



انجمن علمی دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان

کربوژن

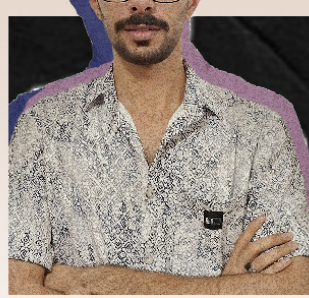


نشریه علمی تخصصی مواد کربنی و فناوری های
نوین مهندسی و علم مواد

اعضای کربوژن



یوسف مرصافی
”مشاور“



امید حمید داری
”مدیر مسئول و سردبیر“



مرجان محمودی



باربد زیرک زاده



آروین حسین پور



نغمه کاظمی



فرید احمدی



پوریا بختیاری

پیشگامان



یوسف صفائی



امید حمہ دار



فرشاد کیانی



تارا شاہزادی

تیم مصاحبہ



پوریا بختيار

ویراستار



امید حمہ دار

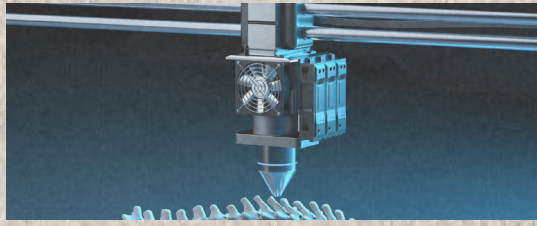


حدیثہ رحیمی

تیم گرافیک

فهرست

5



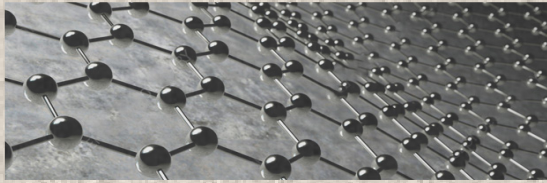
مقدمه‌ای بر مهندسی
و علم مواد

اخبار روز دنیا



7

9



کربن عنصر زندگی، ماده آینده

13



از دیروز
تا
امروز

پیزوالکتریک
از حرکت نالکتریسیته



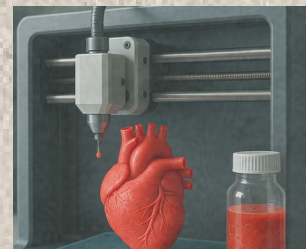
17

19



میز
گفت و گو

23



چاپ زیستی
سه بعدی
رویکردی نوین در بازسازی قلب

27



هوش مصنوعی
در کشاورزی

نمای نزدیک

معرفی فیلم
معرفی کتاب



31

به نام خالق ساختار، ماده و معنا

سلام و درود بر همه جویندگان دانش، اندیشمندان جوان، نوآوران خلاق و دوستداران تفکر علمی.

به نخستین شماره از فصلنامه‌ی کربوژن خوش آمدید؛ نشریه‌ای که با امید به آینده‌ای روشن، پراز کشف و درک‌های نو از جهان ماده و فناوری، مسیر خود را آغاز می‌کند.

کربوژن با رویکردی میان‌رشته‌ای و نگاهی نو، بر آن است تا تصویری پویا، علمی و قابل درک از گستره‌ی متنوع علوم و مهندسی مواد ارائه دهد. این نشریه تلاشی است برای بازتاب مفاهیمی از عمق ساختار مواد تا گستره‌ی کاربردهای آن‌ها در زندگی امروز؛ از فلزات و سرامیک‌ها گرفته تا نانومواد، بیومتریال‌ها، کامپوزیت‌ها، مواد هوشمند و کربنی.

تحول در طراحی مواد، به‌کارگیری آن‌ها در فناوری‌های نوین، و نقش بنیادین‌شان در حوزه‌هایی چون انرژی، زیست‌فناوری، الکترونیک، پزشکی، حمل‌ونقل و هوافضا، اهمیت و جایگاه علوم مواد را بیش از پیش نمایان ساخته است.

در این میان، کربوژن می‌کوشد با فراهم آوردن بستری برای ارائه تحلیل‌های علمی، معرفی تازه‌های فناوری، گزارش پروژه‌های نوآورانه، یادداشت‌های تخصصی و تجربه‌نگاری پژوهشی، پلی باشد میان نسل جوان مهندسی مواد و دنیای گسترده‌ی علم، صنعت و نوآوری.

هدف ما نه صرفاً انتقال دانش، بلکه برانگیختن تفکر و تشویق به نگاه انتقادی، خلاق و بین‌رشته‌ای است. این نشریه حاصل تلاش جمعی دانشجویان علاقه‌مند و دغدغه‌مند است که باور دارند علم، زمانی معنا می‌یابد که با مسئولیت اجتماعی، خلاقیت و انگیزه‌ی ساختن همراه شود.

امیدوارم فصلنامه‌ی کربوژن بتواند نقشی هرچند کوچک اما مؤثر در توسعه گفتمان علمی، تقویت روح پژوهشگری، و ساخت آینده‌ای مبتنی بر دانش و آگاهی ایفا کند.

