



## صاحب امتیاز

انجمن علمی دانشجویی  
مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

## مدیر مسئول

محمد امین بختیاریان

## سر دبیران

سوگند دانش  
سید حمیدرضا فتوکیان

## هیئت تحریریه

امیرمصطفی امیرجانی  
پریسا اخلاقی  
نیلوفر کولیوند  
مجید رمضان پور  
امیر حسین انیسی  
محمدرضا زییحی  
صدف محمدیون  
آرمین شاهرودی  
موژان گنج پرور

## طراح و صفحه آرا

پرهام صدری

## اساتید مشاور و

## اعضا هیئت داوران این شماره

دکتر داوود حق شناس فتمه سری  
دکتر صادق فیروزی

۲ سخن سردبیر

۳ تازه های مواد و متالورژی

۵ جنگ افزار

۸ هنر متالورژی

۱۰ آشنایی با نرم افزار کامسول

۱۳ مسابقه تصویر میکروسکوپی

۲۱ فجایع متالورژیکی

۲۴ رتبه بندی دانشگاه های جهان در رشته ی  
مهندسی و علم مواد در سال ۲۰۱۸  
و معرفی دانشگاه ایلینویز

۲۸ مصاحبه با دکتر حق شناس فتمه سری

۳۰ معرفی برنامه ی کارشناسی مهندسی مواد  
و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳۲ نانوکامپوزیت های سرامیکی

۳۸ متالورژی و معدن؛ زوج محکوم!

۳۹ مقاله آخر

# سخن سردبیر

به نام

مهندس هستی

مهندسی مواد و متالورژی! رشته ای که شاید در اولویت انتخاب رشته اکثریت دانشجویان ورودی به این رشته نبوده است. شاید مهمترین دلیل که بتوان برای این رخداد ذکر کرد، عدم آشنایی کافی جامعه با این رشته است. رشته مهندسی متالورژی که در برنامه درسی جدید، تحت عنوان مهندسی مواد ارائه گردیده است، طیف گسترده ای از علاقمندی ها را در بر می گیرد. از پیوند هنر و متالورژی تا ساخت جنگ افزارها، از کار با مواد زیستی تا کارهای کاملاً صنعتی، همه و همه در محدوده کاری یک مهندس مواد قرار دارد و به نوعی می توان این رشته را مادر رشته های مهندسی بیان کرد هدف از این مجموعه آن بوده است تا با همکاری دانشجویان این رشته و با ایجاد حس مشارکت بستری ایجاد شود تا در آن خود دانشجویان در فضایی متفاوت از درس و جزوه، به مطالعه و پژوهش پیرامون این رشته پردازند تا بتوانیم سهمی، هرچند کوچک، در شناساندن و علاقمند کردن دانشجویان ورودی این رشته به فراگیری و گسترش این علم داشته باشیم. امید که روزی رشته مهندسی مواد جایگاه واقعی خود را در کشور به دست آورده و این مهم محقق نمیشود مگر با تلاش و همکاری افراد آگاه و تحصیل کرده در این زمینه

به راه باویر رفتن به از نشستن باطل اگر گرم ادنیام به قدر روح بگو شتم

در شماره پیش رو سعی کرده ایم علاوه بر پرداختن به جاذبه های رشته، با در نظر گرفتن مخاطبین نشریه به طرح مسائل دانشکده ای نیز پردازیم از تمام عزیزانی که ما را در نگارش و گردآوری این مجموعه یاری نموده اند، کمال تشکر خود را اعلام می دارم و سپاس ویژه از مدیر مسئول و سردبیر سابق، جناب آیدین حیدری و سرکار خانم نهال آبی که راه را بر ما روشن کردند و بدون کمک های ایشان طی این مسیر بر ما بسیار دشوار می گشت و در نهایت سپاس فراوان از مدیر مسئول و سردبیر این شماره آقایان محمدمامین بختیاریان و حمیدرضا فتوکیان که بدون تلاش های بی چشم داشت این بزرگواران تهیه و انتشار این شماره امکان پذیر نبود

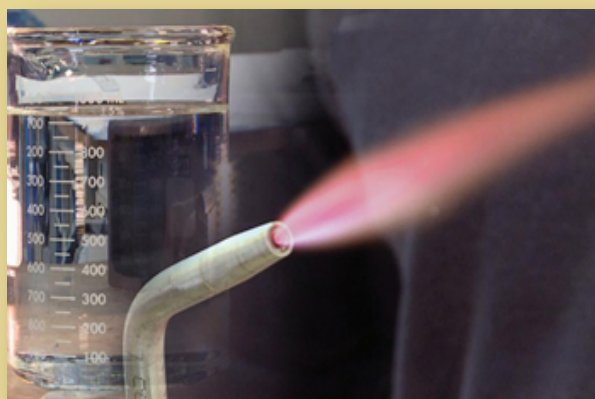
سوگند دانش

# تازه های مواد و متالورژی

صرف ممدیون

## دستگاه جوشکاری که از آب آتش می سازد

این دستگاه قادر است اکسیژن و هیدروژن آب را تجزیه کند و برای اینکه بتوانند مانند سوخت در جوشکاری استفاده شوند، این گازها وارد لوله هایی می شوند و سپس آتش می گیرند. این دستگاه جوشکاری با دستگاه های جوشکاری اکسی استیلن تفاوت هایی دارد؛ برای مثال، شعله آن روشن تر است و چشم را آزار نمی دهد. نکته دیگری که این دستگاه دارد، این است که دهانه ی لوله ی آن هیچگاه داغ نمی شود؛ در نتیجه با خاموش کردن، می توان آن را بدون خطر هر جایی قرار داد



## سرامیک ذخیره کننده گرما

در آبرگمکن های خورشیدی از آب به عنوان ذخیره ساز گرمایی استفاده می شود. در این طرح جدید از سرامیک استفاده شده است. یکی از مزایای سرامیک این است که برای مدت زمان طولانی، سه برابر آب می تواند در خود گرما ذخیره کند. سرامیک هم در آبرگمکن های خورشیدی و هم سوخت های دیگر مورد استفاده قرار گرفته است

## عامل پیدایش طلا و پلاتین مشخص شد

منبع پیدایش طلا و پلاتین، تا کنون مشخص نبود که با انفجار دو ستاره نوترونی مشخص شد در سال گذشته ستاره های نوترونی (مرده یا سوخته) با هم برخورد کردند و انفجاری پیش آمد. بعد از رصد کردن این پدیده دریافتند طلا و پلاتین از محصولات این انفجار بود

## شیشه های هوشمند

شیشه هایی وجود دارند که به کمک یک کلید از حالت شفاف به حالت مات تبدیل می شوند. این شیشه ها می توانند جایگزینی مناسب برای سایه بان ها، کرکره ها، پرده ها و نماهای شیشه ای شوند. عملکرد این شیشه ها که به آن ها شیشه های الکتروکروماتیک نیز می گویند، به گونه ای است که در حالت عادی کریستال های موجود در این شیشه ها نا منظم هستند؛ در نتیجه شیشه مات دیده می شو با گذراندن جریان الکتریسیته از فیلم کریستال مایع، کریستال ها منظم شده و با وجود اینکه هزینه خود شیشه ها بالاست، استفاده از این شیشه ها در ساختمان ها هزینه های گرمایی و سرمایی خانه را کاهش می دهد پیش بینی شده است تقاضا برای شیشه های هوشمند تا چند سال دیگر افزایش چشم گیری پیدا خواهد کرد



## سرامیک های خود تعمیر شونده

مواد سرامیکی که در مدت زمان کمی می توانند ترک های خود را تعمیر کنند. برای مثال، موتور هواپیمایی که هنگام پرواز دچار ترک می شود، توسط این ماده می تواند خود را تعمیر کند. موتور های ساخته شده از سرامیک، سبک و در برابر حرارت و ارتعاش مقاوم هستند، اما بسیار شکننده اند بیشتر فعالیت های انجام شده برای ترمیم خودبه خودی مواد سرامیکی در دمای بالا انجام می شوند

## ماده ای پلیمری که به صورت خود کار به اشکال اورینگامی تبدیل می شود

به گفته ی یکی از محققین علم مواد این ماده قادر است بدون ذوب شدن خود را به شکل های گوناگون در آورد. تنها اندکی حرارت لازم است تا بتواند به دفعات شکل خود را تغییر دهد

عملکرد این ماده ی پلیمری به صورتی است که از قبل می توان به آن برنامه داد؛ در نتیجه ماده می-داند که به چه شکلی باید در بیاید در ساخت دستگاه های پزشکی و با صنعت هوافضایی نیز از این ماده هوشمند استفاده می شود



## گیاه فلز خوار

پژوهشگران فیلیپینی موفق به کشف گونه ی گیاهی فلز خواری شده اند که بدون ایجاد مسمومیت، فلز را از خاک جذب و از آن تغذیه می کند این گیاهان بیش از هجده هزار ذره در میلیون نیکل را در برگ های خود ذخیره می کنند و به اندازه ی زیادی توجه طرفداران محیط زیست، صنعت و معدن را به خود جلب کرده اند

فلزات سنگین مانند سرب، جیوه و کروم حتی با روش های پیشرفته به سختی از بین می روند اما با وجود این گیاهان میزان قابل ملاحظه ای از این فلزات جذب گیاهان شده و از محیط حذف می شوند. علاوه بر این، هزینه ی آن کمتر است و آسیبی برای محیط زیست ندارند





# نقش متالورژی پودر در تولید پرتابه های انرژی جنبشی

مهید، رمضان پور

## مقدمه

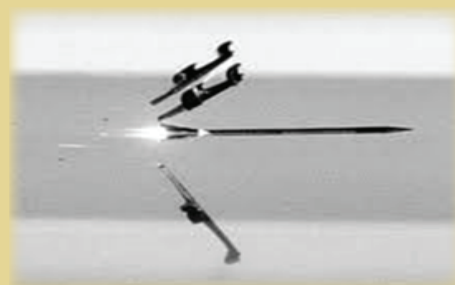
با ظهور زرهی مدرن در اواسط دهه ی ۳۰ میلادی، نیاز برای تولید مهمات ضد زره ای مؤثر تر احساس شد. ماشین های جنگی نازی ها اروپا را به زانو در آورد و جنگ، موتور محرکه ی تکنولوژی شد. ایده های بسیاری برای این مسأله ارائه شد که مهمات انرژی جنبشی از جمله مؤثر ترین آنان بود. طی ۸۰ سال گذشته، این مهمات مسیر درازی را طی کرده اند. درطول جنگ سرد و در جریان صف آرایی اتحاد جماهیر شوروی در مقابل کشور های عضو ناتو، ترس از سرازیر شدن سیل انبوه تانک های شوروی به اروپا، کشور های عضو ناتو را به صرف بودجه های هنگفت در حوضه تسلیحات ضد زره واداشت. زره شوروی تا دهه ی ۹۰ میلادی و پایان جنگ سرد برتری خود را بر زره ناتو حفظ کرد و تنها امید ناتو برای مقابله با این خطر جدی، مهمات برتر و به ویژه مهمات انرژی جنبشی بود. در این مقاله به بررسی نقش علم متالورژی در تولید و توسعه این گونه ی خاص از جنگ افزار ها خواهیم پرداخت

## معرفی و عملکرد

پرتابه های انرژی جنبشی (به اختصار KEP) نوعی از مهمات ضد زره هستند که بدون استفاده از خرج انفجاری و با تکیه بر انرژی بالای خود و تمرکز این انرژی بالا بر سطح مقطعی تیز و کوچک، اقدام به نفوذ در زره هدف مینمایند.

برای مثال، در یک توپ ۱۲۰ میلیمتری که معمولترین توپ نصب شده روی تانک های مدرن است، در اثر انفجار خرج، فشاری در حدود ۶۹۰ MPa ایجاد میشود. انرژی تولید شده در اثر این واکنش در حدود  $M_j$  میباشد که سرعت گلولهی ۷ کیلوگرمی را به  $1650 \text{ m/s}$  میرساند!

واضح است که گلوله ای به قطر ۱۲۰ میلیمتر به سرعت انرژی جنبشی خود را در اثر مقاومت هوا از دست میدهد. به ازای یک چهارم از قطر اولیه، سطح مقطع به کمتر از ۱۰ درصد مقدار اولیه کاهش میابد. بنابراین این پرتابه ها به صورت دو تکه ساخته میشوند، پرتابه<sup>۱</sup> که سطح مقطع کوچکی دارد و وظیفه ی نفوذ به زره را دارد و بخش فرعی<sup>۲</sup> که وظیفه ی کالیبره کردن پرتابه و توپ را به عهده دارد و چند متر پس از حرکت از پرتابه جدا میشود.



<sup>۱</sup>projectile

<sup>۲</sup>sabot

با توجه به نسبت طول به قطر پرتابه، خان لوله تأثیری بر تثبیت مسیر پرتابه ندارد به همین منظور در انتهای پرتابه بالک های تثبیت کننده برای مستقیم نگاه داشتن مسیر پرتابه نصب میشود. همچنین دماغه ای سبک وزن برای کاهش هرچه بیشتر اثر مقاومت هوا به آن افزوده میشود.

## خصوصیات مواد مورد استفاده و تکنیک

### ساخت

پر واضح است که با توجه به عملکرد این نوع پرتابه، مهمترین خصوصیت مورد نیاز برای ساخت آن چگالی بالای فلز مورد استفاده میباشد. تنگستن خالص، با داشتن چگالی نظری  $913 \text{ gr/cm}^3$ ، میتواند نامزد مناسبی برای این امر باشد، با استفاده از تکنیک های سنتی متالورژی پودر، میتوان به چگالی  $191 \text{ gr/cm}^3$  رسید. با اینحال، تنگستن، چکش خواری کمی دارد و ماشین کاری آن سخت است. همچنین، هزینه ی ساخت بالایی دارد.

کاربید تنگستن، که دارای ۹ تا ۱۳ درصد وزنی نیکل یا کبالت است به عنوان ماده ی اولیه برای این پرتابه ها در جنگ جهانی دوم استفاده شد. با استفاده از تکنیک تفجوشی در فاز مایع میتوان به خصوصیات زیر رسید

$14/2 - 14/4 \text{ g/cm}^3$

۲۷۵۰ MPa

۹۸/۵ HRA

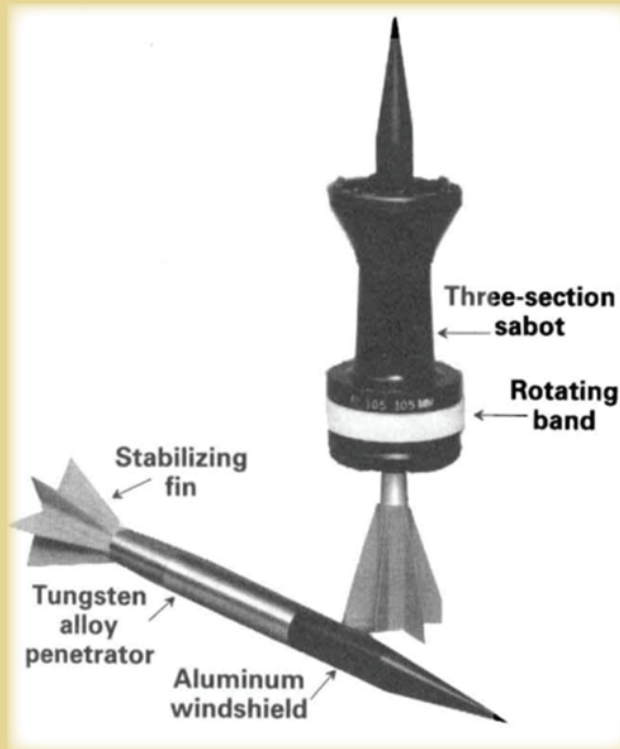
چگالی

مقاومت به شکست

سختی

## نقش متالورژی پودر در تولید پرتابه های انرژی جنبشی

مبیر، رفیان پور



بر نرخ سرمایش واکنش تفجوشی به کمک عملیات حرارتی ثانویه کاهش یابد؛ همچنین تجمع ناخالصی های فسفری و گوگردی در فصل مشترک زمینه باعث جدایش فازی شده که تردی و کاهش چکشخواری محصول را به دنبال دارد. با استفاده از عملیات حرارتی میتوان این مشکلات را برطرف کرد.

برای آلیاژ حاوی ۹۰ تا ۹۷٫۵ درصد تنگستن، تغییر طول در اثر تنش در نقطه‌ی شکست در حدود ۱۳ تا ۳۰ درصد است که بعد از آنیل کردن تا ۰٫۵ درصد نیز ممکن است افزایش یابد. عملیات حرارتی معمولاً در کوره های تک باره انجام میشود.

سختی پس از آنیل تقریباً دست نخورده میماند (۳۰ HRC). ولی تنش تسلیم به صورت محدود تا حدود ۹۰۰ MPa افزایش مییابد. این سختی ممکن است برای این چنین کاربردی کم به نظر بیاید اما چون این آلیاژها به نرخ کرنش حساستر هستند، در سرعتی به اندازه‌ی سرعت برخورد این خصوصیات تشدید میشوند.

همچنین این آلیاژها میتوانند با کمک فرآیندی مثل خانکشی چرخشی<sup>۵</sup> با کاهش چکشخواری، کارسخت شوند.

امروزه اما این پرتابه ها از آلیاژ تنگستن-نیکل-مس و با تنگستن-نیکل-آهن ساخته میشوند. به طور کلی آلیاژهایی با داشتن ۹۰ تا ۹۷ درصد تنگستن میتوانند به چگالی هایی بین  $17.0 \text{ gr/cm}^3$  تا  $18.5 \text{ gr/cm}^3$  برسند. نسبت نیکل به آهن نیاز به دقت زیادی ندارد ولی معمولاً ۷ به ۳ در نظر گرفته میشود.

