروس گرایش "فناوری سطح و کاتالیز".

دروس اختیاری/ اجباری A1				دروس اجباری			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	کاربرد ویژه فناوری سطح			۳	میکروسکپ الکترونی روبشی
	۳	۲	فناوری سطح	۳	۲	۲	فناوری سطح
		۱	شیمی فیزیک ۴ (طیف سنجی یون های ثانویه)				
		۲	فناوری لیزر ۲ (کاربردها)				
		۲	مواد زیستی / پلیمر های زیستی				
		۲	آزمایشگاه مواد زیستی				

دروس اختیاری/ اجباری B2				دروس اختیاری/ اجباری B1			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
۱	۳	۴	خوردگی و حفاظت		۳	۳	تریبولوژی و سرامیک در دمای بالا
					۱	۱	خوردگی مصالح سرامیکی

دروس اختیاری/ اجباری B4				دروس اختیاری/ اجباری B3			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
		۲	اساس مصالح زیستی		۱	۲	شیمی نانو ساختاری
		۲	جنبه های ویژه مواد زیستی				
		۲	اساس مکانیک زیستی انسان				

### جدول ۱۲: دروس گرایش "مصالح طراحی".

دروس اختیاری/ اجباری A1 (فناوری سطح)				دروس اجباری			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۳	۲	فناوری سطح		۲		آزمون مصالح
					۱	۲	مصالح فلزی (غیر آهنی)
					۱	۱	مصالح غیر فلزی (مصالح ساختمانی)

دروس اختیاری/ اجباری A3 (فناوری اتصال)				دروس اختیاری/ اجباری A2 (فناوری ساخت)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
		۲	اساس و روش های فناوری چسب		۱	۲	فناوری ساخت ۱
		۲	اتصال و شکل دهی مواد مصنوعی				
	۱	۲	فناوری اتصال سرامیک- فلزات				
	۲	۲	جوش و فناوری برش				

دروس اختیاری/ اجباری A6				دروس اختیاری/ اجباری A4			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
		۲	فناوری شکل دهی ۲		۱	۲	متالورژی و بازیافت (آهن و فولاد)
					۱	۲	متالورژی و بازیافت (غیر آهنی)

دروس اختیاری/ اجباری B2 (خوردگی)				دروس اختیاری/ اجباری B1 (رفتار در دمای بالا)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته	آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۱	۲	رفتار مکانیکی کمپوزیت ها			۲	رفتار مصالح در دمای بالا ۱
	۱	۲	خوردگی و حفاظت			۲	رفتار مصالح در دمای بالا ۲
		۲	علم مواد مصالح در دمای بالا			۱	مصالح نو برای تاسیسات انرژی
						۱	مصالح فناوری انرژی

دروس اختیاری/ اجباری B3 (کمپوزیت ها)			
آزمایشگاه	تمرین	نظری	ساعت در هفته
	۲	۲	مصالح کمپوزیتی رشته ای

می شود. آموزش در این رشته در دو سطح دیپلم مقدماتی<sup>۲۶</sup> و دیپلم اصلی<sup>۲۷</sup> و در کل در ده ترم برگزار می شود، که خلاصه دروس این میان رشته ای در جدول (۱۳) آورده شده است:

### برنامه های آموزشی دانشکده مهندسی

#### متالورژی و مواد در دانشگاه صنعتی فرایبرگ

دانشگاه صنعتی فرایبرگ در ۱۸ نوامبر ۱۷۶۵ میلادی در ایالت ساکسن در شرق آلمان، تاسیس شد. این دانشگاه احتمالاً قدیمی ترین دانشگاه جهان در زمینه متالورژی و مهندسی مواد است. در این دانشگاه می توان

### گرایش میان رشته ای "مهندسی مصالح و فناوری اطلاعات"

همه مهندسیین امروز با فناوری اطلاعات (IT) در ارتباط هستند. برای تولید مصالح، انسان به طور روزافزون به ایده ها و اطلاعات جدیدی نیاز پیدا می کند. فارغ التحصیلان میان رشته ای در "مهندسی مصالح و فناوری اطلاعات" می توانند جوابگوی این نیازها باشند. صنایع آلمان به فارغ التحصیلانی با دانش میان رشته ای، در زمینه "مهندسی مصالح و فناوری اطلاعات" نیاز دارند، این رشته در کشور آلمان فقط به صورت دیپلم ارائه