با احترام

امید حمله داری

مدیر مسئول فصلنامه‌ی علمی-تخصصی کربوژن

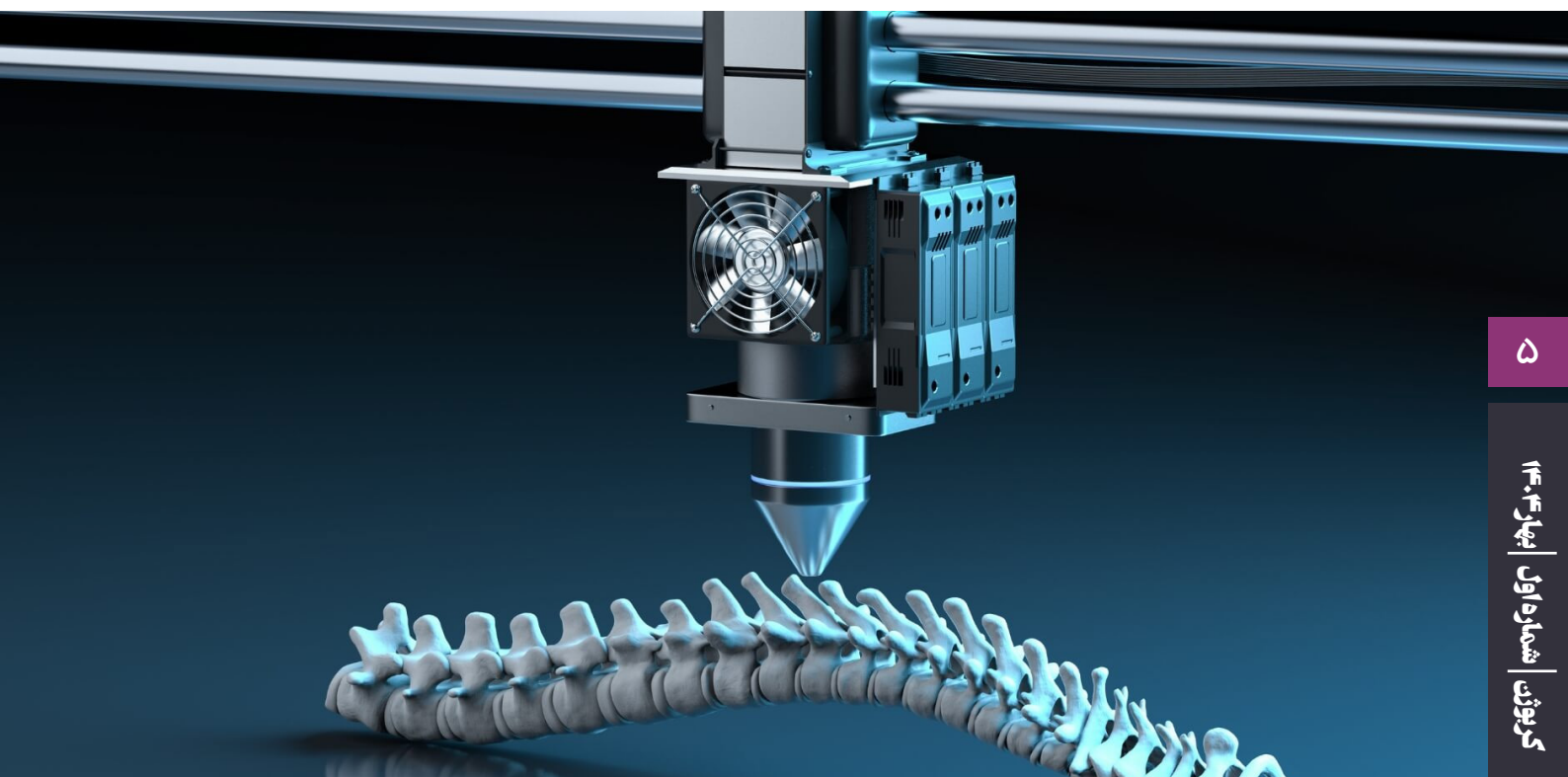
مقدمه‌ای بر مهندسی و علم مواد

درک ساختار، آفرینش آینده

مهندسی مواد یکی از پایه‌ای‌ترین و در عین حال تحول‌سازترین شاخه‌های مهندسی است که به مطالعه، طراحی، توسعه و بهینه‌سازی مواد با کاربردهای متنوع می‌پردازد. این علم، پلی است میان علوم پایه همچون فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی از یک‌سو، و فناوری‌های پیشرفته و صنایع گوناگون از سوی دیگر. مهندسان مواد می‌کوشند ساختار درونی مواد را در مقیاس‌های میکرو و نانو شناخته و با کنترل آن، خواص مورد نظر را در مواد ایجاد یا تقویت کنند.

تاریخ بشر با نام مواد گره خورده است. از عصر سنگ و برنز تا دوران مدرن، دسترسی به مواد جدید و توانایی در مهندسی آن‌ها، مسیر تمدن را دگرگون ساخته است.