پودر تنگستن کاهش یافته توسط هیدروژن، با اندازه ذرات بین ۳ تا ۵ میکرومتر با پودر آهن و نیکل با اندازه ذرات بین ۳ میکرومتر تا ۱۰ میکرومتر مخلوط میشود. تفجوشی به شکل خاص در کوره های مقاومتی مولیبدنی با اتمسفر نیتروژن-هیدروژنی انجام میگردد. متراکم سازی سریعاً رخ میدهد اما تفجوشی<sup>۳</sup> با افزایش سایز ذرات پودر ادامه پیدا میکند. اندازه‌ی ذرات تنگستن از ۳ میکرومتر تا ۵ میکرومتر به ۵۰ میکرومتر ۹۰ میکرومتر افزایش پیدا میکند.

در سرد شدن، تنگستن، تنها اثری از نیکل و آهن را حفظ میکند. در حالی که زمینه<sup>۴</sup> مقدار قابل توجهی تنگستن محلول را حفظ میکند، که میتوان مقدار آن را با افزودن عناصر آلیاژی دیگر کنترل کرد. چکشخواری با سرعت سرد شدن رابطه‌ی عکس دارد.

محدود کردن شیب شار حرارتی و دما علاوه بر رسیدن به تراکم حداکثری و ریز ساختار دلخواه، باعث کنترل سرعت سرد شدن و در نتیجه بهبود چکشخواری میشود.

برای حداکثر کردن چکشخواری، لازم است تا اتکای فرایند

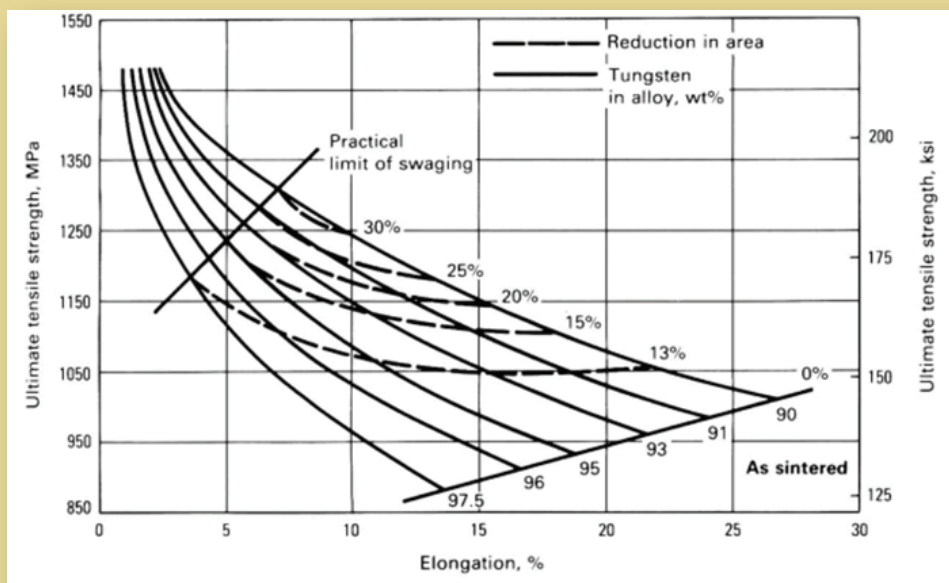
<sup>۵</sup>Rotary swaging

<sup>۳</sup>sintering

<sup>۴</sup>matrix

## نقش متالورژی پودر در تولید پرتابه های انرژی جنبشی

مهیر رمضان پور



کاربرد همچنین می‌تواند به کمک فرآیند آهن‌گری<sup>۶</sup> انجام شود. در این آلیاژها، فشرده‌سازی تا حدود ۵۰ درصد بدون ترک خوردن امکان‌پذیر است. همچنین فرایندهایی دیگری مانند پیرسازی نیز می‌تواند خواص مکانیکی دیگری از این آلیاژها را تغییر دهد.

در نهایت، آلیاژی حاوی ۹۳ درصد تنگستن که با کاهش ۲۵ درصدی در مساحت کارسرد شده و در دمای پانصد درجه‌ی سانتیگراد و به طول یک ساعت پیرسخت شده دارای تنش کششی نهایی ۱۵۰۰ MPa و سختی ۴۷ HRC می‌باشد.



انهدام تانک اوکراینی توسط این نوع مهمات؛ محل برخورد با دایره ی قرمز مشخص شده است.

## آینده

در سالهای پایانی جنگ سرد، تحقیق و توسعه روی این گونه مهمات، منجر به تولید نسل جدید این نوع پرتابه ها شد. در پرتابه‌های جدید، به جای تنگستن از اورانیوم ضعیف شده<sup>۷</sup> استفاده میشود که علاوه بر داشتن خصوصیات تنگستن دارای خصوصیات ویژه‌ای است.

<sup>۵</sup>forge

<sup>۶</sup>Depleted uranium

# هنر متالورژی

مهدی رضا زبیدی

## مجسمه های برنزی در یونان باستان

یونانیان و رومیان باستان تاریخچه‌های طولانی در مجسمه سازی با برنز دارند. هزاران تصویر از خدایان و قهرمانان، ورزشکاران، دولتمردان و فیلسوفان، معابد را پر کرده و در مناطق عمومی اکثر شهرها به چشم می‌آیند. در طول بیش از یک هزار سال، هنرمندان یونانی و رومی، صدها نوع مجسمه ساخته اند که تأثیر آن در ساخت مجسمه‌های بزرگ اروپای غربی و فراتر از آن تا امروز ادامه دارد.

سه هزار سال پیش از میلاد مسیح، کارگران ریخته گر باستان از طریق آزمون و خطا متوجه شدند که برنز مزایای متفاوتی نسبت به مس خالص برای ساخت مجسمه دارد. برنز یا مفرغ آلیاژی است که معمولاً از ۹۰ درصد مس و ۱۰ درصد قلع تشکیل شده است. برنز قدیمی‌ترین آلیاژی است که انسان آن را تهیه کرده‌است، زیرا در معادن مس معمولاً فلز مس به‌طور طبیعی با قلع به صورت یک آلیاژ طبیعی وجود دارد به همین دلیل معمولاً نخستین ابزارهای مصنوعی فلزی که در قدیم توسط بشر ساخته شده غالباً از برنز است. چون نقطه ذوب آن کمتر از مس خالص است، هنگام پر کردن قالب، زمان بیشتری طول میکشد تا مذاب دچار انجماد شود. همچنین برنز دارای استحکام کششی بالاتری است و برای ریخته گری مناسبتر است. منابع زیادی برای مس در اطراف حوزه دریای مدیترانه در دوران یونان و روم وجود داشت و جزیره قبرس، که نام آن از واژه یونانی به معنی مس نشأت گرفته شده، یکی از مهمترین موارد بود. از سوی دیگر، قلع از مناطق مختلفی از جمله جنوب غربی ترکیه، افغانستان و کورنوال انگلستان وارد میشد. اولین مجسمه‌های غول پیکر برنزی در یونان شکل بسیار ساده‌ای داشتند و از تکنیکی مرسوم به اسپیرولاتون<sup>۱</sup> (ضربه با چکش) برای ساخت آنها استفاده میشد. در این روش قسمتهایی از مجسمه به صورت جداگانه از ورقهای فلزی چکشکاری

شده ساخته میشوند که توسط پرچ یکی پس از دیگری به هم متصل میشوند. برای برجسته‌سازی برنز را روی چوبهایی با فرم خاص میکوبند یا با تکنیک حکاکی، طراحیهای لازم را با ایجاد شکاف و حفاری کردن اجرا میکنند.

در دوران کهن (حدود ۴۸۰ تا ۵۰۰ سال قبل از میلاد) اسپیرولاتون به عنوان یک روش اولیه برای ساخت مجسمه های برنزی از بین رفت و جای خود را به روش ریخته گری با موم داد. این تکنیک با سه روش به دست می‌آید: ریخته گری فوم فداشونده توپر، ریخته‌گری موم توخالی که خود دارای دو فرایند مستقیم و غیر مستقیم است. روش نخست دارای فرایندهای ساده‌ای است که مدلسازی را در موم جامد انجام میدهند. این مدل با خاک رس احاطه میشود و سپس به منظور حذف موم و سخت کردن رس حرارت داده میشود. پس از آن، قالب واژگون میشود و فلز مذاب درون آن ریخته میشود. هنگامی که فلز خنک شود، مسگر مدل رسی را باز میکند و مجسمه برنزی حاصل میشود.

به دلیل ویژگیهای فیزیکی که برنز دارد، امکان ساخت مدل‌های بزرگ با این روش نیست. برای مقابله با این مشکل، یونانیان باستان فرایند ریختن موم توخالی را برای ساختن مجسمه های بزرگ برنزی اتخاذ کردند. به طور معمول، مجسمه‌سازی در مقیاس بزرگ در چندین قطعه مانند سر، تنه، بازوها و پاها ساخته میشود. در روند مستقیم ریخته‌گری موم توخالی، مجسمه‌ساز ابتدا یک مدل از جنس رس با اندازه تقریبی و شکل مورد نظر ایجاد میکنند. در مجسمه‌های بزرگ، به طور معمول یک آرماتور از میله های آهن ساخته میشود که به تثبیت و نگهداری مدل اولیه کمک میکنند. سپس آن را با موم پوشش میدهند و منافذی در آن ایجاد میشود که باعث تسهیل جریان فلزی مذاب و خروج گازها میگردد؛ بنابراین ریخته‌گری یکنواختی خواهیم داشت. در مرحله بعد، مدل با یک لایه ضخیم از رس به طور کامل پوشیده میشود و پس از آن حرارت داده میشود تا مومها جدا شوند و یک ماتریس توخالی ایجاد شود. برای محکم شدن رس و حذف مواد ته‌نشین و تفاله‌ها دوباره به قالب حرارت میدهیم (برای مدت زمان بیشتری).

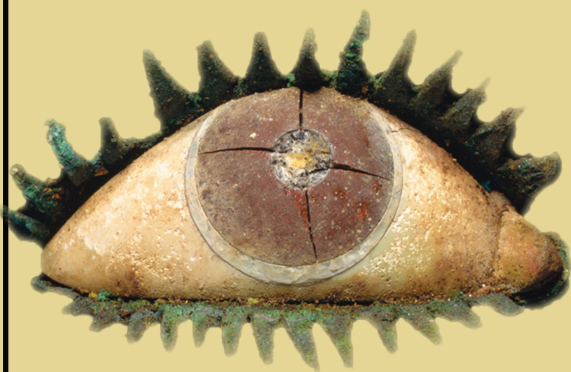




هنگامی که این کار انجام شد، مسگر فلز مذاب را درون قالب میریزد تا تمام ماتریس پر شود. هنگامی که برنز به اندازه کافی سرد شود، قالب شکسته شده و فرآیند به اتمام میرسد.

در روش ریختهگری غیرمستقیم مدل اصلی و بزرگ حین فرآیند از بین نرفته است، بنابراین احتمال این که بتوان قسمتهایی از همان مجسمه را دوباره ریختهگری کرد بالاست پس مجسمه سازی در ابعاد بزرگتر امکان پذیر میشود. به دلیل این مزایا، اکثر مجسمه‌های یونان باستان و رومیها از این روش ساخته شده‌اند. ابتدا یک مدل از مجسمه با خاک رس درست میشود و یک قالب از جنس گچ یا رس دور مدل ساخته میشود تا شکل خود را بگیرد. این قالب به چند قسمت تقسیم شده که بدون آسیب رساندن به مدل اصلی بتوان آن را جدا کرد. پس از خشک شدن، هر یک از قطعات جداگانه از قالب برداشته میشوند و دوباره جمع میشوند و به هم متصل میشوند. هر قطعه از قالب با یک لایه نازک از موم آراسته می شود و بعد از این که موم خنک شد قالب برداشته میشود و هنرمند چک میکند که تمام جزئیات مورد نیاز به مدل اصلی منتقل شده باشد. اصلاحات و جزئیات دیگر در این زمان به مدل مومی اضافه میشود. سپس مجسمه‌ساز در مدل مومی قیف و کانال و دریچه تعبیه میکند و تمام ساختار را با یک یا چند لایه از رس میپوشاند. مانند روش مستقیم، قالب رس را گرم میکنند و موم به بیرون ریخته میشود. یک بار دیگر در دمایی بالاتر به آن حرارت میدهیم که رس اولیه جدا شود و در انتها زمانی که فلز مذاب را به داخل

آن میریزیم یک بار دیگر حرارت میدهیم. زمانی که فلز سرد شود قالب شکسته شده و قطعات مجسمه برنز ریختهگری شده نمایان میشود. هرگونه برآمدگی بریده میشود و نقایص کوچک هم با یک ساینده رفع میشوند. سپس توسط وسایل متالورژیکی و مکانیکی قسمتهای مختلف مجسمه به هم وصل میشوند. این که در روزگار باستان این اتصالات با مهارت بالایی انجام میشد یکی از بزرگترین دستاوردهای رومیان و یونانیان در کار با برنز است. نهایتاً جزئیات تزئینی مثل مو و سایر طراحیهای سطحی با استفاده از قلمزنی و کار سرد انجام میشود. رومیان و یونانیان باستان عمدتاً چشمها را با شیشه یا سنگ اضافه میکردند و ناخنها و دندانها با نقره و لب نیز با مس منبتکاری میشد و همه اینها به زیبایی ظاهری و واقعی جلوه کردن مجسمه کمک شایانی میکرد. بسیاری از مجسمه‌های برنزی مفقود شدند یا برای استفاده مجدد از فلز با ارزش آن ذوب شده‌اند اما مجسمه‌های مشابهی از سنگ مرمر در دوره رومیان ساخته شد. این نمونهها مدارک اولیه ما را از شاهکار یونانیان در مجسمه‌سازی تهیه کردند. تعداد کثیری از این مدل‌های مرمری در موزه هنر متروپولیتان در گالری مری و مایکل جاهاریس واقع در نیویورک نگهداری میشوند.







## آشنایی با نرم افزار کامسول نیلو فخر کولیون

۳) بخش سیالات و حرارت

۱-۳) ماژول CFD

۲-۳) ماژول جریان زیر سطحی

۳-۳) ماژول جریان در لوله

۴-۳) ماژول مخلوطها

۴) بخش شیمیایی

۱-۴) ماژول مهندسی واکنش های شیمیایی

۲-۴) ماژول باتری و پیل های سوختی

۳-۴) ماژول الکتروپوزیشن (Electrodeposition)

۴-۴) ماژول خوردگی

۵-۴) ماژول الکتروشیمی

۵) بخش چند منظوره (Multipurpose)

۱-۵) ماژول بهینه سازی

۲-۵) کتابخانه مواد

۳-۵) ماژول ردیابی ذرات

۶) بخش واسطه (Interfacing)

۱-۶) اتصال به نرم افزار MATLAB

۲-۶) ماژول وارد کردن فایل CAD

۳-۶) ماژول وارد کردن فایل ECAD

۴-۶) اتصال به نرم افزار AutoCAD

۵-۶) اتصال به نرم افزار Inventor

۶-۶) اتصال به نرم افزار Revit

۷-۶) اتصال به نرم افزار PTC Pro/Engineering

۸-۶) اتصال به نرم افزار CATIA

۹-۶) اتصال به نرم افزار SolidWorks

۱۰-۶) اتصال به نرم افزار Solid Edge

۱۱-۶) اتصال به نرم افزار Excel

نرم افزار کامسول مولتی فیزیکی، یک نرم افزار شبیه سازی مهندسی براساس آنالیز المان محدود (FEM) می باشد که برای چندین نوع سیستم عامل ارائه شده است. این نرم افزار می تواند معادلات دیفرانسیل سیستم های غیر خطی را توسط مشتق های جزئی به روش اجزاء محدود در فضای یک، دو و سه بعدی حل نماید. از اینرو در زمینه هایی از جمله: مهندسی برق و الکترونیک، مهندسی مکانیک، مهندسی مواد و کاربردهای شیمیایی گسترش یافته است. از کاربران مهم این نرم افزار می توان به دانشگاه های مشهوری همچون استنفورد و ماساچوست و شرکت هایی مانند جنرال الکتریک اشاره کرد. در بررسی این نرم افزار، ابتدا به معرفی کلی ماژول های آن پرداخته و سپس به توضیحات جامع تری در بخش کاربرد های شیمیایی که در مهندسی مواد حائز اهمیت است، پرداخته می شود. این نرم افزار به طور کلی دارای شش بخش الکترونیک، مکانیک، سیالات، شیمی، چند منظوره و بخش واسطه است که هر یک از آنها دارای چندین ماژول می باشند.

۱) بخش الکترونیک

۱-۱) ماژول AC/DC

۲-۱) ماژول RF

۳-۱) ماژول امواج نوری

۴-۱) ماژول پلاسما

۵-۱) ماژول نیمه هادی

۶-۱) ماژول MEMS

۲) بخش مکانیکی

۱-۲) ماژول مکانیک ساختار و سازه

۲-۲) ماژول خستگی

۳-۲) ماژول آکوستیک

۴-۲) ماژول دینامیک چند پاره ای

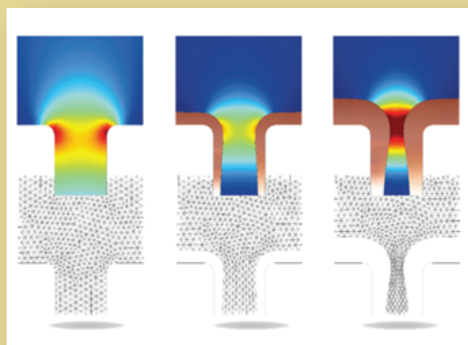
۵-۲) ماژول انتقال حرارت

سطح و درون فازهای جامد یا ترکیبی از موارد ذکر شده می‌باشد.