متالورژی و مواد دانشگاه صنعتی فرایبرگ را نشان می دهد:

در مرحله دیپلم اصلی، رشته مهندسی متالورژی و مواد در این دانشگاه به ده رشته تخصصی تقسیم می شود، که دروس و ساعات آموزش آنها با یکدیگر متفاوت است. این دروس از دو تا چهار ساعت در هفته آموزش داده می شوند. مجموع دروس آن تخصص ها به ترتیب جدول (۱۵) می باشد. دانشجویان علاوه بر دروس اجباری، اختصاصی و اختیاری موظف هستند پروژه مروری بر منابع، شش ماه کارآموزی در صنایع و پروژه اصلی فوق لیسانس (حداقل شش ماهه) را انجام دهند.

در سیستم قدیم در مقاطع دیپلم مهندسی و دکترای مهندسی<sup>۲۸</sup> و در سیستم جدید در مقاطع لیسانس، فوق لیسانس و دکترا تحصیل نمود. دانشگاه صنعتی فرایبرگ در ترم زمستانی ۲۰۰۷/۲۰۰۸ میلادی ۴,۶۵۶ دانشجو داشته است، که ۳۴ درصد آن دختر و ۹ درصد آن دانشجوی خارجی بوده اند. در این قسمت به عنوان مثال برنامه آموزش در دوره دیپلم مهندسی رشته مهندسی متالورژی و مواد در دانشگاه صنعتی فرایبرگ ارائه می شود. اشاره می شود که طول دوره برای اخذ دیپلم مهندسی به طور متوسط شش سال است. جدول (۱۴) دروس پایه در مرحله دیپلم مقدماتی در رشته مهندسی

جدول ۱۳: دروس میان رشته ای "مهندسی مصالح و فناوری اطلاعات".

دروس در مرحله دیپلم اصلی		دروس در مرحله دیپلم مقدماتی	
فناوری فرآیند ها	الگوسازی طراحی نرم افزارها	شیمی فیزیک	مقدمه ای بر اطلاعات
کارآوری مصالح	فناوری نرم افزارها، زبان و طراحی ها	بلور شناسی	الگوریتم و ساختار داده ها
الگو سازی مصالح و فرایندها	مقدمه ای بر بانک های اطلاعاتی	شیمی گرمایی	ریاضیات پایه ۱
فناوری شبیه سازی پایه	ریاضیات پایه ۲	مکانیک فنی	ریاضیات کاربردی
مقدمه ای بر روش اجزای محدود (FEM)	علم مواد	علم ماشین	اساس شیمی فیزیک
فناوری اطلاعات در واحد های تولید	پدیده های انتقال	فناوری کنترل فرآیندها	آزمایشگاه شیمی
پردازش اطلاعات	مصالح		
بانک های اطلاعات مواد	بهینه سازی		

جدول ۱۴: دروس پایه در مرحله دیپلم مقدماتی در دانشگاه صنعتی فرایبرگ.

نام درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه	نام درس	ساعت در هفته	نظری	تمرین	آزمایشگاه
زبان فنی انگلیسی ۱ و ۲ و ۳			۶		مکانیک ۱			۴	
زبان فنی آلمانی ۱ و ۲			۴		مکانیک ۲			۲	
ریاضیات ۱		۶		۴	مکانیک سیالات ۱			۲	
ریاضیات ۲		۴		۴	مکانیک سیالات ۲			۲	
اصول اطلاعات ۱		۲		۶	مکانیک مواد مهندسی			۴	
اصول فیزیک و شیمی ۱		۳		۲	اصول مهندسی برق			۲	۴
فیزیک تجربی ۱		۴		۱	رسم فنی			۲	۴
فیزیک تجربی ۲		۳		۱۲	طراحی ماشین			۲	۴
آمار در مهندسی		۲		۲	اصول مهندسی مواد ۱			۴	۴ (سمینار)
شیمی عمومی و معدنی ۱		۴		۴	اصول مهندسی مواد ۲			۶	
شیمی عمومی و معدنی ۲		۲		۲	میکروسکپ و ساختارشناسی			۴	۴
شیمی فیزیک		۴		۴	آنالیز عددی			۲	۴
آزمایشگاه شیمی معدنی				۴	فناوری اندازه گیری			۲	۴
استاتیک		۲		۴	مقدمه ای بر مهندسی و علم مواد			۴	
					جمع			۷۲	۷۴
									۳۶