در قرن بیستم، با ظهور ابزارهای پیشرفته برای تحلیل ساختار مواد و توسعه نظریه‌های نوین، مهندسی مواد به عنوان رشته‌ای مستقل و راهبردی جایگاه خود را در دانشگاه‌ها و صنایع جهانی تثبیت کرد. مواد مهندسی‌شده در چهار دسته‌ی اصلی فلزات، سرامیک‌ها، پلیمرها و کامپوزیت‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. هریک از این دسته‌ها، حوزه‌ای وسیع از خواص





در این مسیر، فناوری‌های نوظهوری همچون مواد چند کاربردی پوشش‌های خودترمیم‌شونده، نانوحسگرها و مواد فوق‌سبک، مرزهای سنتی علم مواد را جابه‌جا کرده‌اند و نیاز به تفکر میان‌رشته‌ای و نوآوری پیوسته را بیش از گذشته برجسته ساخته‌اند.

نشریه‌گرپوژن در تلاش است تا با ارائه محتوای علمی، پژوهشی و تحلیلی، سهمی در معرفی و ترویج دانش مهندسی مواد ایفا کند و بستری برای رشد و گفت‌وگوی علمی میان دانشجویان، پژوهشگران و علاقه‌مندان این حوزه‌ی پرشتاب باشد.

باور د به قرن بیست و یکم، نقش

مهندسی مواد بیش از پیش اهمیت یافته است. از طراحی باتری‌های نسل جدید برای ذخیره‌سازی انرژی پاک، تا توسعه ایمپلنت‌های زیست‌سازگار در پزشکی و مهندسی بافت، از پرینت سه‌بعدی سازه‌های پیچیده تا مهندسی مواد حافظه‌دار و هوشمند، همگی نشان از آن دارند که آینده فناوری در گرو توان مهندسی‌شده‌ی ماده است.

و کاربردها را در بر می‌گیرند. افزون بر آن، شاخه‌هایی نظیر مواد زیستی، نانومواد، مواد هوشمند و ابررساناها، مرزهای تازه‌ی در علم مواد گشوده‌اند که با چالش‌های پیچیده و فرصت‌های منحصر به فردی همراه‌اند.

رشته مهندسی مواد به گرایش‌های

تخصصی مختلفی تقسیم می‌شود، از جمله: استخراج فلزات، شناسایی و انتخاب مواد، ریخته‌گری، خوردگی و حفاظت، مهندسی سطح، سرامیک‌های پیشرفته، نانوفناوری مواد، بیومتریال، شکل‌دهی فلزات و جوشکاری. این گرایش‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که پاسخگوی نیازهای صنایع گوناگون از جمله هوافضا، انرژی، خودروسازی، تجهیزات پزشکی، الکترونیک، ساخت‌وساز و فناوری‌های نوین باشند.

با لنزهای نانو حتی در تاریکی مطلق و با چشمان بسته ببینید.

اکنون پژوهشگران با طراحی لنزهای تماسی نرم و شفاف، که در ساختار آن‌ها نانو ذراتی خاص جای گذاری شده است، توانسته‌اند بخشی از طیف پنهان را برای بینایی انسان قابل مشاهده سازند. این نانو ذرات، با جذب نور مادون قرمز و تبدیل آن به سه رنگ قابل مشاهده (قرمز، سبز و آبی)، امکان تمایز رنگ‌ها را در طیفی که برای انسان نادیدنی بود، فراهم می‌کنند. در آزمایش‌های انجام شده، داوطلبان با استفاده از این لنزها قادر شدند اشیاء و الگوهای راببینند که تنها با نور مادون قرمز روشن شده بودند. داوطلبان توانستند تفاوت میان خطوط، شکل‌های ساده و حتی حروف S و O را در تصاویر رمزگذاری شده مشاهده کنند و این به معنی موفقیت در خلق «دید رنگی» در طیفی است که تاکنون برای انسان ناپیدا بوده است. کاربردهای این فناوری می‌تواند بسیار متنوع و تأثیرگذار باشد. مسیریابی در شرایط نوری ضعیف گرفته تا ابزارهای پزشکی، امنیتی و حتی سرگرمی‌های پیشرفته، این فناوری می‌تواند روش‌های نوینی را در تعامل انسان با محیط شکل دهد.

برای امدادگران، نیروهای نظامی یا مسیریابی در شرایط نوری ضعیف گرفته تا ابزارهای پزشکی، امنیتی و حتی سرگرمی‌های پیشرفته، این فناوری می‌تواند بنیان روش‌های نوینی را در تعامل انسان با محیط شکل دهد. قابلیت گسترش حس بینایی انسان از طریق مواد هوشمند و فناوری نانو، گامی مهم در مسیر همگرایی زیست‌شناسی، مهندسی و فناوری‌های پوشیدنی است و می‌تواند نقطه آغازی برای موجی از نوآوری‌ها در طراحی ابزارهای حسی آینده باشد. این پژوهش نه تنها نگاهی نو به توانایی‌های پنهان چشم انسان می‌افکند، بلکه اثباتی بر قدرت مواد مهندسی‌شده در ارتقای توانمندی‌های بنیادین زیستی است؛ نمونه‌ای از آنچه می‌توان آینده‌ی مهندسی مواد خواند: عبور از مرزهای طبیعت و ساختن توانایی‌هایی که زمانی تنها در تخیل می‌گنجیدند.