ماژول باتری‌ها و پیل‌های سوختی: این ماژول به مدلسازی رفتار الکتروشیمیایی الکترودها و الکترولیت‌های باتری‌ها و پیل‌های سوختی می‌پردازد.

ماژول الکترودیپوزیشن: این ماژول به منظور مطالعه‌ی مشخصه‌های اصلی سلول‌های الکترودیپوزیشن می‌پردازد. از کاربردهای مهم این ماژول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آندایزینگ
- پوشش دهی الکتریکی
- الکترووینینگ
- اچینگ
- پولیش الکتروشیمیایی
- ماشین کاری الکتروشیمیایی
- تمام کاری سطح
- پوشش‌های مقاوم به سایش

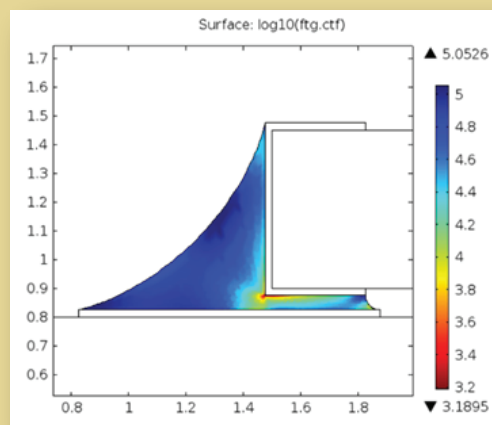


اثر حرکت مرزها به هنگام الکترودیپوزیشن مس بر مدارهای الکتریکی، شبیه سازی شده در نرم افزار کامسول

## توضیح و بررسی ماژول‌های مرتبط با مهندسی مواد و متالورژی در نرم افزار کامسول

ماژول خستگی: این نرم افزار توانایی تحلیل خستگی و عمر خستگی سازه‌های مختلف را دارد. از امکانات این ماژول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رسم منحنی‌های خستگی
- شبیه سازی خستگی در سیکل‌های بالا و یا در سیکل‌های پایین
- تنش و کرنش بر اساس خستگی
- انرژی براساس خستگی
- خستگی حرارتی
- خستگی ارتعاشی
- رسم منحنی‌های S-N
- روش‌های تقریبی برای محاسبه‌ی خستگی در مواد الاستوپلاستیک



پیش بینی عمر یک اتصال لحیم شده بر اساس پراکندگی انرژی خزشی در یک سیکل خستگی حرارتی، شبیه سازی شده در نرم افزار کامسول

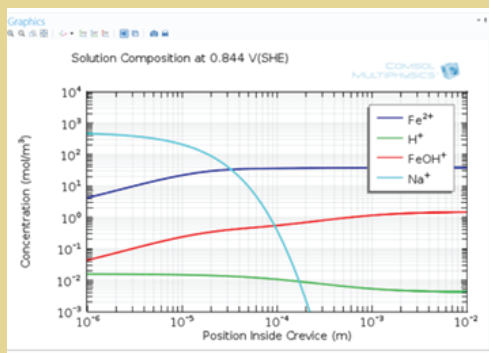
**ماژول انتقال حرارت:** این بخش شامل ابزارهای شبیه سازی برای مطالعه مکانیزم‌های انتقال حرارت از جمله: رسانش، همرفت و تابش می‌باشد. اغلب نیز این ابزارها در ارتباط تنگاتنگ با موارد فیزیکی دیگر همچون: دینامیک سیالات ساختاری، الکترومغناطیس و واکنش‌های شیمیایی همراه می‌شود.

**ماژول مهندسی واکنش‌های شیمیایی:** شامل ابزارهایی برای شبیه سازی انتقال ماده و حرارت با سینتیک شیمیایی دلخواه در تمامی محیط‌های گازی، مایعات، محیط متخلخل،

**ماژول خوردگی:** این ماژول به مهندسان و دانشمندان این امکان را می‌دهد تا فرآیندهای خوردگی را بررسی کرده و میزان خوردگی که در طول عمر یک سازه رخ می‌دهد را اندازه‌گیری کنند و همچنین روش‌های محافظت از خوردگی را مورد سنجش قرار دهند. این ماژول می‌تواند برای شبیه‌سازی خوردگی در ابعاد میکرو به منظور بررسی مکانیزم‌های بنیادی فرایند خوردگی و یا در ابعاد ماکرو برای تعیین راه حل، جهت حفاظت قطعه از خوردگی، به کار گرفته شود. ماژول خوردگی شامل مدل‌هایی است که امکان شبیه‌سازی انواع فرایندهای خوردگی مانند: خوردگی گالوانیک، خوردگی شیاری و خوردگی حفره‌ای را به راحتی فراهم می‌آورد. از دیگر قابلیت‌های این ماژول می‌توان به اندازه‌گیری پتانسیل خوردگی، توزیع جریان‌های خوردگی و همچنین سینتیک واکنش‌های الکتروشیمیایی توسط معادلات تافل، باتلر-ولمر و دیگر معادلات معتبر در این زمینه، اشاره کرد. این ماژول به کاربر امکان طراحی سیستم‌های محافظ به خوردگی شامل شبیه‌سازی حفاظت کاتدی، حفاظت آندی و آند فداشونده را می‌دهد. یکی از قابلیت‌های ویژه نرم افزار کامسول، ترکیب دو ماژول مکانیک و خوردگی به منظور بررسی تنش و کرنش در قطعه‌ای که در محیط خوردنده قرار دارد، می‌باشد.

**ماژول الکتروشیمی:** این ماژول دارای قابلیت مدل کردن مکانیزم‌های واکنش الکتروشیمیایی، انتقال جرم و توزیع چگالی جریان می‌باشد که برای شبیه‌سازی فرایندهای زیر می‌باشد:

- الکتروآنالیز
- الکترودیالیز
- الکترولیز
- سنسورهای الکتروشیمیایی
- بیوالکتروشیمیایی
- تولید هیدروژن و اکسیژن
- نمک زدایی از آب دریا
- کنترل pH مایعات مواد غذایی
- کنترل واکنش‌های الکتروشیمیایی در ایمپلنت‌های پزشکی
- سلول‌های کلر-آلکالی
- سنسورهای گازی



ترکیب شیمیایی الکترولیت در نواحی اطراف شیار



2<sup>nd</sup> International Microscopic Image Contest  
(IMIC2018)

امیر مصطفی امیرجانی

دبیر اجرایی دومین دوره مسابقات بین المللی تصویر میکروسکوپی

به نام خدا

پس از برگزاری موفق اولین دوره مسابقات تصویر میکروسکوپی (IMIC2015)، در اردیبهشت سال ۱۳۹۴ که با همکاری دانشگاه خاتم و امیر کبیر و به میزبانی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار شد؛ برگزاری دومین دوره ی این سری مسابقات در تاریخ پانزدهم شهریور کلید خورد. با تصمیمات اتخاذ شده، دانشگاه خاتم به عنوان میزبان این دوره از مسابقات و تاریخ برگزاری مسابقه ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ تعیین گردید. کمیته ی برگزاری مسابقه به شرح زیر انتخاب گردید

**دکتر مجید قاسمی**

رئیس و عضو  
هیئت علمی دانشگاه خاتم

رئیس افتخاری دومین دوره  
مسابقه  
بین المللی تصویر میکروسکوپی



**دکتر تادر پروین**

عضو هیئت علمی دانشگاه  
صنعتی امیرکبیر

رئیس دومین دوره مسابقه بین  
المللی تصویر میکروسکوپی



**دکتر عبدالله شعیسا**

عضو هیات علمی دانشگاه خاتم

نماینده دانشگاه خاتم



**دکتر داوود حق شناس**

عضو هیئت علمی دانشگاه  
صنعتی امیرکبیر

دبیر علمی دومین دوره مسابقه  
بین المللی تصویر میکروسکوپی



**امیر مصطفی امیرجانی**

دانشجوی دکتری مهندسی مواد و  
متالورژی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دبیر اجرایی دومین دوره مسابقه  
بین المللی تصویر میکروسکوپی



دبیرخانه ی مسابقات از شهریور ماه ۱۳۹۶ در دانشگاه صنعتی امیرکبیر شروع به کار کرد و به سرعت، سرپرگ رسمی، پوستر اطلاعرسانی و وبسایت دومین دورهی مسابقات بینالمللی تصویر میکروسکوپی طراحی گردید. سامانه ی اینترنتی به نحوی طراحی شد که علاوه بر اطلاعرسانی های رسمی پیرامون مسابقه، قابلیت ثبت نام شرکت کنندگان و داوران نیز فراهم شود. پذیرش آثار از آبان ماه ۱۳۹۶ آغاز گردید و شرکت کنندگان با ثبت نام در سامانه، آثار خود را برای دبیرخانه ی مسابقات ارسال میکردند. بازه ی پذیرش آثار از آبانماه ۱۳۹۶ لغایت فروردین ماه ۱۳۹۷ تعیین گردید و در این مدت، حدود سیصد اثر در سامانه ثبت نام نمودند. با پایان یافتن بازهی ارسال آثار، داوری

تصاویر به مدد کمیتهی داوری آغاز گردید. کمیتهی داوری متشکل از برترین اساتید داخلی و خارجی متخصص در زمینه های تعریف شدهی مسابقه انتخاب گردید و به مدت دو هفته، کلیه ی آثار ارسالشده را به صورت آنلاین داوری نموده و حدود ۰۵۱ اثر برای نمایش در بخش نمایشگاه مسابقات انتخاب گردید. آثار بین المللی که برای دبیرخانه مسابقات ارسال شد توسط داوران بین الملل مسابقه مورد ارزیابی قرار گرفت. این آثار از کشورهای اتریش، استرالیا، انگلستان، ایتالیا، دانمارک و عراق برای دبیرخانه ارسال شده بود. آثار داخلی نیز از گسترهی وسیعی از جغرافیای دانشگاههای ایران ارسال شد و مورد ارزیابی اولیه قرار گرفت. اسامی کمیته ی داوران مسابقه به شرح زیر است:



دکتر سعید باغشاهی  
دانشگاه بین المللی امام خمینی



دکتر کاووس فلانکی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پی تکنیک تهران)



Donghyun Kim  
Professor  
Yonsei University, South Korea



دکتر حسین عربی  
دانشگاه علم و صنعت



Safi Jradi  
Professor  
University of Technology of Troyes, France



Carlos J. Zapata-Rodriguez  
Professor  
University of Valencia, Spain



Jianfang Wang  
Professor  
City University of Hong Kong



Jer-Shing Huang  
Professor  
Leibniz institute of Photonic Technology,  
Jena, Germany



دکتر سید محمد موسوی خونی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پی تکنیک تهران)



Fernando Stefani  
Professor  
University of Buenos Aires,  
Argentina.



Ali Sabea Hammood  
Professor  
University of Kufa, Iraq



دکتر اردشیر هزارفانی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پی تکنیک تهران)



Vincenzo Amendola  
Associate Professor  
University of Padova, Italy



Alaa A. Atiyah  
Professor  
University of Technology Baghdad, Iraq



Gilles Bourret  
Assistant Professor  
University of Salzburg, Austria



دکتر علی نعمتی  
دانشگاه صنعتی شریف



دکتر لیلا حاجی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک)  
تهران



دکتر علی صادقی  
دانشگاه شهید بهشتی



دکتر احمدرضا صدراپیان  
دانشگاه شهید بهشتی



دکتر طاهره توحیدی مقدم  
دانشگاه تربیت مدرس



دکتر مهدی علکان  
دانشگاه تهران



دکتر افرا حاجی زاده  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)



دکتر عباس مقصودی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک)  
تهران



دکتر سمیه اکبری  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

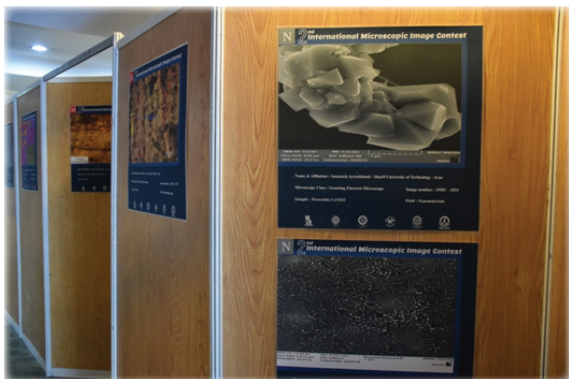


دکتر مریم گرپاسی  
شرکت ناتوساختار رستاق



دکتر کامران دهقانی  
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)





پیش از شروع بازدید از تصاویر و داوری حضوری توسط داوران مسابقه، مراسم افتتاحیه آغاز گردید.

مراسم افتتاحیه با سخنرانی رئیس مسابقه (دکتر پروین) آغاز گردید. دکتر پروین با ارائه ی تاریخچه ای از میکروسکوپیها، روند پیشرفت تصویربرداری به کمک این ابزار را بیان کرد. سپس معاونت توسعه ی مدیریت و منابع دانشگاه خاتم (دکتر محمودیان) اقدام به معرفی دانشگاه و رشته های تحصیلی، شرایط پذیرش در این دانشگاه و سابقه ی دانشگاه خاتم در برگزاری کارگاهها، کنفرانسها و برنامه های علمی مشترک نمودند.



از میان داوران ذکرشده، پرفسور هوانگ از مؤسسه ی لایپزیش آلمان و پرفسور صبا حمود از دانشگاه کوفه ی عراق به عنوان داوران و مهمانان بین الملل مسابقه در محل برگزاری نمایشگاه حضور داشتند



مطابق با برنامه ریزی های انجام شده، داوری نهایی و رقابت اصلی در مرحله نمایشگاه دومین دوره مسابقات بین المللی تصویر میکروسکوپی انجام میگرفت. تصاویر شرکت کنندگان برگزیده توسط دبیرخانه ی مسابقات چاپ و در محل نمایشگاه نصب گردید. تمامی تصاویر به صورت تفکیک شده در پنج زمینه ی نانومواد، متالوگرافی، علوم زیستی و بیومواد، سراموگرافی و مینرالوگرافی، الیاف و پلیمرها به نمایش درآمده بود. نمایشگاه آثار منتخب در تصاویر زیر قابل مشاهده است:



خاتم (دکتر شمیسا) آغاز گردید. دکتر شمیسا توضیحاتی پیرامون دانشگاه خاتم و اهمیت فعالیت های دانشجویی در دانشگاهها و نقش آن در پویایی سیستم دانشگاه ارائه نمودند.

سپس، دبیر اجرایی دومین دوره ی مسابقه تصویر میکروسکوپی (مهندس امیرجانی) در مورد روند کلی مسابقه، تعداد آثار ارسالی، نحوه داوری و اعلام نفرات برتر توضیحاتی ارائه نمود. در انتهای مراسم اختتامیه اعلام نفرات برتر آغاز گردید.

پس از مراسم افتتاحیه، شرکت کنندگان در سالن نمایشگاه حضور پیدا کردند و داوری حضوری آغاز شد. در روز اول برگزاری مسابقه، کارگاه "مشخصه یابی مواد نانوساختار به کمک میکروسکوپ AFM" برگزار گردید و پنجاه نفر از شرکت کنندگان از این کارگاه استفاده کردند. روز دوم مسابقه با برگزاری کارگاه "روشهای نوین آنالیز مواد نانوساختار" توسط پرفسور هوانگ برگزار شد که مورد استقبال شرکت کنندگان مسابقه قرار گرفت. پس از برگزاری کارگاه، داوری آثار از سر گرفته شد و با پایان یافتن داوری، مراسم اختتامیه آغاز گردید. مراسم اختتامیه با سخنرانی نماینده ی دانشگاه

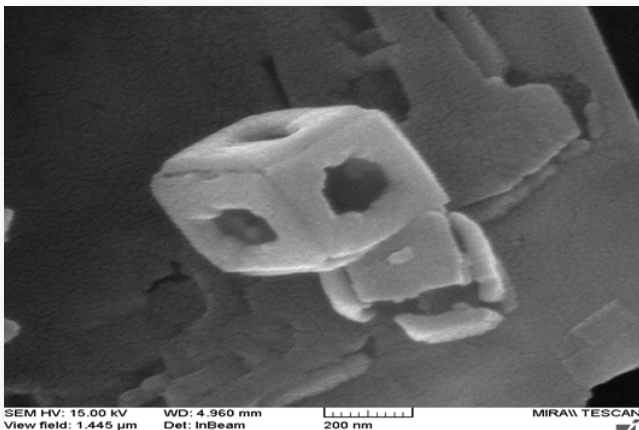


نتایج نهایی در پنج زمینه مسابقه به شرح زیر است:

### نانومواد



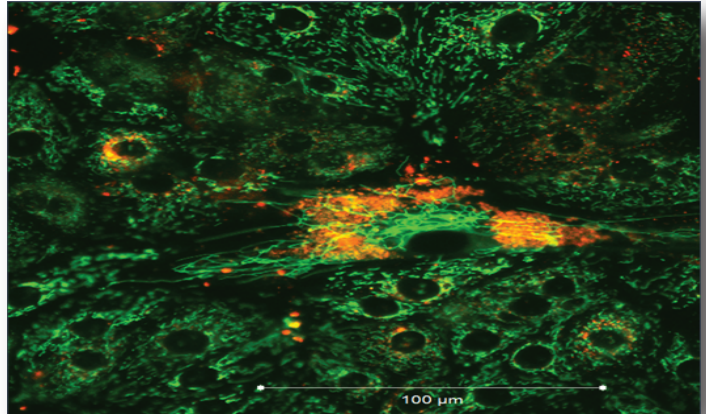
برترین اثر؛ اثر آقای امیرحسین رخشا از دانشکده ی مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه تهران.