جدول ۱۵ : تخصص های مختلف در رشته مهندسی متالورژی و مواد در دانشگاه صنعتی فرایبرگ.

رشته تخصصی	ساعت	درس نظری	تمرین	آزمایشگاه	جمع
متالورژی فیزیکی	۴۷	۲۶	۶	۷۹	
سرامیک و شیشه	۳۶	۱۹	۱۱	۶۶	
متالورژی باستان شناسی	۳۲	۸	۱۶	۵۶	
مهندسی مواد (مواد فلزی)	۳۸	۲۶	۵	۶۹	
شکل دهی فلزات	۵۰	۲۴	۱۱	۸۵	
ریخته گری فلزات	۴۶	۲۲	۱۱	۷۹	
فناوری تولید آهن و فولاد	۴۴	۱۶	۱۴	۷۴	
متالورژی استخراجی فلزات غیر آهنی و خالص سازی	۳۸	۲۸	۱۴	۸۰	
ماشین سازی، مواد مهندسی و اجزای آنها	۳۵	۲۶	۹	۷۰	
مواد در الکترونیک و حسگرها	۴۰	۱۴	۲۳	۷۷	

### نتیجه گیری

از برنامه های آموزشی رشته مهندسی متالورژی و مواد به ویژه در دانشگاه های صنعتی آخن و فرایبرگ نتیجه گیری می شود که:

۱- دوره ها و برنامه های آموزشی و تعداد گرایش ها در دانشگاه های مختلف در ایالت های جمهوری فدرال آلمان یکسان نیست.

۲- برنامه ریزی آموزش در دانشگاه های آلمان دینامیک است و متناسب رشد و توسعه صنایع، تغییر می کند. در گذشته متالورژی بیشتر جنبه مهندسی فناوری داشته و به مرور نقش دروس علوم پایه نظری بیشتر شده است.

۳- تعداد گرایش ها به مرور زمان افزایش و سپس کاهش یافته است.

۴- طول دوره های آموزش کوتاهتر شده است، دلیل اصلی کاهش دوره ها یکسان سازی سیستم آموزش عالی در اروپای متحد و جذب بیشتر دانشجویان خارجی است.

۵- کارآموزی در صنایع اجباری است و پروژه های لیسانس و فوق لیسانس اغلب در ارتباط با صنعت می باشند.

۶- طول مدت آموزش در آکادمی های حرفه ای (ba) شش ترم، در دوره لیسانس (B.Sc.) در مدارس مهندسی کاربردی (FH) هفت ترم، دیپلم مهندسی در دانشگاه ها (U) و یا دانشگاه های صنعتی (TU) دوازده ترم است.

۷- آموزش دیپلم مهندسی در رشته مهندسی متالورژی و مواد، به آموزش لیسانس/ فوق لیسانس مشابه سایر کشورهای اروپایی همسایه، انگلستان و ایالات متحده امریکا تغییر یافته است.

۸- اهمیت زبان انگلیسی بیشتر شده و برخی از دروس در

مقطع فوق لیسانس به آلمانی و انگلیسی ارائه می شوند.

۹- ارائه دروس در دانشگاه های صنعتی آخن و فرایبرگ یکسان نیست، به طوری که هم اکنون دروس فنی/ مهندسی در دانشگاه صنعتی فرایبرگ بیشتر و در دانشگاه صنعتی آخن دروس نظری، الگو سازی و شبیه سازی بیشتر آموزش داده می شوند.

۱۰- در سیستم جدید آموزش در دانشگاه صنعتی آخن، آموزش و تحقیقات بیشتر در مرزهای دانش عرضه می شود.