«ایمپلنت مغزی» که می‌تواند خلق و خورا بهبود بخشد

در یک آزمایش بالینی پیشگامانه، سازمان خدمات درمانی بریتانیا در حال ارزیابی نوعی فناوری نوین است که با استفاده از امواج فراصوت و واسط مغزورایانه، تلاش می‌کند وضعیت خلق و خوی و انگیزه بیماران را بهبود بخشد. این پروژه، با نام Forest 1، بر پایه یک دستگاه قابل کاشت زیر جمجمه طراحی شده که بدون ورود به بافت مغز، می‌تواند با ارسال امواج متمرکز، نواحی خاصی از فعالیت عصبی را تحریک کند. در این روش دستگاه بیرون از مغز ولی زیر استخوان جمجمه قرار می‌گیرد. هدف این است که با تحریک دقیق و هدفمند خوشه‌های عصبی، الگوهای مختل شده فعالیت مغزی در بیمارانی که از اختلالات مانند افسردگی مقاوم به درمان، وسواس فکری عملی، صرع یا اعتیاد رنج می‌برند، بازتنظیم شود. این فناوری از سوی یک مؤسسه به نام Forest Neurotech توسعه یافته، از ناحیه‌ای از بیماران بهره‌می‌برد که به دلیل ضربه مغزی، بخشی از جمجمه آن‌ها موقتاً برداشته شده است. این شرایط به محققان اجازه می‌دهد بدون نیاز به مداخلات جراحی بیشتر، دستگاه را آزمایش کنند. بیماران در مدت دو ساعت، این دستگاه را روی ناحیه باز جمجمه می‌پوشند و طی آن، فعالیت مغزی آن‌ها با دقت بالا ثبت و ارزیابی می‌شود. سپس امواج فراصوت با تمرکز بر نواحی خاص، سعی می‌کنند خلق و خوی و انگیزه را در جهت مطلوب تغییر دهند. پیش‌بینی می‌شود که این فناوری بتواند در آینده جایگزینی برای روش‌های تهاجمی و حتی دارویی باشد. با این حال، این مسیر خالی از چالش نیست. از جمله نگرانی‌هایی که می‌توان به خطر افزایش دمای بافت مغزی در اثر امواج فراصوت و احتمال تأثیر ناخواسته بر ویژگی‌های روان‌شناختی بیماران اشاره کرد.



کربن



کربن یکی از شگفت‌انگیزترین عناصر جدول تناوبی است؛ عنصری با قابلیت‌های ساختاری بی‌نظیر و کاربردهایی که از گذشته‌های دور تا امروز، مسیر علم و فناوری را شکل داده است. از فرم‌های طبیعی و شناخته‌شده‌ای مانند الماس سخت و درخشان تا گرافیت نرم و لغزنده، و از ساختارهای نوینی مانند فولرن‌های کروی، نانولوله‌های کربنی و گرافن دوبعدی، کربن عنصری شگفت‌انگیز است که خواص بسیار متفاوتی از خود بروز می‌دهد.

ساختارهای مختلف کربن از بلوری‌ترین حالت‌ها مانند الماس، تا شبه‌بلورهای بی‌شکل مانند کربن شیشه‌ای و حتی فرم‌های نانو ساختار مانند C60 (فولرن) را شامل می‌شود. کشف فولرن در دهه‌های اخیر، درک ما از ساختارهای مولکولی کربن را دگرگون کرد. این مولکول که ظاهری شبیه به توپ فوتبال دارد، با ویژگی‌هایی نظیر استحکام بالا، خواص نیمه‌رسانایی، ابررسانایی و فرومغناطیسی، افق‌های نوینی را در نانو تکنولوژی گشود.

کامپوزیت‌های کربن-کربن؛ پیشنهاد عملگر در دماهای بالا

کامپوزیت‌های کربن-کربن دسته‌ای ویژه از مواد پیشرفته هستند که الیاف کربن درون یک ماتریس کربنی جاسازی شده‌اند. این مواد، اگرچه در دسته‌ی سرامیک‌ها قرار می‌گیرند، اما رفتار مکانیکی آن‌ها برخلاف سرامیک‌های کلاسیک کاملاً شکننده نیست، بلکه مقاومت قابل توجهی در برابر شوک‌های حرارتی و بارهای مکانیکی دارند. این کامپوزیت‌ها می‌توانند تا دمای ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد پایدار باقی بمانند، دارای هدایت حرارتی بالا و انبساط حرارتی اندک هستند و به همین دلیل در صنایع هوافضا، نظامی و پزشکی به‌ویژه در ساخت دماغه‌ی موشک‌ها، لبه‌های حمله‌ی شاتل‌ها، نازل‌ها، ترمز هواپیماها و موتورهای جت با کارایی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کربن همواره در تاریخ فناوری بشر نقش داشته است. از استفاده ادیسون از فیبر کربنی در لامپ‌های اولیه گرفته تا کاربرد گرافیت در پروژه‌های نظامی آلمان در جنگ جهانی دوم. با این حال، ظهور کامپوزیت‌های کربن-کربن تحولی بنیادین ایجاد کرد؛ موادی که با حفظ خواص حرارتی و ساختاری، مقاومت در برابر شوک‌های مکانیکی و دمایی را ممکن ساختند.