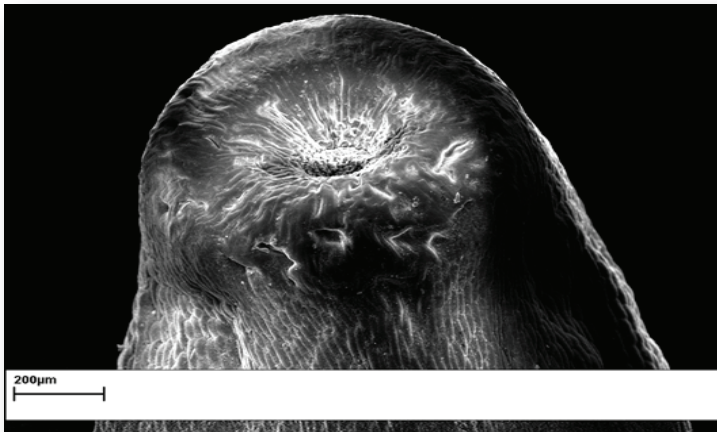
اثر دوم؛ اثر خانم نجمه سروری از دانشکده ی مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی شریف.



## بیومواد و علوم زیستی

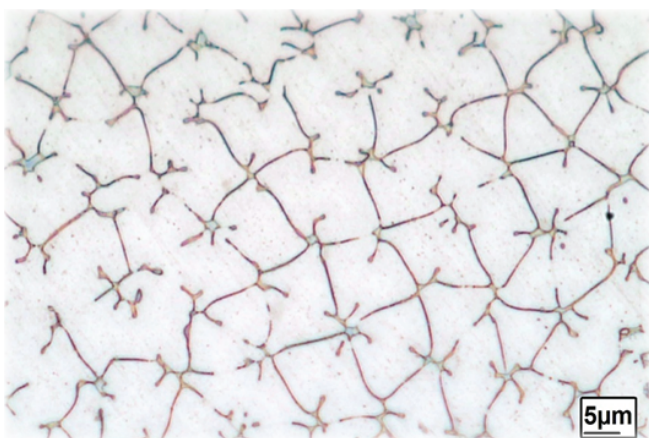


برترین اثر؛ اثر خانم نعیمه هاشمی از دانشگاه تربیت مدرس /  
Ludwig Boltzmann Institute

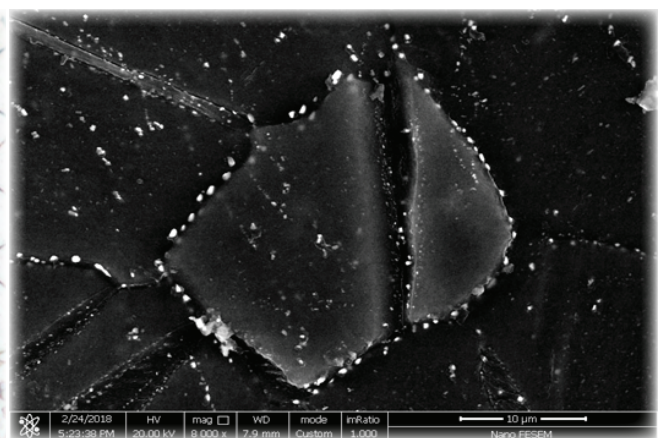


اثر دوم؛ اثر خانم مهسا خدابنده شهرکی از دانشگاه  
فردوسی مشهد.

## متالوگرافی

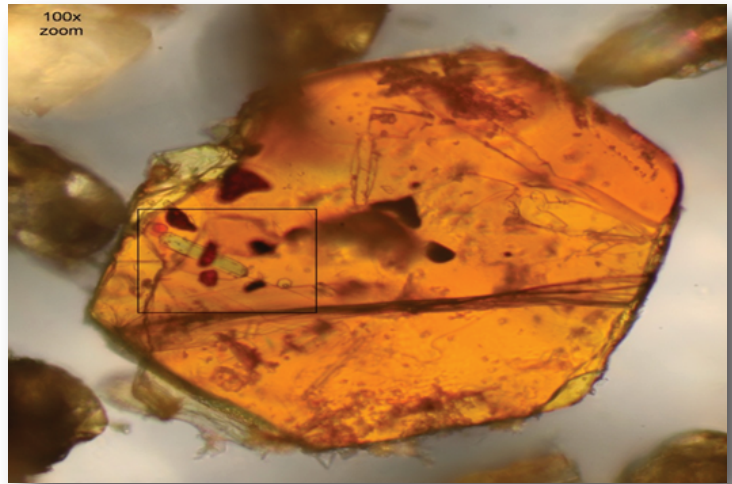


اثر دوم؛ اثر آقای سعید حسین زاده از دانشکده مهندسی  
مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران.

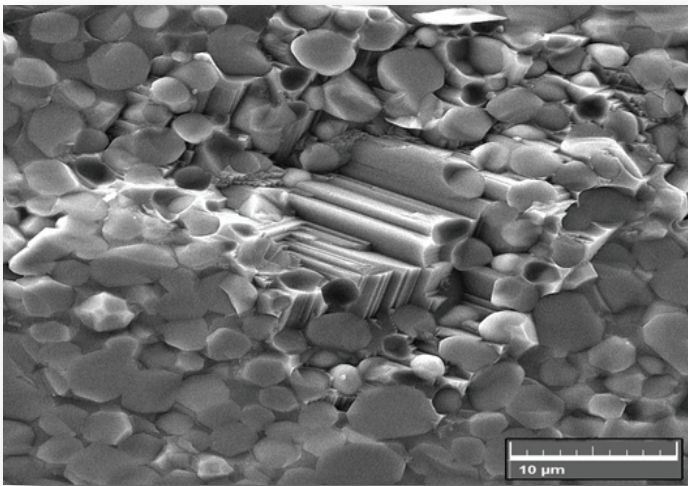


برترین اثر؛ اثر آقای مهدی صباغیان از دانشکده ی  
مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه تهران.

## سراموگرافی و مینرالوگرافی

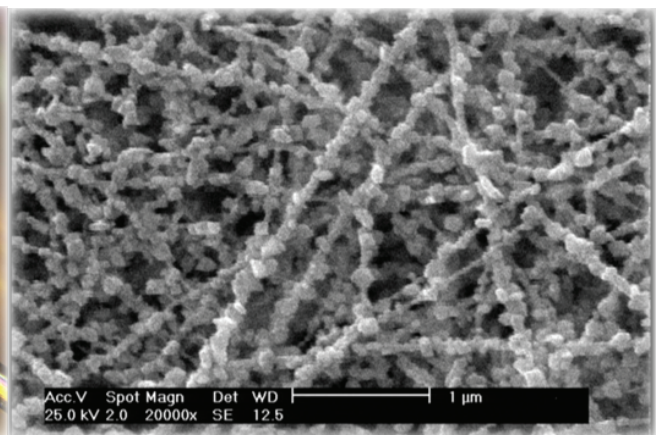
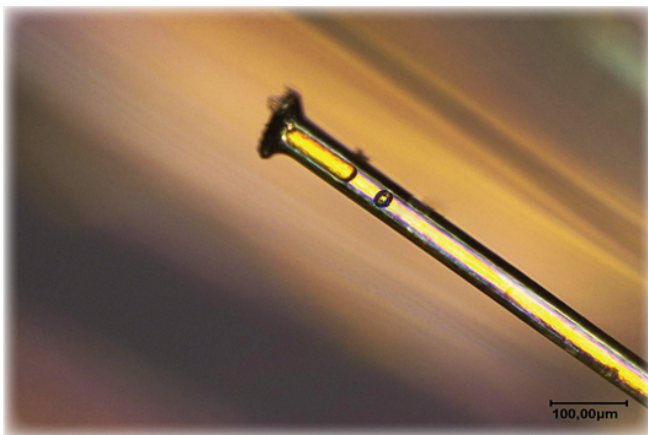


برترین اثر: اثر آقای محسن زادصالح کارشناس ارشد از تهران.



اثر دوم: اثر آقای مصطفی میلانی مهدی از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران.

## الیاف و پلیمرها



اثر دوم: اثر آقای محمدرضا نعیمی راد از گروه نساجی دانشکده فنی مهندسی دانشگاه رازی کرمانشاه.

برترین اثر: اثر آقای حسین توانایی از دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی اصفهان.



در تاریخ ۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۷ با اعلام نفرات برتر در هر زمینه، دومین دوره مسابقات بین المللی تصویر میکروسکوپی به کار خود پایان داد و نفرات برتر هر زمینه، جایزه ی پانصد دلاری و نفرات دوم، جایزه ی سیصد دلاری خود را دریافت نمودند.



## فجایع متالورژیکی پریسا افلاقی



جدید دیگر نیز وجود داشت، از جمله فشار بالای سوختگیری، راهاندازی هیدرولیک سطوح کنترل و یک کابین هوای تهویه مطبوع، که در مجموعه این هواپیمای کاملاً جدید ساخته شده است.

کمت ۱ به عنوان امید جدید به صنعت هواپیمایی بریتانیا دیده شد، اما سقوط های زیادی که رخ داد این تصویر را تیره کرد. تعدادی از این حوادث هنگام برخاستن هواپیما رخ داده بود از جمله در تاریخ ۳ مارس ۱۹۵۳، در زمان مرگ خدمه Comet CF-CUN که علت حادثه ناآشنا بودن خلبانان با هواپیمای جدید گزارش شد. حوادثی نیز در زمانی که هواپیما در ارتفاع متوسط از زمین بود اتفاق افتاد مانند فروپاشی کمت G-ALYV در ۵۰ کیلومتری شمال غربی کلکته، دقیقاً یک سال پس از شروع افتتاحیه، که دلیل آن تنشهای شدید به علت طوفان گرمسیری در آن منطقه بیان شد.

### پیشینه تاریخی

در دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، پیشرفتهای تکنولوژیکی زیادی در حوزه نظامی وجود داشت که طراحی هواپیما را از هواپیمای بمب افکنی به هواپیمای جت تغییر داد. با این حال، در پایان دهه ۱۹۴۰، جهان هواپیمایی هنوز غالباً به صورت بمب افکنی بود.

در تاریخ ۲ می ۱۹۵۲، کمت د-هاولند به عنوان اولین جت تجاری وارد شد و سیستم هواپیمایی را به یک دوره جدید راند. د-هاولند DH۱۰۶ در سال ۱۹۴۳ توسط سر جفری د-هاولند پردازش شد و کار طراحی در سپتامبر ۱۹۴۶ آغاز شد

نمونه آزمایشی اولیه در ۲۷ ژوئیه ۱۹۴۹، همزمان با امضای موافقت نامه برای عرضه ۱۴ هواپیما به Airways Corporation B.O.A.C بریتانیا و دو هواپیما به وزارت حمل نقل، به پرواز درآمد. در حالت سرویس، هواپیما میتواند ۳۶ مسافر را با سرعت ۴۵۰ مایل بر ساعت (۲۰۰ متر بر ثانیه) در محدوده ۲۵۰۰ مایل (۴۰۰۰ کیلومتر) حمل کند.

علاوه بر چهار موتور توربوفن، تعدادی از ویژگی های

با این وجود، پس از آن دو حادثه که در شرایط مشابه در مدت ۳ ماه به وقوع پیوستند دلیل این حوادث به راحتی قابل توضیح نبود. نخستین آنها در تاریخ ۸ ژانویه ۱۹۵۴ بود و کمت (G-ALYP (Yoke Peter تقریباً نیم ساعت پس از خروج از فرودگاه Ciampino در رم به لندن قرار داشت. یوک پیتر در شرایط آب و هوایی مناسبی در ارتفاع ۲۷۰۰۰ فوت (۸/۲۷ کیلومتر) در حال صعود بود تا اینکه مشاهده شد در نزدیکی دریای البا چند تکه شده، بعضی از قطعه ها نیز شعله ور بودند. ناوگان کمت معلق شد و دلایل احتمالی بررسی شد. هرچند که تحقیق مناسبی در مورد علت خراب شدن هواپیماها که عموماً بالای بستر دریا به وقوع میپیوست انجام نشد. بعد از عملی کردن توصیه های کارشناسان که منجر به بهبود شرایط شد، مجدداً ناوگان کمت در ۳۲ مارس ۱۹۵۳ وارد بازار شد.

در تاریخ ۸ آوریل ۱۹۵۴، کمت (G-ALYY (Yoke Yoke از فرودگاه Ciampino به مقصد قاهره خارج شد. بعد از حدود ۳۰ دقیقه، زمانی که Yoke Yoke می توانست به بالاترین حد صعود خود در ۳۵۰۰۰ فوت (۱۰/۶ کیلومتر) برسد، تمام تماس ها از بین رفت و بعد از آن در دریا در نزدیکی نیپال یافت شد. بعد از این حادثه مجدداً همه ی کمت ها از سرویس خارج شدند و در ۱۲ آوریل وزارت حمل و نقل و هواپیمایی کشوری گواهی هواپیمائی را برای این ناوگان حذف کرد.

## تحقیقات انجام شده

آزمایش شبیه سازی پرواز شبیه به کابین هواپیما بود. فشار با استفاده از آب و بارگذاری بال با استفاده از رم هیدرولیکی انتخاب شد. از آب به این دلیل که تراکم ناپذیر بود برای ایجاد فشار در کابین استفاده شد و در نتیجه آن هر شکستی به دلیل وجود انرژی ذخیره شده، منجر به از بین رفتن کامل کابین فشار نمیشد. اگر هوا استفاده میشود، هر گونه شکست از ناحیه پوسته مساوی انفجار یک بمب ۵۰۰ لیتری (۲۲۰ کیلوگرم) در کابین بود. به منظور حذف اثرات وزن آب داخل کابین، یوک به همراه بالهای آن که بیرون دیواره مخزن قرار داده شده بود، درون آب قرار داده شد.

این طراحی بارهای مرتبط با هر پرواز را قادر ساخت که هر ۵ دقیقه اعمال شوند. این شبیه ساز ضعف شدید و یا رشد ترک خستگی را در پوسته هواپیما به خصوص در اطراف نواحی برش مانند پنجره ها و دریچه های فرار نشان داد. پوسته یوک ۷۵۰۳ دور پرواز (۱۲۲۱ مورد واقعی و ۱۸۳۶ شبیه سازی شده) را قبل از آنکه ترک خستگی به شکست از سوراخ پرچ در نزدیکی دریچه فرار جلو منتهی شود تجربه کرده بود. طول ترک تا قبل از شکست نهایی کمتر از ۲ میلیمتر در این آزمون شبیه سازی شده بود. این شکست پس از آن تعمیر شد، و تست پرواز شبیه سازی

ادامه یافت. ترک ها در اطراف تعدادی از پنجره های دیگر و در بال ها دیده شد و رشد آنها نظارت شد. این برنامه آزمایش تنها پس از فشار ۵۵۴۶ متوقف شد، زمانی که یک خستگی خفیف از پنجره پورت شماره ۷ به شکست رسید و ۴/۵ متر دیوار کابین را از بین برد. این نتیجه گرفته شد که اگر این کمت آنکل یوک به پرواز خود ادامه میداد، بعد از ۹۰۰۰ ساعت ممکن بود کابین خود را از دست دهد. علاوه بر شبیه سازی فشار در کابین، آزمایش های اثبات شده ای نیز بود که بعد از هر ۱۰۰۰ پرواز، فشار ۱۱psi-۷۶ kPa برای شبیه سازی آنهایی که توسط اپراتورها یا طراحان انجام میشود، برای تست تمامیت ساختاری کابین هرازگاهی وارد میشود.

بازسازی یوک پیتر در فرانسه تا سپتامبر ۱۹۵۴ همزمان با جمعاً وری تکه های آن توسط نیروی دریایی رویال از بستر دریا همچنان ادامه داشت. در این فرایند برای اولین بار از دوربین های تلویزیونی زیر آب استفاده شد و از مدل های مشابه کمت موجود در فرانسه به منظور ساخت الگویی برای قطعات گمشده استفاده شد. در نهایت، حدود ۷۰ درصد از هواپیما بازیابی شد و این به تولید سناریو آخرین لحظات هواپیما کمک کرد.

یوک پیتر اولین هواپیمای جتی بود که به سرویس تجاری راه پیدا کرد و در زمان حادثه، ۱۲۸۶ امین پرواز تحت فشار و ۲۵۵ امین پرواز بدون فشار خود را سپری میکرد. دادگاه با یافته های تحقیقاتی RAE به این نتیجه رسید که این حادثه ناشی از شکست ناگهانی کابین به علت رشد ترک خستگی و پس از آن شکستن هواپیما بود. حادثه ای که برای G-ALYY رخ داد نیز به این دلیل بود که شرایط مشابهی داشت، به همان علت شناخته شد، اگرچه هنوز برای اثبات پرونده کافی نبود.

ریشه این شکست سریع ناشی شده از خستگی فلز، به دلیل تنش های شدید در اطراف نواحی برش، مانند پنجره ها و در پوسته هواپیما گزارش شد.

به نظر میرسد شکست یوک پیتر به دلیل ترک خستگی در نزدیکی گوشه سمت راست پنجره عقب باشد. این ترک از سوراخ کمربندی به قطر ۱۰ میلیمتر منشعب شده و بعد از چند سیکل فشار درون کابین به صورت غیرمنتظره ای منجر به شکست میشود. این سوراخ که در منطقه پرتنش قرار گرفته، نخستین منطقه شروع ترک خستگی شناخته شد. پس از آن De Havilland پنجره ها را مجدداً طراحی کرد و ضخامت پوسته را در این مناطق افزایش داده تا در نسخه های بعدی کمت این مشکل برطرف شود.