۱۱- در مدارس مهندسی کاربردی (FH) و آکادمی های حرفه ای آلمان (ba) بیشتر دروس فنی/ عملی آموزش داده می شوند و فقط بعضی از گرایش های متالورژی وجود دارند و تنها در مقطع لیسانس می توان آموزش دید، در حالی که در دانشگاه ها (U) و دانشگاه های صنعتی (TU) اکثر گرایش های نظری و فنی وجود دارند و در مقاطع دیپلم مهندسی، دکترای مهندسی، لیسانس، فوق لیسانس و دکترای می توان آموزش دید. در برخی از مراکز تحقیقاتی مانند انیستیتوهای تحقیقاتی ماکس پلانک نیز تحقیقات در دوره دکترای انجام می شود.

۱۲- برای انجام دوره دکترای در آلمان نیازی به گذراندن دروس نظری نیست و فقط انجام پروژه پژوهشی الزامی است.

۱۳- آموزش و پژوهش در مراکز آموزشی آلمان در ارتباط با نیازهای صنایع و در جهت رشد و توسعه مواد برای ارتقای کیفیت است.



مجموعه آنها به عنوان الگویی برای دانشگاه های ایران مورد استفاده قرار گیرد.

۱۴- علاوه بر دروس فنی و فناوری ها، در این دانشکده ها، دروس غیر فنی مانند آموزش تصمیم گیری، مدیریت استراتژیک و مدیریت پروژه نیز آموزش داده می شوند.

### تشکر و قدردانی

از جناب آقای پروفسور دکتر ناصر کنعانی استاد دانشکده مهندسی متالورژی و مواد در دانشگاه صنعتی برلین برای بازبینی و تکمیل این گزارش تشکر می شود.

### سخن آخر

برنامه های آموزشی در دانشگاه های کشورهای پیشرفته جهان از جمله جمهوری فدرال آلمان جهت اطلاع اساتید و دانشجویان می تواند مفید باشد، اما نباید

### مراجع

- 1- George Agricola, De re Metallica Libri XII, 1556.
- 2- Vorlesungsverzeichnis der TU-Bergakademie Freiberg WS 2004/2005 und SS 2005.
- 3- Kurt Düwell, „Gründung und Entwicklung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen bis zu ihrem Neuaufbau nach dem Zweiten Weltkrieg“.
- 4- Deutsch-Iranischer Wirtschaftsspiegel, Nr. 57, Januar 2008.
- 5- Bärbel Schwertfeger, „FH und Uni: Noch immer erhebliche Unterschiede“, <http://www.mba-channel.com/>
- 6- <http://www.rwth-aachen.de/>
- 7 - <http://www.tu-berlin.de/>
- 8 - <http://www.tu-clausthal.de/>
- 9 - <http://www.tu-freiberg.de/>
- 10 - <http://www.mpie.de/>
- 11 - <http://www.germany-opportunities.de/>
- 12 - <http://www.daad.de/>
- 13 - <http://www.campus-germany.de/>
- 14- <http://www.topuniversities.com/>

### واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Times Higher Education         | 2 - Georgius Agricola                 |
| 3 - Glauchau                       | 4 - Sachsen                           |
| 5 - Natura De Fossilium            | 6 - De Re Metallica                   |
| 7 - Max-Planck-Institut            | 8 - Fraunhofer Gesellschaft           |
| 9 - Jülich                         | 10 - Karlsruhe                        |
| 11 - Dresden                       | 12 - ACCESS                           |
| 13 - Technische Hochschule Aachen  | 14 - Technische Universität Clausthal |
| 15 - Technische Universität Berlin | 16 - Technische Universität Freiberg  |
| 17 - Studienkolleg                 | 18 - Preussen                         |
| 19 - Ruhrgebiet                    | 20 - Information                      |
| 21 - Diplom-Ingenieur              | 22 -Materials Engineering             |
| 23 - Credit Points                 | 24 - Construction Materials           |
| 25 - Interdisciplinary             | 26 - Vordiplom                        |
| 27 - Hauptdiplom                   | 28 - Doktor-Ingenieur                 |