GRAPHENE COATING



کاربردهای پیشرفتهی کامپوزیت‌های کربن-کربن؛ از زمین تا آسمان

صنعت هوافضا یکی از نخستین و گسترده‌ترین زمینه‌هایی است که از کامپوزیت‌های کربن بهره‌برداری کرد. نمونه‌ای کلاسیک از این کاربردها، استفاده در سیستم‌های محافظ حرارتی شاتل‌های فضایی، نازل موشک‌ها و دماغه‌ی وسایل پرتابی دوربرد است. برای نخستین بار، این کامپوزیت‌ها به عنوان دماغه‌ی موشک‌هایی مورد استفاده قرار گرفتند که در هنگام ورود مجدد به جو زمین، دمای سطح آن‌ها به بیش از ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسید؛ دمای که خارج از محدوده‌ی تحمل اغلب فلزات است.

در طراحی‌های ماهواره‌ای، هر بال می‌تواند شامل ۲۲ پانل و نوار محافظ از جنس کربن باشد. این اجزا وظیفه‌ی محافظت از سیستم‌های الکترونیکی و حساس را در برابر حرارت شدید حاصل از عبور از جو برعهده دارند. استفاده از این مواد، امکان چندبار مصرف شدن تجهیزات فضایی را فراهم می‌سازد. تمامی دماغه‌های موشک‌های اتمی ایالات متحده و اروپا نیز از همین کامپوزیت‌ها ساخته می‌شوند. در مأموریت‌های فضایی نظیر شاتل اروپایی Hermes یا پروژه فضایی بین‌المللی NASP، دمای دماغه‌ها تا ۲۷۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای سطوح بال‌ها تا حدود ۱۹۵۰ درجه افزایش یافته که تنها با بهره‌گیری از این نوع مواد ممکن شده است. همچنین در موشک‌های مافوق صوت، از نازل‌های انبساطی ساخته‌شده با کربن برای کنترل و هدایت گازهای خروجی استفاده می‌شود.





یکی از برجسته‌ترین کاربردهای این مواد در **سیستم ترمز** هواپیماهای مدرن و نظامی است. در شرایط اضطراری، دمای دیسک‌های ترمز ممکن است در عرض چند ثانیه به بیش از ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد، دمایی که باعث ذوب و تغییر شکل دیسک‌های فلزی می‌شود. اما دیسک‌های ساخته‌شده از کربن نه تنها عملکرد خود را حفظ می‌کنند، بلکه به دلیل وزن کمتر، ظرفیت گرمایی بیشتر و مقاومت بالاتر، ایمنی و دوام سیستم ترمز را به شکل چشمگیری ارتقا می‌دهند. شرکت Dunlop نخستین بار این ترمزها را برای هواپیمای کنکورد توسعه داد و از آن زمان تاکنون، در هواپیماهایی چون Boeing 747 و F-14، F-16، Airbus A320 به کار رفته‌اند. **کاهش وزن، افزایش طول عمر ترمز، و کاهش مصرف سوخت** از دیگر مزایای این فناوری است.





فرا تر از **صنعت هوافضا**، این مواد نقش مهمی در توربین‌ها و موتورهای جت نیز ایفا می‌کنند. با افزایش دمای عملکرد موتورهای حرارتی، بازده آن‌ها افزایش می‌یابد. استفاده از کربن در قطعاتی مانند روتور، استاتور، چرخ توربین و محفظه احتراق سبب شده این موتورها بتوانند در دماهایی بالاتر از ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد کار کنند و در عین حال، کاهش چشمگیر وزن و اندازه‌ی موتور، موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت نیز شده است.

افزون بر کاربردهای هوافضایی، **کامپوزیت‌های کربن** در ساخت **قطعات نسوز** نیز بسیار موثرند. این مواد در قالب‌های زینترینگ سرامیک‌ها، قطعات توربین، محفظه‌های احتراق، و تجهیزات موتورهای جت استفاده می‌شوند. به عنوان مثال، کانال‌های ورودی هوای جنگنده‌ی JF-90 با استفاده از قالب‌هایی از جنس کامپوزیت کربن شکل‌دهی می‌شوند، که علاوه بر استحکام، در برابر دمای بالای ۱۰۰۰ درجه نیز مقاوم‌اند.

در کنار تمام کاربردهای پیشرفته‌ی صنعتی و نظامی، کامپوزیت‌های کربن در **پزشکی** نیز جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند. کربن، به دلیل زیست‌سازگاری بالا و عدم ایجاد واکنش‌های التهابی، یکی از بهترین گزینه‌ها برای ساخت اجزای کاشتنی در بدن انسان است. به‌ویژه، کامپوزیت‌های **سبک و مقاوم** کربن می‌توانند به عنوان جایگزین استخوان، غضروف مصنوعی و همچنین در **دریچه‌های مصنوعی قلب** به کار روند و در کاهش وزن و افزایش دوام آن‌ها نقشی اساسی داشته باشند.