## نتیجه گیری

کمت د-هاویلند یک هواپیمای نوین بود. این ناوگان تعدادی از ویژگی های جدیدی که در حال حاضر در بخش هایی از طراحی هواپیمایی مدرن پذیرفته شده است، را دارا می باشد اما در آن زمان یک روند کاملاً جدید را ایجاد کرد. پیشرفت های فنی اندکی لازم بود تا این هواپیما بتواند پرواز کند و این باعث شد تا دانش علمی آن زمان با محدودیتهایی روبرو شود. با این حال، مانند سایر پیشگامان، اولین کسانی که به عرصه جدیدی وارد میشوند، اولین کسانی هستند که به مشکل برخورد میکنند و این خصوصاً در سیستم هواپیمایی تجاری که شکست میتواند بسیار چشمگیر باشد نیز بسیار رخ میدهد.

شکست کابین فشار از رشد ترک خستگی که از عیوبی است که احتمالاً در هنگام ساخت هواپیما بوجود آمدند، عیوبی که در طراحی های قبلی به دلیل فشار کمتر کابین مشکل به حساب نمی آمدند، ناشی میشد. این مشکل هنگام آزمونهای فراوانی که د-هاویلند انجام داد نیز شناسایی نشد و آن زمان به سادگی قابل پیشبینی نبود. علم بدست آمده از این حوادث ناگوار منجر به پیشرفت آزمونهایی شد که امنیت جان انسانها را تامین میکند.

تمام ترک های مشاهده شده در کابین فشار از سوراخهای پیچ و مهره در نزدیکی مناطق قطع شده ناشی میشود. احتمالاً این شکل مناطق برشها نیست که برای خستگی مضر باشد بلکه متد ثابت کردن پنجره ها و صفحات دوبر بر روی کابین فشارها است که باعث این ترک شده است. اگر پنجره ها مربعی شکل نباشند، روش چسب زدن "Redux" ممکن است به آن اعمال شود و از شکست در این مناطق اجتناب شود.

پس از مشکلات Comet I، د هاویلند Comet IV را تولید کرد که ابعاد بزرگتری داشت، ۸۰ مسافر را حمل میکرد و دامنه وسیعی داشت. این هواپیما به عنوان نخستین هواپیمای تجاری وارد تاریخ شد که از اقیانوس اطلس در ۴ اکتبر ۱۹۵۸ عبور کرد و مسیری را که میلیون ها مسافر از آن زمان طی کردند، افتتاح کرد. با این حال، ۳ هفته بعد، یک هواپیمای بوئینگ ۷۰۷ پان آمریکایی همان پرواز را با ۱۲۰ مسافر انجام داد و برتری صنعت هواپیمایی آمریکا را نشان داد. کمت تا سال ۱۹۶۲ ادامه داشت، که در آن زمان ۱۱۳ مدل از آن ساخته شده بود.

درس قابل توجهی که از فاجعه کمت گرفته شد این بود که پنجره های هواپیما دیگر مربع نیستند بلکه دارای لبه های گرد به منظور کاهش هرگونه تمرکز تنش میباشند. یکی دیگر از درس های گرفته شده از این حوادث باعث شد که ترک های کرکره ای در حال حاضر بین قاب های برش قرار بگیرند که شکل

سفت کننده های گردشی را ایجاد میکنند که بدنه را به چندین بخش تقسیم میکنند و از این طریق از گسترش ترک از یک پنجره به پنجره ی دیگر جلوگیری میکنند. مهم تر از همه، قبل و در دوران کمت، فلسفه طراحی هواپیماها عمدتاً SAFE-LIFE بود، بدین معنا که ساختار برای حفظ خستگی مورد نیاز بدون آسیب اولیه و بدون تلفات آسیب در هنگام سرویس طراحی شده بود. حوادث کمت نشان داد که در اطراف شکاف های تنش در مقیاس بزرگ، ممکن است شروع و انتشار ترک بسیار سریع تر از حد انتظار باشد، به طوری که ایمنی در استاندارد SAFE-LIFE بدون تست های زود هنگام بررسی مناطق مستعد به ترک، تضمین نمیشود.







## رتبه بندی دانشگاه‌های جهان در رشته‌ی مهندسی و علم مواد در سال ۲۰۱۸

### و معرفی دانشگاه ایلینویز

نیلوفر کولیونز

رتبه‌بندی آکادمیک دانشگاه‌های جهان بر اساس پارامترهای مختلفی انجام می‌گیرد. رتبه‌بندی‌ها می‌تواند براساس کیفیت برخی شاخص‌های موجود انجام شود. از جمله ی این شاخص‌ها می‌توان به آمارهای تجربی، برآوردهای مربوط به مدرسین و اساتید، بورسیه‌ها، دانشجویان، داوطلبان ورود به دانشگاه و برخی دیگر اشاره کرد. برخی از رتبه‌بندی‌ها هم هستند که بر اساس نحوه ی پذیرش و ورود دانشجویان به دانشگاه صورت می‌گیرد.

علاوه بر رتبه‌بندی موسسات، برخی رتبه‌بندی‌های دیگری هم وجود دارد که برای برنامه‌های آموزشی، دپارتمان‌ها و مدارس صورت می‌گیرد. رتبه‌بندی‌ها بر اساس جهت‌دهی برخی مجلات و روزنامه‌ها و گاهی هم توسط دانشگاهیان و فرهنگیان انجام می‌گیرد.

نشریه ی آموزش عالی تایمز لندن یک نشریه واقع در انگلستان و مربوط به آموزش عالی با همکاری موسسه کاکارلی سیموندز (به انگلیسی: Quacquarelli Symonds)، هر ساله لیستی از ۲۰۰ دانشگاه برتر دنیا را با عنوان (به انگلیسی: THES - QS World University Rankings) منتشر می‌کند. در مقایسه با رتبه‌بندی‌های دیگر، در این رتبه‌بندی سالانه بسیاری از دانشگاه‌های غیرآمریکایی و خصوصاً انگلیسی در میان رتبه‌های بالای آن قرار دارند.

### رتبه بندی QS دانشگاه‌های جهان در رشته‌ی

### مهندسی و علم مواد در سال ۲۰۱۸:

- |                                              |                                    |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| ۱۰) دانشگاه اکول پلی تکنیک فدرال لوزان       | ۱) انستیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT) |
| ۱۱) دانشگاه امپریال کالج لندن                | ۲) دانشگاه استنفورد                |
| ۱۲) دانشگاه نورث وسترن امریکا                | ۳) دانشگاه تکنولوژی نینانگ سنگاپور |
| ۱۳) انستیتو تکنولوژی جورجیا                  | ۴) دانشگاه کالیفرنیا در برکلی      |
| ۱۴) انستیتو علم و تکنولوژی پیشرفته کره جنوبی | ۵) دانشگاه هاروارد                 |
| ۱۵) انستیتو تکنولوژی فدرال سوییس             | ۶) دانشگاه کمبریج                  |
| ۱۶) دانشگاه توکیو                            | ۷) دانشگاه آکسفورد                 |
| ۱۷) انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا در کلک        | ۸) دانشگاه ملی سنگاپور             |
| ۱۸) دانشگاه پکینگ چین                        | ۹) دانشگاه تی سینگ هووا چین        |
| ۱۹) دانشگاه ایلینویز در اوربانا چمپیونز      |                                    |
| ۲۰) دانشگاه ملی سئول                         |                                    |



- |                                              |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| (۳۱) دانشگاه منچستر انگلیس                   | (۲۱) دانشگاه کالیفرنیا در لس آنجلس  |
| (۳۲) دانشگاه کورنل                           | (۲۲) دانشگاه علم و تکنولوژی هنگ کنگ |
| (۳۳) دانشگاه میشیگان                         | (۲۳) دانشگاه توهو کو ژاپن           |
| (۳۴) دانشگاه علم و تکنولوژی پهبانگ کره جنوبی | (۲۴) دانشگاه دلفت هلند              |
| (۳۵) دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا               | (۲۵) دانشگاه شانگهای جیا تونگ چین   |
| (۳۶) دانشگاه ملی تایوان                      | (۲۶) دانشگاه تگزاس                  |
| (۳۷) دانشگاه نیوساوت ولز                     | (۲۷) انستیتو تکنولوژی توکیو         |
| (۳۸) دانشگاه کالیفرنیا در سانتا باربارا      | (۲۸) دانشگاه آخن آلمان              |
| (۳۹) دانشگاه ریچی آمریکا                     | (۲۹) دانشگاه کیوتو ژاپن             |
| (۴۰) دانشگاه علم و تکنولوژی چین              | (۳۰) دانشگاه فودان چین              |

### معرفی دانشگاه ایلینویز (University of Illinois at Urbana-Champaign)

سیستم کتابخانه‌ای دانشگاه ایلینویز یکی از بزرگ‌ترین مجموعه‌های علمی عمومی در جهان است. که بزرگ‌ترین سیستم کتابخانه‌ای در آمریکا پس از دانشگاه هاروارد است. همچنین بزرگ‌ترین کتابخانه مهندسی عمومی آمریکا در این دانشگاه قرار دارد.

دانشگاه ایلینویز (UIUC) دانشگاه تحقیقاتی عمومی است که در سال ۱۸۶۷ در ایالت ایلینویز آمریکا در شهر اوربانا - شامپین تأسیس شد که دارای ۶۱ دانشکده و بیش از ۱۵۰ دوره کارشناسی و ۱۰۰ دوره تحصیلات عالی می باشد. این دانشگاه در آخرین رتبه بندی QS رتبه ۶۶ را در جهان به خود اختصاص داده است. دانشگاه ایلینویز عضو انجمن دانشگاه‌های آمریکایی است و به عنوان یک دانشگاه تحقیقاتی دکتری R1 طبقه بندی می‌شود. همچنین یک پارک تحقیقاتی به مراکز نوآوری برای شرکت‌های تجاری عمومی از جمله yahoo ، Abbott و ... را اداره می‌کند. محوطه‌ی دانشگاه ایلینویز به خاطر چشمانداز و معماری خاص آن و همچنین نشانه‌های متمایز آن شناخته می‌شود که باعث شده است این دانشگاه به عنوان یکی از ۵۰ دانشگاه آثار هنری معرفی شود.



آمفی تئاتر فولینجر، واقع در پردیس مرکزی دانشگاه ایلینویز



کتابخانه اصلی دانشگاه ایلینویز



دانشجوی کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که کیفیت این دپارتمان که هر ساله توسط مؤسسات ذی صلاح مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، عموماً در رتبه یک تا سه در ایالات متحده قرار دارد. این دانشگاه تحقیقات زیادی را بر روی مواد خودترمیم شونده همچون پوشش‌های پلیمری که مواد را از تاثیراتی محیطی مضر مصون می‌دارد انجام داده است. حیطة دیگری که این دانشگاه فعال است، مواد الکترونیک می‌باشد.

دانشجویان این دانشگاه در حال کار بر روی تولید باتری‌های تلفن همراهی هستند که می‌توانند به جای چندین ساعت در چندین دقیقه شارژ شوند.

این دانشگاه برای تحصیلات تکمیلی کارشناسی ارشد گرایش‌های بیومواد، پلیمر و مواد نرم، سرامیک‌ها، مواد محاسباتی، مواد الکترونیکی و فلزات را ارائه می‌دهد.



### دانشکده مهندسی و علم مواد (IMatSE)

دانشکده مهندسی و علم مواد دانشگاه ایلینویز نیز در سال ۱۸۶۷ در حالی که دانشگاه نیازمند برنامه فنی معدن برای پروژه اش در موسسه‌لند-گرنٹ (land-grant) بود، تأسیس گردید. در سال ۱۹۸۷ دپارتمان مهندسی معدن و متالورژی و دپارتمان مهندسی

سرامیک این دانشگاه بایکدیگر تلفیق شدند و دپارتمان جدید مهندسی و علم مواد این دانشگاه ایجاد شد. دانشگاه ایلینویز در آخرین رده بندی QS در جایگاه نوزدهم جهان در رشته مهندسی و علم مواد قرار گرفته است و همچنین قطب علمی مواد الکترونیکی را به مدت چندین سال به خود اختصاص داده است. دانشگاه مهندسی و علم مواد دانشگاه ایلینویز، یکی از بزرگترین دپارتمان‌های مواد در ایالات متحده با حدود ۶۰۰

دروس ارائه شده برای دوره کارشناسی مهندسی و علم مواد دانشگاه ایلینویز در زیر آورده شده است:

First Year	Hours	Second Year	
<b>First Semester</b>		<b>First Semester</b>	
General Chemistry 1	3	Introduction Computing : Engineering Science	3
General Chemistry lab 1	1	Calculus 3	4
Engineering Orientation	0	Phases and Phase Relations	3
Calculus 1	4	University Physics: Electronic Magnetic	4
Introduction to Material Engineering Science	2	Liberal education elective	3
Writing and Research	4	Semester Hours	17
Semester Hours	14	<b>Second Semester</b>	
<b>Second Semester</b>		Electrical and Electronic Circuits	3
General Chemistry 2	3	Introduction Differential Equations	3
General Chemistry lab 2	1	Mechanics for Material Engineering Science	4
Introduction Matrix Theory	2	University Physics: Quantum Physics	2
Calculus 2	3	Liberal education elective	3
Freshman Materials Laboratory	1	Semester Hours	15
University Physics: Mechanics	4	Total Hours	63
Writing and Research	4		
Semester Hours	17		

**All student except Biomaterials Area**

<b>Third Year</b>		<b>Fourth Year</b>	
<b>First Semester</b>		<b>First Semester</b>	
Analysis of Data	3	Topical lecture courses	6
Materials Laboratory 1	3	Laboratory Studies in Material Engineering Science	3
Thermodynamics of materials	3	Technical elective	3
Thermal-Mechanical Behavior of Materials	3	Liberal education elective	3
Liberal education elective	3	Free elective	3
Semester Hours	15	Semester Hours	18
<b>Second Semester</b>		<b>Second Semester</b>	
Electronic Properties of Materials	3	Materials Design	3
Materials Laboratory 1	3	Laboratory Studies in Material Engineering Science	3
Kinetic Processes in Materials	3	Technical elective	3
Microstructure Determination	3	Liberal education elective	3
Topical lecture (introduction level suggested)	3	Free elective	3
Liberal education elective	3	Semester Hours	15
Semester Hours	18	Total Hours	66

**Biomaterials Area**

<b>Third Year</b>		<b>Fourth Year</b>	
<b>First Semester</b>		<b>First Semester</b>	
Elementary Organic Chemistry 1	3	Design and Use of Biomaterials	3
Material Laboratory 1	3	Introductory Biochemistry	3
Thermodynamics of materials	3	Topical lecture in biomaterials area	2
Thermal-Mechanical Behavior of Materials	3	Topical lecture outside of biomaterials area	3
Molecule Cellular Basis of Life	4	Liberal education elective	3
Semester Hours	16	Free elective	3
		Semester Hours	17
<b>Second Semester</b>		<b>Second Semester</b>	
Cell, Tissues Development	3	Materials Design	3
Analysis of Data	3	Laboratory Studies in Material Engineering Science	3
Material Laboratory 2	3	Topical lecture in biomaterials area	3
Kinetic Processes in Materials	3	Topical lecture outside of biomaterials area	3
Liberal education elective	3	Liberal education elective	3
Semester Hours	15	Free elective	3
		Semester Hours	18
		Total Hours	66

## داوود حق شناس فتمه سری

امیرحسین انیسی



به نام خدا

### ۱. ابتدا در مورد سوابق تحصیلتان بفرمایید؟

داوود حق شناس هستم. عضو هیئت علمی گروه مواد و متالورژی دانشکده معدن و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر. بنده مقطع کارشناسی را در سال ۷۷ در دانشگاه صنعتی امیرکبیر گرایش متالورژی استخراجی و کارشناسی ارشد را در دانشگاه صنعتی شریف گرایش استخراج فلزات گذراندم. بعد از مقطع ارشد به امیرکبیر بازگشتم و دوره دکترا را در امیرکبیر به اتمام رساندم و در همین دانشگاه مشغول به کار شدم. فیلد کاری من هم متالورژی استخراجی می باشد و تا حدی هم بر روی سنتز های شیمیایی نانو مواد مشغول به کار هستم.

### ۲. تعیین گرایش های جدیدی که برای دانشجویان متالورژی انجام شده را چطور ارزیابی می کنید؟

بنده این برنامه ریزی جدید را مثبت ارزیابی می کنم چرا که گروه مواد و متالورژی ما نیاز به این تغییرات داشت کما این که نه تنها بسیاری از دانشگاه های ایران بلکه تقریباً تمام دانشگاه های دنیا تا جایی که

من اطلاع دارم این استحاله را از سمت مهندسی متالورژی صفر به سمت مهندسی متالورژی و مهندسی مواد یا علم مواد انجام دادند و این تغییرات بصورت قرار گرفتن دروس جدید در سیلابس درسی و تغییر یافتن محتوا برخی از دروس ظاهر می شود. در کل این تغییرات را خوب ارزیابی می کنم و امیدوارم این تغییرات بر روی خروجی ما که فارغ التحصیلان هستند منعکس بشود.

### ۳. وضعیت دانشجویان را از جنبه های مختلف نسبت به زمانی که خود دانشجوی بودید چطور ارزیابی می کنید؟

پاسخ به این سوال زمان بر و وقت گیر است. تعریفی که از دانشجوی در این زمان می شود بسیار متفاوت با دوره ما می باشد. من قصد بی احترامی و جسارت ندارم اما واقعیت این است که در ورودی های کارشناسی ما در سال های اخیر تقریباً اکثریت (نه همه) از لحاظ مهارت اجتماعی و ارتباطی من را به یاد دوره راهنمایی خودم (نظام قدیم آموزشی) می اندازد. بچه های این دوره باهوش تر شده اند ولی از طرفی دیگر به نوعی لای پر قو بزرگ شده اند و بسیاری از مسائل را یا ندیده اند و یا درک نمی کنند. در کل اوضاع بسیار متفاوت شده است. حالا در فرصتی بهتر می توان بیشتر راجع آن اظهار نظر کرد.



آن موفق شد.

۷. آیا بین دانشگاه‌های تهران که دانشجوی در رشته متالورژی می‌پذیرند تفاوت خاصی محسوس است؟

هیچ ماست بندی نمی‌گوید ماست من ترش است ولی در کل می‌توان گفت بله جزو بهترین‌ها هستیم مخصوصاً در برخی از گرایش‌ها که خیلی موفق هستیم. در همین حد اکتفا می‌کنم.

۸. شرایط کار و اشتغال برای دانشجویان فارغ التحصیل متالورژی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

من آدم صنعتی نیستم و کاملاً در دانشگاه کار می‌کنم و اطلاع زیادی ندارم و مانند شما چیزی که در جامعه موجود هست را می‌بینیم. در کل اهداف جدید آموزشی، تطابق مباحث آموزش داده شده با موضوعاتی است که در صنعت نیاز است ولی یادتون باشد دقیقاً نمی‌توان گفت که هر کس هر رشته‌ای را خوانده در همان حوزه مشغول به کار شده است بلکه باید لوازم و اسباب مورد نیاز برای محیط کار فراهم شود که همواره سعی در فراهم شدن آن بوده است.

۹. در حال حاضر در اوقات فراغت خود مشغول به چه فعالیت‌هایی می‌باشید؟

اوقات فراغت که اصولاً نداریم گاهی شنا می‌رویم اما بیشتر آب بازی است تا شنا (با خنده). گاهی هم فوتبال بازی می‌کنیم.

۱۰. در آخر بحث چه صحبتی با دانشجویان دارید؟

اگر دیپلم ریاضی و فیزیک گرفته‌اید و آمده‌اید که رشته فنی مهندسی بخوانید و به هر علتی به جمع بندی درست و منطقی رسیده‌اید که به این رشته علاقه ندارید، ادامه ندهید و عمر خود را تلف نکنید. باز هم می‌گویم اگر دلایل منطقی و درست داشتید و یا با فردی که مهندس متالورژی است و در این زمینه اطلاعات دارد مشورت کرده‌اید و متوجه شدید که راه را اشتباه آمده‌اید به سمت رشته دیگری روید. نه این که دانشجوی سال یک باشید و به دروسی که تا آن موقع پاس کرده‌اید استناد کنید. مگر دانشجوی سال اول چه دروسی را گذرانده است و از مهندسی مواد چه می‌دانند! دنبال این هم نباشد که کدام رشته بهتر است و کدام نیست. خیلی از بچه‌های ورودی مبتلا به این قیاس کردن‌ها هستند و غالب بچه‌ها نمی‌دانند فرضاً مهندسی مکانیک چیست یا مهندسی عمران چیست یا مهندسی شیمی چیست و یا حتی مهندسی مواد چیست و ... ولی اگر تصمیم به ماندن در این رشته گرفته‌اید، درس بخوانید و بدانید که جبران عقب ماندگی ترم‌های اول در ترم‌های بالاتر بسیار سخت است. پس از همان اول درس بخوانید و همینطور به فعالیت‌های غیر درسی نیز بپردازید.

۴. شما در دوره دانشجویی خود بالاخص دوره کارشناسی چه فعالیت‌های غیردرسی داشتید؟

بنده جزو افرادی بودم که در راه اندازی و شروع نشریه کاوه در سال ۷۸-۷۹ بصورت موثر همکاری و مشارکت داشتم در آن زمان اولین نشریه کاوه را با ذوق و شوق فراوان انجام دادیم که حاصل آن مجموعه‌های کاغذی تحت عنوان نشریه بود که با منگنه به هم متصل شده بودند و فکر می‌کنم الان هم در آرشیو موجود باشد. همچنین در انجمن‌های علمی هم فعالیت داشتم و گاهی هم در جاهایی مطالبی می‌نوشتیم.

۵. اگر به عقب باز گردید با هم همین مسیر تحصیلی را طی می‌کنید؟

بله، همین رشته را می‌خواندم با این که در ابتدا آگاهی و اطلاع کافی از این رشته نداشتم و ناخودآگاه وارد این رشته شدم، اما در کل راضی‌ام و اگر برگردم باز هم همان مسیر را طی می‌کنم. کاری به خوب بودن یا نبودن رشته ندارم. این رشته، رشته‌ای است که با روحیات و خلقیات من سازگار است و آن چیزی که همواره در فکر و ذهنم بوده را احساس می‌کنم پیدا کردم. اما هیچ وقت حاضر نیستم متالورژی صنعتی بخوانم و باز هم متالورژی استخراجی را انتخاب می‌کنم.

۶. با توجه به شرایط موجود پیشنهاد می‌کنید دانشجویان این رشته بیشتر سمت و سوی کدام بخش از این رشته بروند؟

دامنه این رشته بسیار گسترده و متنوع است. از یک طرف می‌توان ارتباط آن با علم فیزیک و فیزیک کاربردی را دید و از سوی دیگر با شیمی تجزیه و شیمی کاربردی در ارتباط است. چیزی که می‌گویم شعار نیست و شما می‌توانید این چیزها را به عینه در گرایش‌های ارشد متالورژی و مواد ملاحظه کنید. اگر بخواهم چند تا از این گرایش‌ها را نام ببرم: جوشکاری، ریخته‌گری، نانو مواد، بایو مواد، خوردگی و الکتروشیمی، متالورژی استخراجی و ...

اگر اشتباه نکنم ۱۰ الی ۱۲ عنوان گرایش کارشناسی ارشد دارد و هر کدام برای خود دنیایی دارد. متأسفانه در کشور ما فضای نامناسبی وجود دارد و بچه‌ها دوره کارشناسی را طی جوی که در آن زمان حاکم است انتخاب می‌کنند (در دوره ما رشته صنایع خیلی مطرح بود). فارغ از این‌ها، در رشته متالورژی هر کسی که به شیمی، فیزیک، ریاضی و نه هنر و ... علاقه مند باشد می‌تواند موفق باشد. من بچه‌ها را به سمت و سویی از این رشته تشویق نمی‌کنم و تاکیدم بر این است که می‌توان موضوعات و مباحث جالبی را در این رشته پیدا کرد و آن را دنبال کرد و بر روی آن کار کرد و در



## معرفی برنامه ی کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

صادق فیروزی؛ عضو هیئت علمی دانشکده ی مهندسی معدن و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

که بزرگترین بخش این برنامه است برای همه دانشجویان یکنواخت است و پس از گذراندن این دروس، دانشجویان، پایه های علمی رشته را در تمامی وجوه اصلی آن آموخته و آنان آمادگی لازم برای درک دروس تخصصی در شاخه های متعدد این رشته را فرا خواهند گرفت. در این میان، توجه ویژه به دروس اصلی و تخصصی اجباری رشته صورت پذیرفت (جدول ۵ و ردیف ۱ و ۲ جدول ۶ مرجع [۱])؛ برخی از دروس برنامه ی قدیم (گرایشهای متالورژی استخراجی و متالورژی صنعتی مرجع [۲]) حذف یا ادغام شدند و در ادامه دروس جدیدی که یا پیش از این ارائه نشده بودند (دروس شیمی مواد، فیزیک مواد، آشنایی با فرایندهای ساخت) و یا با ادغام دروس قبلی، به شکل جدید ارائه شدند (روش های شناسایی و آنالیز مواد و اصول تولید فلزات ۱). همچنین سیلابس تمامی دروسی که از برنامه ی قبلی باقی ماندند بصورت جامع با هدف به روزرسانی سرفصل ها و مراجع درسی و با توجه ویژه به پیوستگی دروس پی درپی بازبینی شدند. همچنین در سلسله آزمایشگاه/کارگاه های تخصصی با توجه به روند تحول در رشته مهندسی مواد دو آزمایشگاه/کارگاه جدید (کارگاه محاسبات مهندسی، و آزمایشگاه روشهای شناسایی و آنالیز مواد) برنامه ریزی شده است.

دیگر مشخصه ی مهم این برنامه که در دانشگاه صنعتی امیرکبیر بسیار مورد توجه است، قائل بودن به حق انتخاب برای دانشجویان، هم در انتخاب دروس تخصصی (جدول ۶ مرجع [۱]) و هم انتخاب بسته های اختیاری (جدول ۷ الی ۹ مرجع [۱]) است. این به این معنی است که دانشجویان در سال سوم تحصیل که وارد دروس تخصصی میشوند، ۲۰ واحد از مجموع ۸۲ واحد جدول ۶ را به اختیار خود با توجه به علاقه و شناخت خود از زمینه های مختلف کاری این رشته انتخاب میکنند (لازم به ذکر است که دروس ردیف ۱ و ۲ این جدول اجباری است و همچنین دانشجویان میتوانند در صورت تمایل به جای تعدادی از دروس اختیاری بسته، بیش از ۲۰ واحد از این جدول درس بگذرانند). مشخصه مهم دروس جدول ۶ این است که مهمترین تخصص های رشته مهندسی مواد و متالورژی را که در صنعت کشور جامعیت بیشتری دارند، در برمیگیرد.

این برنامه دارای ۳ بسته اختیاری بوده که شامل بر تعدادی دروس تخصصی است که حول یک تخصص، محوریت داشته و دانشجویان در سال آخر حداکثر ۵۱ واحد از این بسته ها را اخذ خواهند کرد. هر ۳ بسته شامل ۳ درس مشترک (زبان تخصصی، مدیریت و اقتصاد مهندسی، و روش تحقیق و گزارش نویسی) است

بدیهی است که همگام با توسعه علم و فناوری در ایران و جهان، برنامه های درسی کلیه ی رشته های علوم و مهندسی نیز باید به طور مستمر بازبینی شده و بنابر نیاز تغییرات جزئی و کلی در آن صورت پذیرد. در ایران به طور سنتی برنامه ریزی آموزشی توسط دفتر برنامه ریزی آموزش وزارت علوم صورت گرفته که این امر علاوه بر ایجاد کندی در فرایند به روزآوری برنامه ها را به دنبال دارد، امکان در نظر گرفتن اهداف آموزشی دانشگاه های مجری، نیازهای منطقهای و استعدادهای و توانایی های منحصر به فرد گروه های آموزشی را ندارد. هرچند این روند در حال تغییر بوده و در سال های اخیر بسیاری از دانشگاه های تراز اول کشور برنامه های آموزشی خود را بازبینی و تدوین کرده اند. دانشگاه صنعتی امیرکبیر نیز از این مهم مستثنی نبوده و در سال ۱۳۹۴ تصمیم به بازنگری کلیه ی برنامه های آموزشی خود گرفت و گروه متالورژی یکی از اولین گروه هایی بود که برنامه ریزی برای بازبینی برنامه ی کارشناسی را آغاز و در سال ۱۳۹۶ برنامه ی کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی بدون گرایش را به تصویب دانشگاه و سپس وزارت علوم رساند.

در سال های نه چندان دور، سیستم آموزش کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی در ایران (و حتی در دنیا) متمرکز بر مواد فلزی بوده است؛ ولی با توجه به روند توسعه این رشته در چند دهه ی گذشته، گستره ی این رشته، طیف وسیعی از مواد را در بر گرفته است؛ از مواد فلزی گرفته تا مواد سرامیکی، پلیمری و کامپوزیتی. این روند کلی که در ابتدا در دانشگاه های تراز اول جهانی صورت گرفت و به تدریج به ایران نیز رسید در برنامه ی بازبینی مورد توجه قرار گرفت و برنامه های درسی رشته های مهندسی مواد و متالورژی بسیاری از دانشگاه های معتبر بین المللی و ایران مطالعه و مورد بهره برداری قرار گرفت. اهداف کلی برنامه ی آموزشی با توجه به اهداف کلی نظام آموزشی مهندسی مواد و متالورژی، نظام پیشنهادی آموزشی در رویه ی دانشگاه، تخصص اعضا گروه و امکانات و ابزار موجود در دانشکده تبیین شد. در ادامه، توانایی های مورد نظر فارغ التحصیلان دوره ی کارشناسی مشخص و کلیه ی دروس با توجه به شاخص های بدست آمده این فرایند مورد بازبینی قرار گرفت. شرح اهداف برنامه و توانایی های فارغ التحصیلان و ارتباط بین این دو برنامه مصوب به تفصیل آمده است [۱].

مشخصه ی اصلی این برنامه که آن را از برنامه های وزارت علوم (۲-۳) برای این رشته متمایز میکند عدم وجود گرایش تحصیلی در آن است که این مشخصه ی مهم، قالب برنامه های درسی کشورهای صاحب نام در آموزش دوره های مهندسی است. بدون گرایش بودن رشته به این معنی است که دروس پایه و اصلی (جدول ۴ و ۵ مرجع [۱])

۳- برنامه درسی دوره ی کارشناسی رشته مهندسی مواد و متالورژی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۳

بسته ی اختیاری "تولید و سنتز مواد" شامل دروسی است که عمدتاً مرتبط با علم شیمی در تولید و سنتز مواد بوده و شامل چند درس از دروس از گرایش "متالورژی استخراجی" [۲]، ۳ درس جدید (توسعه پایدار در تولید فلزات، سنتز مواد در انرژی های نوین، و فرایندهای زیستی در مهندسی متالورژی) بوده و یک درس با ماهیت جدید (اصول تولید فلزات ۲) است.

بسته ی اختیاری "فرایندهای ساخت" شامل دروسی است که به کمک فرایندهای متالورژیکی به ساخت قطعات فلزی یا کامپوزیتی اختصاص دارد. این گرایش عمدتاً شامل دروسی از گرایش "متالورژی صنعتی" [۲] بوده و دارای آزمایشگاه های متعددی است که از ادغام دروس آزمایشگاهی قدیم در قالبی جدید شکل گرفته است.

بسته ی اختیاری "مهندسی و علم مواد" شامل دروسی است که عمدتاً تمرکز بر فرایندهای مهندسی مواد غیر فلزی (اصول مهندسی پلیمر، اصول مهندسی سرامیک، بایومواد) و علوم جدید مرتبط با مهندسی مواد (همچون مهندسی علم مواد محاسباتی، فیزیک مدرن در مهندسی و نانومواد) است. این دروس در برنامه گرایشی قدیم [۲] وزارت علوم تقریباً جایگاهی نداشته هر چند برخی از آنها در برنامه ی مصوب ۱۳۹۳ [۳] وزارت علوم وجود دارند

با وجود اینکه توصیه میشود که دانشجویان با مشورت استاد مشاور و نوع علاقه خود برای تمرکز بهتر روی یک جنبه از مهندسی مواد و متالورژی یکی از بسته ها را در انتهای سال سوم تحصیل انتخاب کنند، ولی امکان عدم اخذ بسته و گرفتن درس/آزمایشگاه از بسته های مختلف وجود دارد. تا کنون مصوبات گروه هیچ محدودیتی برای انتخاب دانشجویان در انتخاب بسته ایجاد نکرده است و تنها محدودیت، ظرفیت کلاسها و تعداد دروس قابل ارایه توسط گروه در یک ترم وجود خواهد داشت. دروس این بسته ها از سال تحصیلی ۹۸-۹۹ ارائه خواهد شد و گروه در حال برنامه ریزی برای ارائه ی دروس از هر ۳ بسته است. بدیهی است که امکان ارائهی تمامی دروس بسته ها در یک سال تحصیلی وجود نداشته و دروس جدید نیز که نیازمند برنامه ریزی و آماده سازی بیشتری هستند، به صورت تدریجی در برنامه گنجانده میشود.

### مراجع:

۱- برنامه آموزشی دوره ی کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مصوب ۶۹۳۱

۲- برنامه آموزشی دوره ی کارشناسی متالورژی و مواد، شورای عالی برنامه ریزی وزارت فرهنگ و آموزش عالی

۱۳۷۳



# نانو کامپوزیت های سرامیکی

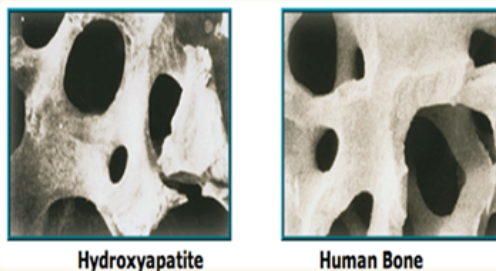
آرمین شاهرودی

## چکیده

این پژوهش بازه ای از موادی که ممکن است برای طراحی پروتز استخوان طراحی شده باشند را می آزماید. نانو کریستالهای کامپوزیتهای سرامیکی- پلیمری ممکن است بهترین ماده برای پروتز استخوان، با توجه به سازگاری زیستی، مورفولوژی، شیمی و سازگاری با رفتارهای پیژوالکتریکی و مکانیکی استخوانهای بلند انسان؛ نظیر استخوان ساق پا (فemor) باشند.

## مقدمه

کریستالی مینرال<sup>۳</sup> (معدنی) نفوذ داده شده است (۴۵ درصد حجمی، ۵۶ درصد وزنی)، که به هیدروکسی آپاتیت<sup>۴</sup> ( $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ) شبیه است.