Simulation



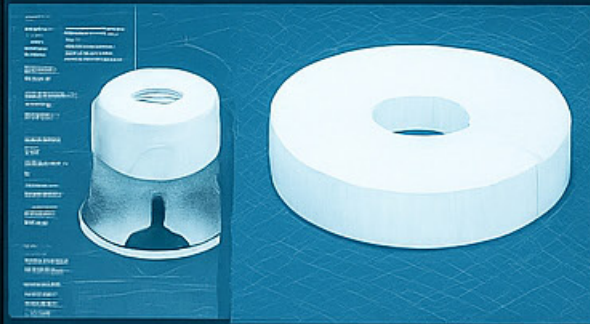
MAE7.1



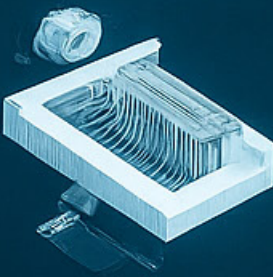
MAE7.2



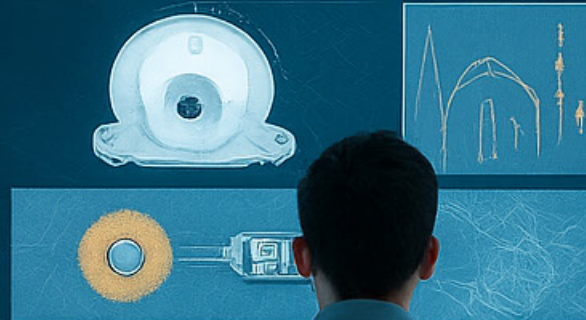
MAE7.5



MAE7.5



MAE7.9



MAE7.2



MAE7.9



MAE7.9

The Rise of Simulation
in Materials Science

Yesterday

Simulation is the process of modeling and predicting the behavior of systems or materials under various conditions using scientific tools and methods. It enables engineers and researchers to estimate material properties without costly and time-consuming experiments. In industry, simulation helps reduce costs, shorten production time, improve quality, and optimize processes.

Before the advent of personal computers and advanced processing systems, simulations were performed manually using basic tools such as calculators, lab equipment, and empirical charts. These early methods were only suitable for analyzing simple, standardized scenarios and failed to accurately capture complex material behaviors under conditions like high temperatures, extreme pressures, or complex loadings. As a result, engineers had to rely heavily on experimental testing, often ignoring time and cost considerations.

For example, engineers used manual and industrial furnaces to study materials at different temperatures, and hammers and metal tools to simulate tension and compression. Mechanical devices like pantograph machines assisted in basic calculations. However, simulations were limited to macroscopic properties, focusing on large-scale behaviors and neglecting internal features like crystal structures, defects, and nanoscale phenomena.

Today

Simulation techniques have evolved from macroscopic analysis to include microscopic and nanoscale modeling, enabling engineers to examine internal features such as grain structures, defects, and surface effects with greater precision. Today, multi-scale simulations allow the simultaneous analysis of material behavior across various scales—from nano to macro—resulting in more accurate predictions of performance under diverse conditions. This progress has greatly enhanced material design and manufacturing optimization.

As a result, materials engineers now benefit from advanced methods and powerful software tools that support precise modeling and prediction. These technologies play a key role in optimizing processes, reducing costs, and improving time efficiency. In the following sections, we will explore some of the most important simulation methods used in materials engineering.



1. Simulation Software in Materials Engineering

Simulation software is a key tool for analyzing and predicting material behavior under various conditions. Some of the most widely used software in this field include:

ABAQUS

This software is employed for mechanical analysis and studying material behavior under different loading conditions. Engineers use ABAQUS for modeling stress, strain, deformation, and other mechanical properties. It is particularly valuable in designing engineering components and simulating manufacturing processes such as metal forming and fracture analysis.

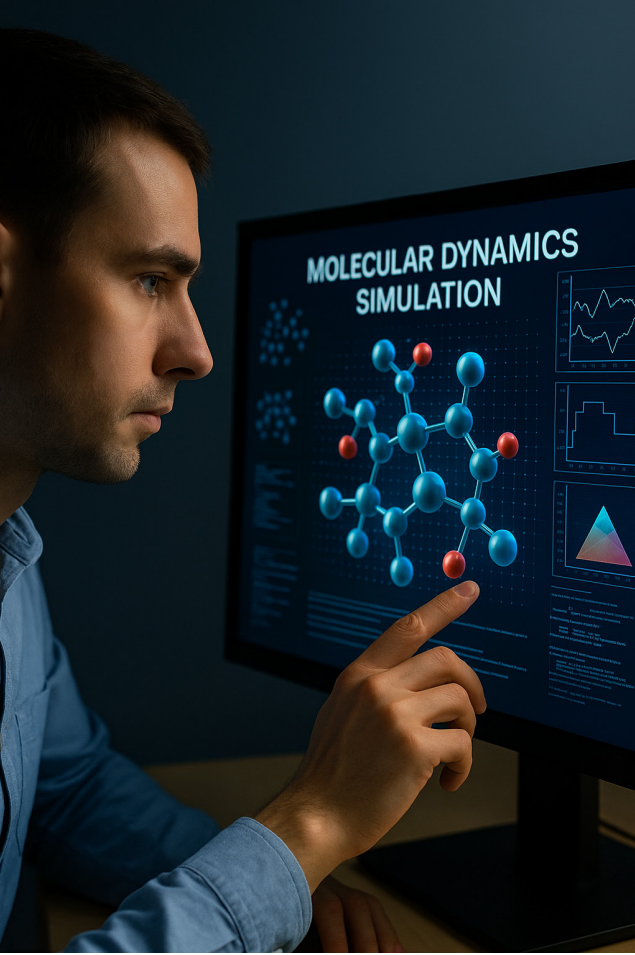
COMSOL Multiphysics

This software is used for simulating multi-physics phenomena, including heat transfer, fluid flow, diffusion, and electromagnetic effects. The ability to model multiple interacting physical processes simultaneously makes COMSOL a popular choice among materials engineers.

MATLAB

MATLAB, short for “Matrix Laboratory,” is used for modeling, analyzing simulation data, and solving complex mathematical equations. It helps engineers process experimental and simulation data to develop optimized material models.

These software tools reduce the need for expensive physical testing by enabling material behavior analysis using computational models. As a result, software-based simulations lead to cost reductions and increased precision in engineering assessments.



2. Molecular Dynamics (MD) Simulation

Molecular dynamics is a method for simulating material behavior at the nanoscale by modeling the movement of atoms and molecules. This approach provides deeper insights into the microscopic properties of materials, which in turn enhances the understanding of their macroscopic characteristics. For instance, in the study of nanocomposites, molecular dynamics simulations provide valuable information about the interactions between nanoparticles and polymer matrices. Additionally, MD simulations help predict mechanical, electrical, and thermal properties such as Young's modulus, electrical conductivity,

process. This optimization streamlines research efforts and reduces the costs associated with physical testing.

3. Finite Element Method (FEM) Simulation

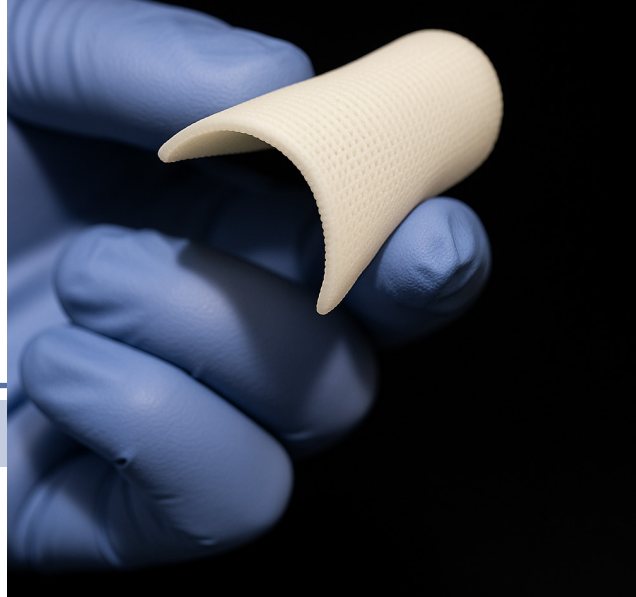
The Finite Element Method (FEM) is one of the most widely used simulation techniques in materials engineering. By dividing a structure into smaller elements and analyzing the behavior of each element, FEM enables the prediction of the overall system response. This method is applied in several key areas, including:

- Identifying and Reducing Stress Concentration
- Optimizing Material Weight and Thickness
- Optimizing Heat Transfer and Temperature Distribution

Conclusion

Recent progress in materials engineering simulations has transformed these techniques into essential tools for research and industry. Methods like simulation software, molecular dynamics, and FEM allow accurate prediction of material behavior without extensive physical testing. These innovations have streamlined manufacturing, reduced costs, and accelerated materials development. As computational power and AI continue to evolve, simulations will play an even more critical role in shaping the future of materials engineering.

پیزوالکتریک؛ از حرکت تا الکتریسته



مواد پیزوالکتریک؛ قلب تپنده فناوری های هوشمند

در جهانی که به سوی سیستم های هوشمند، میکرو و نانوفناوری، انرژی های پاک و ابزارهای پوشیدنی حرکت می کند، مواد پیزوالکتریک (Piezoelectric Materials) به عنوان یکی از برجسته ترین زیرگروه های مواد هوشمند، نقشی بی بدیل ایفا می کنند. این مواد قادرند در پاسخ به یک محرک مکانیکی، بار الکتریکی تولید کنند و برعکس، با دریافت میدان الکتریکی، به صورت برگشت پذیر دچار تغییر شکل مکانیکی شوند. اصطلاح «پیزو» (Piezo) از واژه یونانی piezein به معنای "فشار دادن" گرفته شده و به خوبی ماهیت این پدیده را بازتاب می دهد. عملکرد پیزوالکتریک به نوع آرایش اتمی ماده وابسته است؛ تنها موادی که ساختار کریستالی آن ها فاقد مرکز تقارن باشد، قادر به نمایش این رفتار هستند. این ویژگی، در سطح نانو، عملکرد منحصر به فردی را به همراه دارد که کاربردهای فناوری محور آن را به شدت گسترش داده است.