Hydroxyapatite

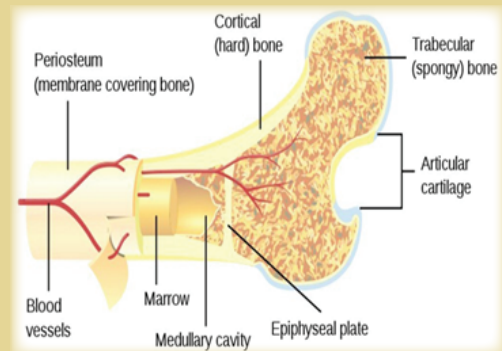
Human Bone

در دهه ی گذشته، تصاویر سهب عدی از استخوانهای بلند انسان نظیر استخوان ساق پا (فemor) گرفته شده است. تبدیل مستقیم این تصاویر به بایوپلمنتهای سفارشی یک پدیده پیچیده است؛ به دلیل آن که ترمیم یا جایگزینی استخوان نه تنها به ساختار استخوان بستگی دارد، بلکه به طور بسیار نزدیکی به ترکیب، خواص فیزیکی و آناتومی استخوان مورد نظر در ارتباط است. از لحاظ ساختار، استخوان ساق پای انسان در درجه ی اول از دو قسمت استخوانی مجزا تشکیل شده است:

۱. قسمت فشرده یا قشری

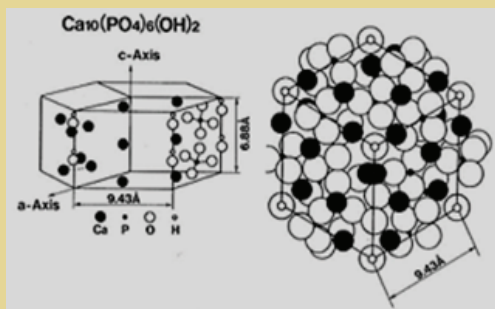
۲. قسمت تورتیغه یا تراپکولا یا اسفنجی

استحکام استخوان هم چنین به تخلخل و الاستیسیته ی آن بستگی دارد. مدول الاستیسیته تاثیر قابل توجهی بر کشش و استحکام استخوان در برابر فشار را داراست. کوری مشاهده کرد که تغییرات در محتوای معدنی استخوان، اثرات مهمی بر خواص مکانیکی آن دارد. مدول الاستیسیته، برای مثال، یک یکنواختی افزایشی را با افزایش مقدار معدنی شدن<sup>۵</sup> (در اینجا، وزن یون  $Ca^{++}$  خشک استخوان) نمایش میدهد. در حالیکه فشار در شکست، نشان دهنده ی کاهش یکنواختی در دامنه ای مشابه است. مقاومت خمشی و ناحیه ی زیر منحنی نیرو-تغییر شکل<sup>۶</sup> به یک پیک رسیده و سپس نزول میکند.



این استخوان قادر به پذیرش حالت های متعدد از تنش شامل حالت ایستاده تا راه رفتن سریع است. استخوان تراپکولا، به طور کلی در انتهای استخوان ها قرار دارد و متخلخل (۵۰ الی ۹۰ درصد)، سبکتر و جاذب انرژی بیشتری نسبت به استخوان فشرده<sup>۱</sup> که انعطاف مؤثری در برابر شکست استخوان فراهم می کند، است.

رشد استخوان مستقیم یا غیرمستقیم به ترکیب و مورفولوژی<sup>۲</sup> مرتبط است؛ ماده ی زمینه ای استخوان معمولی بسته ای از فیبرهای کولاژنی است که توسط بایوپاتیت



<sup>۱</sup>compact bone

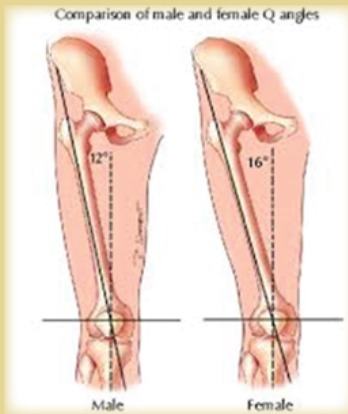
<sup>۲</sup>شاخه ای از زیست شناسی است که به مطالعه شکل ظاهری و فرم اندامگان و ویژگی های ساختاری خاص آنها می پردازد.

<sup>۳</sup>bio apatite mineral

<sup>۴</sup>hydroxyapatite

<sup>۵</sup>mineralization

<sup>۶</sup>load-deformation curve



از این رو، ارزیابی مختصر از آناتومی، شیمی و خواص مکانیکی می تواند فرصت استفاده از مواد جایگزین برای توسعه ایمپلنت های زیستی را فراهم کند.

### انتخاب مواد

زیست سازگاری یک اصطلاح عمومی است که برای بیان سازگاری یک ماده در مواجهه با بدن یا سیالات بدن به کار می رود. مواد زیست سازگار عموماً غیرالتهابی، غیرسمی، غیرسرطانزا و غیرایمنی زا<sup>۷</sup> و با دارای خواص فیزیکی مناسب هستند. زیست سازگاری به معنای خاص به شرایط و نیازهای مشخصی بستگی دارد. درحقیقت، هیچ ماده ای به طور کامل زیست سازگار نیست. با این حال، موفقیت های پدیداری بسیاری از دستگاه های پزشکی و ایمپلنت های استخوان به تعامل موفق مواد زیست سازگار و بافت های مختلف بدن بستگی دارد.

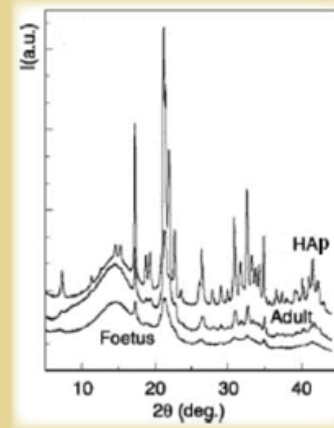
به صورت سنتی، مواد فلزی، همانند فولاد زنگ نزن، آلیاژهای تیتانیوم و آلیاژهای کبالت-کروم، به صورت گسترده ای در ایمپلنت های استخوان در نیازهای اورتوپدیک استفاده می شد.

### چشم انداز کامپوزیت های سرامیکی - پلیمری به عنوان استخوان

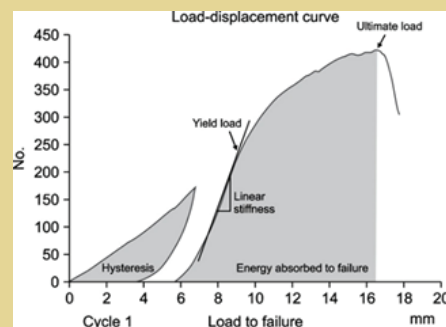
مدول الاستیسیته جنبه ی مهم یک استخوان یا ایمپلنت هنگامی که تحت فشار قرار می گیرد، می باشد.

	Compressive Breaking Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile Breaking Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Young's Modulus (10 <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> )
Compact	۱۷۰	۱۲۰	۱۷۹
Trabecular	۲.۲	-	۰.۷۶

قدرت کششی و فشرده گی و مدول یانگ برای

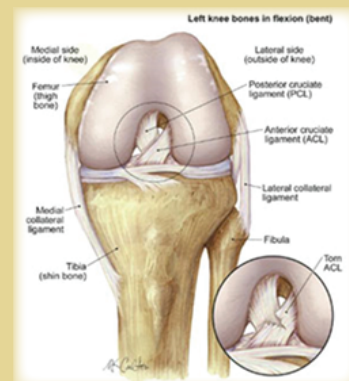


مقایسه ی الگوهای XRD استخوان جنین، استخوان انسان بالغ و HAP



علت اصلی شکست در پروتزهای کاربردی، وجود حوادث سلولی ناشی از بقایای سایشی که از سطوح متحمل صورت میگیرد، است. عامل دیگری که تحقیق برای یک ماده ی مناسب را برای استفاده در پروتز استخوان مورد توجه قرار میدهد، این است که پیزوالکتریکی استخوان یک ویژگی غریزی است؛ برای مثال، تنش مکانیکی نتیجه ی غیرمستقیم قطبش الکتریکی است و یک میدان الکتریکی اعمال شده به صورت متقابل سبب کشش میشود. یک مطالعه ی کامل از علم مکانیک انتقال دو مکانیسم متفاوت که این پدیده ها را توجیه میکند، پیشنهاد میکند :

۱. پیزوالکتریکی خشک که به علت تقارن مولکولی کلاژن در استخوان خشک به وجود میآید.
۲. اثرات جریان سیال که به علت پتانسیل سیالیت در استخوان مرطوب است.



<sup>7</sup>non-immunogenic



استفاده ی ارتوپدی نیازمند ماده ی زیست سازگاری است که دارای ترکیبی بینظیر از مدول الاستیسیته، مقاومت متوسط شکستگی، مقاومت فشرده و کششی، به همراه یک عامل رشد معقول باشد. به همین دلیل، بایومتریالهای مصنوعی که زیست سازگار، زیست فعال و قادر به تقلید خواص مکانیکی بافت استخوان هستند، شاید برای کارگذاری ایمپلنت، جایگزین های استخوان مصنوعی، مهندسی بافت داربست ها (منظور از داربست، مواد متخلخلی است که در مهندسی بافت استفاده میشود) و دیگر استفاده های ارتوپدی است. در میان مواد پلیمر متعدد کاندید، پلیمرهای مصنوعی زیست سازگار شامل پلی اتر اتر کتون و پلی اتن چگال، توسط هیدروکسی آپاتیت زیست فعال برای جایگزینی یا احیا استخوان با موفقیت مستحکم شده اند. به طور مشابه، پلی اتیلن بسیار چگال نیز در سرپوش های استبولار و انواع مفصل ها به کار گرفته می شود.

HAP نانو کریستالی مصنوعی با بافت های سخت انسان زیست سازگار است و حاوی خواص رسانش استخوانی است. مدول بالای ذرات تشکیل دهنده HAP در بایوکامپوزیت ها معمولاً تغییر شکل الاستیک را تحمل می کند و به ندرت هنگام فرایند تحمل بار می شکند. با این حال، رفتار تغییر شکل HAP به عنوان تقویت کننده ی بایوکامپوزیت های پلیمری می تواند قانون عام هوک را قانع کند. کارکرد کامپوزیت ها بستگی به ترکیب شیمیایی، شرایط فرآیندها و ساختار میکروسکوپی آن ها دارد. یکسان سازی فاز نامحلول سرامیکی HAP در یک زمینه ی پلیمری کار مشکلی است. به غیر از پر کردن حفره های استخوانی، شکل و اندازه ایمپلنت زیستی توسط فرآیندهای متوالی همانند قالبگیری تزریقی، فشرده سازی و روشهای اکستروژن هماهنگ شود. در قالبگیری تزریقی، تا ۴۱ درصد یا ۶۳ درصد جرمی فاز HAP می تواند به صورت هماهنگ در زمینه ی پلیاتر اتر کتون پراکنده شود. با این حال، پارامترهای فرآیند همانند دمای ذوب، زمان اقامت و درجه ی سرمایش در بلورینگی کامپوزیت ها تأثیر میگذارد. یافته ها نشان میدهد که افزایش در این پارامترها کاهش بلورینگی را نتیجه میدهد که در خواص مکانیکی کامپوزیت ها تأثیر میگذارد. جزئیات فرآیند کامپوزیت، که از اسپری خشک پودر Hap با چگالی  $3.154 \text{ gm/cc}$  و حاوی ذرات متوسط به انداز  $94/19 \mu\text{m}$  آماده شده است، فراتر از محدوده این آنالیز قرار گرفته است و در مطالعات دیگر یافت میشود.

روودر و همکارانش نشان دادند که کامپوزیتهای KEEP قالبگیری و آنیل شده که با ۴۰ درصد حجمی ریز البافهای PAH مدول الاستیسیته هفده گیگاپاسکال را که بسیار نزدیک به مدول الاستیسیته استخوان طبیعی است به نمایش میگذارد. آن ها همچنین اشاره کردند که چگونه ناهمسانگردی خواص مکانیکی استخوان در کامپوزیت های مصنوعی متفاوت است. جالب است که، ۴۰ درصد

حجمی PAH تقویت شده با کامپوزیت KEEP-PAH سختی ویکرز حدود  $38 \text{ NHV}$  را نشان میدهد، که با کاهش حجم PAH به دوازده  $\text{NHV}$  کاهش می یابد. به صورت مشابه، مقاومت فشاری نیز با افزایش حجم Hap در کامپوزیت PEEK افزایش مییابد. در مقایسه با مقاومت فشاری استخوان قشری، که در حدود  $106-215$  مگا پاسکال میباشد، پلیمر PEEK، به خودی خود، خواص مشابهی دارد و میتواند با افزودن افزایش یافته ی HAP تقویت شود. برای مدول کامپوزیت HAP-PEEK، یک افزایش جزئی در مقاومت کششی با افزودن ذرات HAP تا ۱۰ درصد حجمی رخ میدهد. فراتر از این، به هر حال، مقاومت کششی تقریباً به صورت خطی شروع به کاهش میکند. کاهش به چسبندگی ضعیف میان دانه های HAP و زمینه PEEK نسبت داده میشود. به علاوه، به میزان کمتر، نقص انعطاف پذیری میتواند با شکستن دانه HAP دیده شود. مقاومت کششی کامپوزیت HAP-PEEK در حدود  $49$  تا  $83.3$  مگاپاسکال میباشد که محدودیت های پایینتر مقاومت کششی استخوان قشری را نشان میدهد. روند مشابهی میتواند برای قالب های قالبگیری فشرده مشاهده شود. با این حال، مقاومت کششی قالب های قالبگیری فشرده از قالب های قالب گیری تزریقی بالاتر بود.

ماتریکس فازی PEEK به طور چشمگیری مدول الاستیسیته و مقاومت کششی نهایی را افزایش میدهد، اما کاهش کار به شکست در مقایسه با HAP تقویت شده با پوست HDPE را کاهش میدهد. HAP تقویت شده با پوست HDPE مدول الاستیسیته ای شبیه به جهت عرضی استخوان قشری انسان دارد، که در محدوده ی  $1$  تا یازده گیگا پاسکال میباشد، در حالی که HAP تقویت شده با پوست PEEK مدول الاستیسیته ای مشابه به جهت طولی استخوان انسان را دارا می باشد، که در محدوده هفده الی  $23$  گیگا پاسکال در مراحل تقویتی مشابه، را به نمایش میگذارد.

به صورت مشابه، مقاومت تنشی نهایی به طور چشمگیری تا سه برابر با استفاده از PEEK در مقایسه با HDPE در مراحل تقویتی مشابه بالا رفت. خواص مکانیکی فرعی ماتریکس (زمینه) HDPE کارایی این کامپوزیت ها را به دستگاههای ناتوان در تحمل بار محدود کرده است. نیروی چسبندگی در ذرات تقویت شده و ماده ی ارگانیک هنگامی که نانو ذرات HAP با گروه قطبی پلی آمید واکنش میدهند به صورت قابل توجهی زیاد میشود. این چسبندگی میتواند تغییر حالت بالای محلی را تحمل کند که مقاومت مکانیکی بالای کامپوزیت را نتیجه میدهد. در نتیجه، اکثر خواص مکانیکی در حضور فاز نانو ذرات HAP میباشد. با این حال، محتوای بالا HAP (۵۰ درصد کسر جرمی) تراکم را تشکیل میدهد و مقاومت مکانیکی را کاهش میدهد.



میدهد. این احتمالاً به خواص پیزوالکتریکی فاز نانو  $BaTiO_3$  زیست سازگار مربوط است. آنها نشان دادند که رشد بافت بر روی سطح عمود بر جهت قطبیت سریعتر سطح موازی با جهت قطبیت است. با این حال، مطالعه ی فرعی درباره ی اثرات پیزوالکتریک نیاز به درک مکانیزم رشد استخوان دارد. کامپوزیت خواص مکانیکی مرتبه ی پایین تری از بزرگی را نسبت به استخوان فمور انسان نشان میدهد. این نقص ممکن است با ترکیب مناسب با ماتریکس پلیمر برطرف شود.

این آنالیز کوتاه نشان میدهد که کامپوزیت سرامیکی-پلیمری میتواند یک ماده ی جایگزین قابل قبول برای استفاده به عنوان استخوان پروتز به لحاظ تطبیق رشد و نگهداری خواص فیزیکی ضروری باشد.

روند مشابهی در دیگر فازهای سرامیک مشاهده میشود. یک نانوکامپوزیت HA-UHMWPE مورد بررسی اخیر ارزش یک مدول را دو مرتبه بالاتر در مقایسه با UHMWPE در محدوده چهار گیگا پاسکال نشان میدهد.

مقاومت خمشی ( $66-25 MPa$ ) و سختی شکستگی کامپوزیت MWCNTs/HAp بسته شده در خلاء یا در آرگون توسط حرارت درمانی نیز از آنهایی که از HAP خالص هستند، بالاتر است. افزایش سختی شکستگی بیشتر واضح است و مقدار ماکسیمم آن به  $4.2 MPam^{1/2}$  میرسد، که حدوداً ۸ برابر بالاتر از HAP خالص ولی تنها حدود نصف استخوان انسان میباشد. برای توجیه اثر مکانیک انتقالی استخوان، Jianqing et. Al مقاله ای درباره ی کامپوزیت HAPT زیستسازگار را توسعه داد که اختلال قابل توجهی را نسبت به فاز HAP نشان

### نتیجه گیری

شبهت های میان مدول الاستیسیته، مقاومت فشردگی و مقاومت کششی استخوان قشری و کامپوزیت ریز ساختار Hap، دومی را به عنوان کاندید محتمل برای ایمپلنت های ارتوپدی را که برای تحمل بارهای فیزیولوژیکی میباشند، به نمایش میگذارد. اختلال زیر بارگیری مکانیکی و رسانش استخوانی میتواند با اضافه کردن فاز نانو HAp کنترل شود. از این رو، درک درست از انتخاب ماده ی مربوط میتواند تحقیق برای روش های نو در مهندسی بافت استخوان و کاشت نسل بعدی بایومواد را خبر دهد.

## متالورژی و معدن؛ زوج محکوم!

سید حمیدرضا فتوکیان

۴- چون کلاسهای دانشکده متعلق به دو طیف رشته، دانشجو و اساتید مربوطه است، با مستقل شدن (مجزا شدن) مشکل نبود کلاس خالی برای کلاسهای فوق برنامه و امثال آنها، به راحتی از بین میرود.

۵- محیط دانشکده شاهد حضور یک طیف از دانشجویان یک رشته میباشد و حس ناخوشایند چند دستگی و چندگانگی از بین میرود.

به این چند نمونه میشود خرده علت‌های دیگری را اضافه نمود؛ اما شاید اینها، اصلیترین و عمده ترین همان‌ها باشند. امیدواریم پاسخ مناسبی در برابر پرسش "چرایی مستقل نشدن دانشکده معدن و متالورژی پس از چند سال"، از مسئولین دانشکده بشنویم...

چندسالی است که زمزمه‌هایی مبنی بر جدا شدن دانشکده ی مهندسی معدن و متالورژی به دو دانشکده ی مجزا شنیده میشود. در سال ۱۳۷۲ دانشکده ی مهندسی معدن اقدام به پذیرش دانشجو ی مهندسی متالورژی در دوره ی کارشناسی ارشد، در گرایش شناسایی و انتخاب مواد کرد؛ یک سال بعد نیز، اقدام به پذیرش دانشجوی دوره ی کارشناسی در گرایشهای مهندسی صنعتی و استخراجی نمود. پیوستن اولین دوره ی پذیرش دانشجو در کارشناسی ارشد مهندسی نفت (به سال ۱۳۷۹) هم به مجموعه ی فوق باعث شد این دانشکده، میزبان سه رشته ی فنی-مهندسی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر باشد. (رشته ی مهندسی نفت، بعدها دارای دانشکده ی مجزا شد).

از جمله دلایلی که میتوان برای جدا شدن (مجزا شدن) دانشکده ی مهندسی معدن و متالورژی نام برد، به شرح ذیل است:

۱- آزمایشگاه های رشته ی مهندسی معدن به مراتب مجهزتر و بزرگتر هستند؛ در حالی که آزمایشگاه های مهندسی متالورژی دارای امکانات و فضای آزمایشگاهی کمتری هستند.

۲- بودجه ای که به اساتید و پروژه های رشته ی مهندسی معدن اختصاص مییابد، از بودجه ای که برای گروه متالورژی در نظر گرفته میشود بیشتر است و با گذشت این چند سال، هنوز هم دانشکده متعلق به رشته ی مهندسی معدن است و نقش "رشته ی متالورژی" در "دانشکده ی مهندسی معدن و متالورژی" به شکل تبعیض گونه ای کم است.

۳- در صورت مجزا شدن، آموزش دانشکده منحصرأ فعالیت‌های خود را متمرکزتر و منسجمتر بر روی دانشجویان یک رشته میکند و همین باعث میشود که سرعت فعالیت‌های مربوطه ی آنها بیشتر صورت بگیرد و بنابراین، مسئولین آموزش، فشار و سردرگمی کمتری متحمل میشوند.

## مقایسه بازدارنده های خوردگی پودر مس (به نظم)

دکتر نادر پروین، رضا زنگنه - محمد قان بیگی

مقدمه:

بنام کی قبله می زندگی اسزود نام نیکش ره بندگی  
همانکه اورا خواند شیخ اجل ا به منت خدای راعزوجل  
که طاعتش قربت به جان می دهد ا به شکر اندرش نعم بی کران می دهد  
کنون کارزار پرورش است ا سیه روی آن که داو غش است  
تختین بگویم دلیل مقال ا که روشن شود بر همه حسب حال  
ز فزونی کاربرد مواد ا همه آگهند و نبرند زیاد  
مس اندر مواد چون نکیلی بلند ا فروشد به صنعتگران فخر و فوئد  
در خنده و ایسانی ستیز ا رسانایی اش ورد لب هاست نیز  
ز خوردگی پودر مسی ا شکایت کنند پودر کاران بسی  
که عمر نگهداریش کم شود ا ز کیفیتش زانوان خم شود  
شود کاسته رسانایی اش ا فشرودن و منیران تف جوشی اش

مواد و روش های آزمایش:

بود "بازدارنده" پانی به کار ا. بستیم توشه در این کارزار  
زام بی تی و بی تی ای و سریش ا ژلاتین، گلوز، نشاسته به پیش  
ز بعدش بود بوریک اسید ا در آخر نمک راشل سر رسید  
یکایک شدند از موده به کار ا که شد انتخاب، بهترین بازدار  
ز هر یک متادیری بیافزودیم ا بر اعمال هر یک شرایط بیافزودیم



جدول ۱: شرایط مختلف اعمال بازدارنده ها در نسبت جامد به محلول ۵ به ۵. شرایط خشکاندن در ۱۰ دقیقه و در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.

درصد غلظت	زمان (دقیقه)	دما (درجه سانتیگراد)	
۱	۲۰	۵۰	BTA*
۰.۲۵	۱۵	۵۰	MBT**
۰.۷۵	۱۰	۲۵	نشاسته
۱۵	۶۰	۲۵	اسید بوریک
۰.۵	۱۰	۲۵	ژلاتین
۰.۵	۱۰	۲۵	گلوکز
۱	۱۰	۲۵	سریش
۱.۵	۱۵	۲۵	نمک راشل

\* بنزوتریازول BTA

\*\* مرکاپتوبنزوتیازول MBT

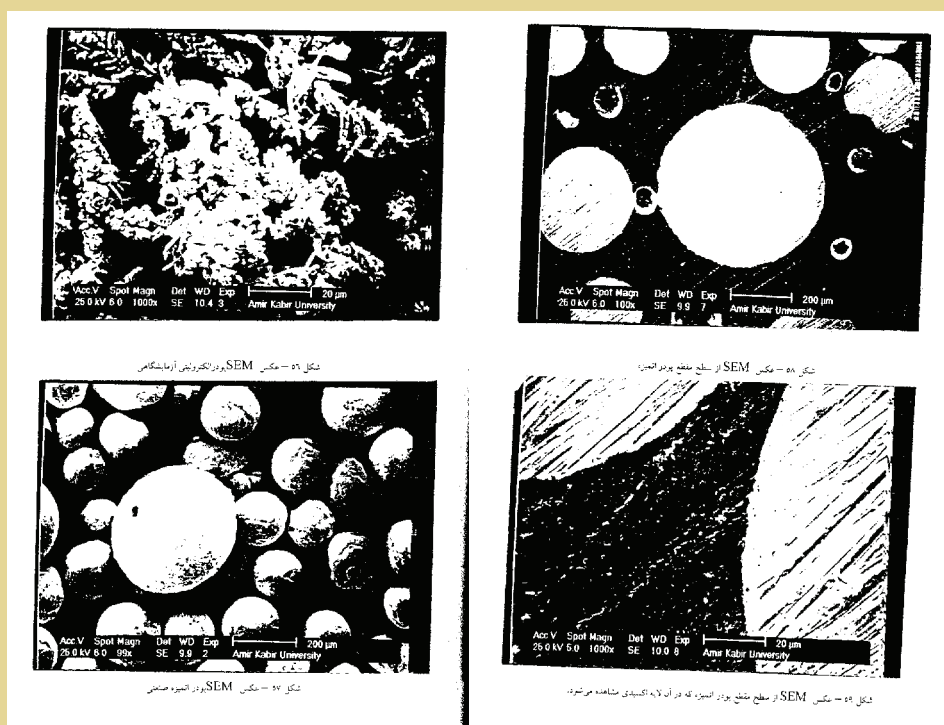
تختین بود شستن پودرها / ز بعدش. نخشکاندن پودرها  
 زودون، تمیز است مقصود این / ز ناخالصی کم شود سود این  
 زهیدروژن و سود بهره بریم / و نیز از خلا - ورنه هر سه بریم  
 همیشود محلول باز دار / ز بعدش همی پودرس بیار  
 شند غوطه در همچو مایه به آب / خلوصش مثال کی زرناب  
 چنان پایداری مس به شود / اگر آب مقطر اضافه شود  
 پودرس برد صورت است نیاز / الکترو لیتی و اتمیزه باز  
 همیشده بهترین نوع آن / از مجتمع پودر خوراسگان  
 در انواع بسیار آماده شد / که تا جدول زیر هم زاده شد

جدول ۲: اندازه ذره دو نوع پودر بر حسب میکرون

نوع پودر	اندازه ذره حداکثر	اندازه ذره حداقل
الکترولیت	۸۰۰	۶۳
اتمیزه	۸۰۰	۱۵۰

شد انجام یک تست (XRD) بر روی تمامی از آن دو یکی  
 شد آشکار الکترولیتی عاری از اکسید اولیک اتمیزه حاوی اکسید  
 زآنالیز (EDS) در برونش / نباشد آلوده همچون درونش  
 تصاویر (SEM) بافتها / زنده مریاید بریافته

شکل ۱: تصاویر SEM پودرهای الکترولیتی و اتمیزه. لایه اکسیدی در شکل b مشخص است.



اسید سولفوریک یا پودر مسی از داینده‌ی هر چه ناخالصی  
 به پودر مس شد می‌آیند از دوده از آن هر چه آویخته

استون و آب متظر در این مراحل به شستن بود بهترین  
 که آید عدد ها جدول به چنگ / شود پودر مس پیدا رنگ

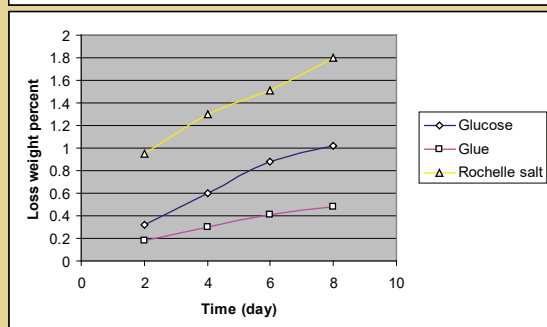
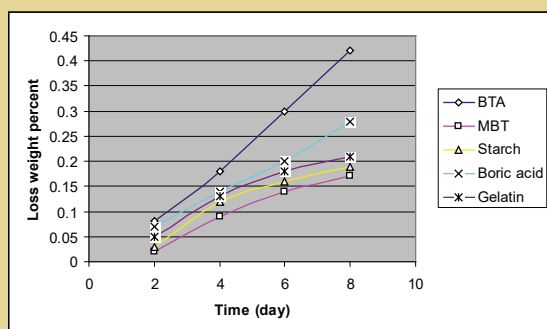
جدول ۳: مقایسه نتایج تست اسپکتروفوتومتری و یدومتری

تست	نتایج تست یدومتری (rgm)	نتایج تست اسپکتروفوتومتری (rgm)
زمان (دقیقه)		
۳۰	۶.۱	۶.۸
۶۰	۷.۲	۷.۳
۹۰	۸.۳	۸.۴
۱۲۰	۱۰	۱۰.۱
۱۵۰	۱۱	۱۱
۱۸۰	۱۱.۱	۱۱.۴

یدومتری پودر مس با امید / دهد صدق اسپکترو را نود

زا شکل زیرین هویدا بود / خواص یکایکش پیدا بود

چنان در رقابت شدن این مواد / چو کوبی نبرد است بین مواد

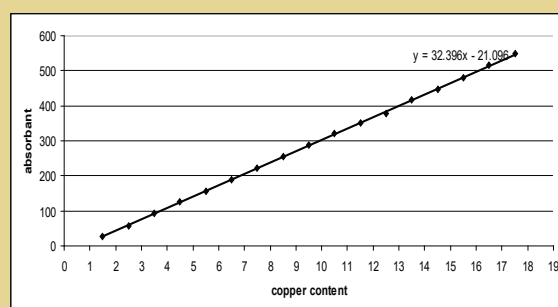


شکل ۳: نمودار بازدارنده ها برای پودرهای الکترولیتی

نه حرشیء دارد تحمل و تاب / اگر افتاد در بحر موج آب  
 فلز را حکایت دگر باشدش / بوسیدن از غوطه و ربایدش  
 سپید و دور / درخشان چون نور / بود عامل هر چه گشته است شور  
 نمک: آن قومی پنجه در خوردگی / اوصال فلز با ویش مردگی  
 چوشیت شدنیک پودر مس / در آب سه درصد نمکی  
 بدینسان نتایج نمایان شد / نتیج نمایان بدین سان شد  
 دگر تست کار آمد خوردگی / بود هم چنین تست ترشوندگی  
 کد این نمونه کز آب و پس / اکد این بود آب دوست و نفس  
 معین شود اندر این تست ناب / به سه مایع پر چکالی از آب  
 یکی آب خالص دگر سود دار / او کز سولفوریک نیز آید به کار  
 به غلظت همسانند و تمام / شود بهترین بازداران عیان  
 ز اسپکتروفوتومتر دانسده / به شکل و معادله آید

میان مس و جذب هست رابط اخطی است و هست این ضابطه

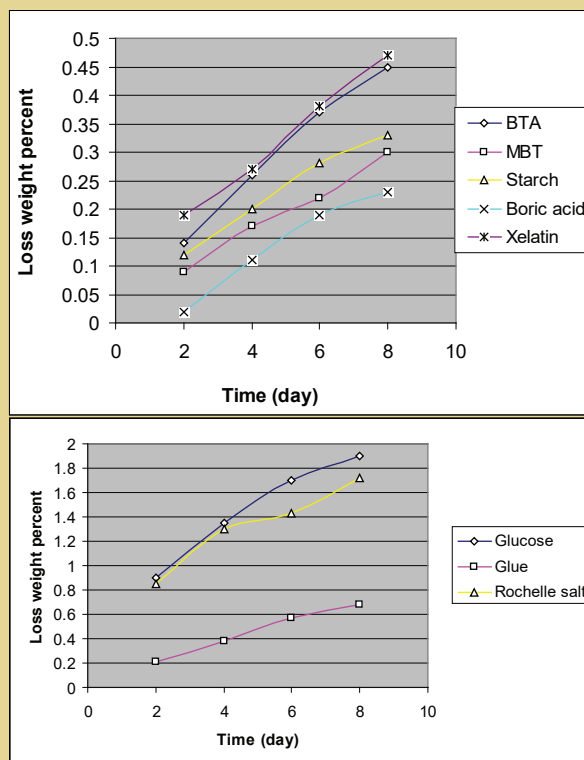
$$y = 32.396x - 21.096$$



شکل ۴: نمودار میزان جذب بر حسب مقدار مس موجود

در محلول در آزمایش اسپکتروفوتومتری

ز بحث و نتیجه همه کار شد / چوپیدا ز پنهان به یکبار شد  
 به کوشش، به پیکار و جهد و شمر / دخت نتایج شده بارور  
 زدایش ز اکسید بود اولین / نمودار گوید که امی بهترین  
 دما چون بیفزاید و هم اسید / خوردگی به نرخ بالا رسید  
 نمودار خوردگی گوید به ما / اگر اعمال باید ز بار دارا  
 که ام بی تی و بی تی ای پاکیزا / اندازند تردامنی با مواد  
 حفاظت شود مس به سال زیاد / نبرد کسی قدرش را زیاد  
 زین دو قوی ترش باشد یکی / او آن نیست جز با ز دار ام بی تی  
 اسید بوریک نیز تر کردگی / ابدار دوی بسیار اندکی  
 برای اتمیزه بهتر حفاظ / اسید بوریک است و ولا غیر باز  
 گر ارزانی و صرفه خواهند کار / انشاسته سریش و ژلاتین یار  
 گلوکز و راشل شند بدترین / میان همه از که و مهم ترین  
 فزون بر همه با گذشت زمان / شود افزوده کاهش وزن آن



شکل ۴: نمودار بازدارنده ها برای پودرهای اتمیزه

کنون گویمت زین قوی تست ناب / کد این بدارد تمایل به آب  
 هر آن یک کزو آب برنگذرد / به کار حفاظت قوی تر بود

آب	اسید	سود سوز آور	
	سولفوریک		
BTA*	خیر	خیر	خیر*
MBT**	خیر	بله	خیر
نشاسته	بله	بله	بله
اسید بوریک	بسیار اندک	بسیار اندک	بسیار اندک
ژلاتین	بله	بله	بله
گلوکز	بله	بله	بله
سریش	بله	بله	بله
نمک راشل	بله	بله	بله

\* خیر اشاره دارد به عدم خیس شوندگی پودرها و بله اشاره دارد

به خیس شدن پودرها.



## نتیجه گیری

چنین رفت تحقیق بر خاتمه همه با رضایت و بی وا همه  
 ولی مانند یک نکته در جا جوان که قدر پژوهش و دانش بدان  
 بهر طرح را سوی نوآوری ا ترس از ملامت و از داوری  
 همه ملک ایران شود جاودان به دانش مداری نسل جوان  
 یقین این مقال وزین نبود / اگر یاری دکتر پروین نبود  
 زیزدان بنوا هم همی سادی اش / سلامت، قیدل به اسادی اش  
 سلام و تحیت به یاران شیر / هر روان دانش ز امیر کبیر

مراجع:

- 1- "Corrosion", "Metals Handbook", Vol 13, ASM, PP. 105-121, 1987.
- 2- H. Leidheiser, "The Corrosion of Copper, Tin and their Alloys", PP. 3-44, 1971.
- 3- K. Mori, Y. Okai, H. Morie and Yamada, "Corrosion Science", Vol 32, No11, PP. 1237-1252, 1991.
- 4- A. V. Pomosov, M. I. Nomberg and E. Krymakova, "Sov. Powder Metall. Met. Ceram.", PP. 175-177, 1976.
- 5- A. V. Pomosov and A. I. Levin, "porohoshkova Metallurgiya", PP. 1005-1012, 1976.
- 6- Watanabe, U.S. Patent No: 5344503, 1994.
- 7- Tani, U.S. Patent No: 5332596, 1994.
- 8- Vanderpool, U.S. Patent No: 5141675, 1992.
- 9- Casullo, U.S. Patent No: 4731128, 1988.
- 10- Vanderpool et al, "U.S. Patent No: 5219523", 1993.