مواد پیزوالکتریک در ابعاد نانو، به دلیل

اثرات سطحی و مکانیکی خاص، دارای خواص پیشرفته تری نسبت به نمونه بالک خود هستند. از جمله مهم ترین نانومواد پیزوالکتریک می توان به موارد زیر اشاره کرد:

سرامیک های پروسکایتی مانند باریم تیتانات ($BaTiO_3$) و تیتانات زیرکونات سرب (PZT) که پرکاربردترین مواد در حسگرها، محرک ها و ذخیره سازی انرژی هستند.

نانوپلیمرهای پیزو الکتریک نظیر پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF) که به دلیل انعطاف پذیری، زیست سازگاری و وزن کم، در کاربردهای پزشکی و ابزار پوشیدنی جایگاه ویژه ای دارند.

نانوصفحات و نانوسیم های ZnO که ساختار تک کریستالی دارند و در سیستم های میکروالکترومکانیکی (MEMS) و نانوزنراتورها استفاده می شوند.

ویژگی های کلیدی نانومواد پیزوالکتریک

خواص مکانیکی

در مقیاس نانو، موادی مانند ZnO یا PZT دارای مدول یانگ بالا، چقرمگی شکست قابل توجه، و مقاومت در برابر خستگی مکانیکی هستند. ابزارهایی مانند AFM، SEM و TEM برای اندازه گیری این خواص استفاده می شوند و در توسعه مواد برای محیط های پرتنش مانند ایمپلنت های استخوانی یا میکرومحرک ها بسیار مؤثرند.



اثر پیزوالکتریک در دو حالت مستقیم و معکوس به وقوع می‌پیوندد. در حالت مستقیم، نیروی مکانیکی موجب ایجاد ولتاژ سطحی می‌شود. در حالت معکوس، اعمال میدان الکتریکی منجر به تغییر شکل مکانیکی می‌گردد. برای اندازه‌گیری دقیق این خواص، PFM یا همان میکروسکوپ نیروی پیزوالکتریک، به عنوان یکی از دقیق‌ترین ابزارهای نانومقیاس شناخته می‌شود.

کاربردها در فناوری‌های نوین

در مهندسی عمران و هوافضا، از نانوپوشش‌های پیزوالکتریک برای پایش سلامت سازه‌ها (مانند پل‌ها و هواپیماها) بهره گرفته می‌شود.

انرژی‌برداری

نانوزراتورهای پیزوالکتریک مانند ZnO یا PVDF قادر به تبدیل انرژی مکانیکی محیط (حرکت، فشار، ارتعاش) به انرژی الکتریکی هستند؛ مناسب برای سنسورها، تجهیزات پوشیدنی و...

سنسورهای زیستی و پزشکی

مواد پیزوالکتریک در حوزه پزشکی کاربردهای گسترده‌ای دارند، از جمله:

- تحریک بافت‌ها:** استفاده از ایمپلنت‌های پیزوالکتریک برای تحریک بافت‌های عصبی، عضلانی و استخوانی
- تولید انرژی از حرکات بدن:** استفاده از انرژی حرکات طبیعی بدن برای تأمین انرژی ابزار کاشتنی بدن
- حسگرهای زیستی:** توسعه حسگرهایی برای مانیتورینگ علائم حیاتی مانند ضربان قلب و فشار خون



میز گفت و گو



دکتر کیوان رئیسی / هیئت علمی دانشکده مهندسی مواد

جایگاه دانشگاه، پژوهش، و آینده مهندسی مواد

با توجه به تغییراتی که در سال‌های اخیر در رتبه‌بندی‌های جهانی دانشگاه‌ها ایجاد شده، جایگاه دانشگاه صنعتی اصفهان نیز دستخوش نوساناتی بوده است. این موضوع در میان برخی دانشجویان سؤالاتی درباره وضعیت علمی دانشگاه ایجاد کرده است. از دیدگاه شما، چنین رتبه‌بندی‌هایی چه اهمیتی دارند و دانشجویان چگونه می‌توانند در ارتقای جایگاه علمی و بین‌المللی دانشگاه نقش آفرین باشند؟

درباره رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، اول باید بدانیم که سیستم‌های مختلفی برای این کار وجود دارد و هر کدام شاخص‌های خاص خودشان را دارند؛ شاخص‌هایی که لزوماً همگی علمی نیستند. برای مثال، میزان ارتباطات بین‌المللی، آمار مشارکت اعضای هیئت علمی در هیئت تحریریه مجلات بین‌المللی، تأثیر اجتماعی دانشگاه و فعالیت‌های مدیریتی هم از معیارها هستند.

بنابراین، افت رتبه لزوماً به معنای افت سطح علمی نیست؛ ممکن است حتی سطح علمی دانشگاه بهتر هم شده باشد. البته تلاش برای ارتقای رتبه همواره باید وجود داشته باشد چون چهره بهتری از دانشگاه ارائه می‌دهد، اما نباید به دغدغه ذهنی تبدیل شود. دانشگاه صنعتی اصفهان همیشه در حوزه آموزش سخت‌گیر بوده، و این مسئله نقطه قوت مهمی است. دغدغه‌مند بودن در حوزه پژوهش هم وجود دارد و مجموع اینها نشان می‌دهد که کاهش رتبه نباید باعث دلسردی شود؛ این فقط یک عدد است و جایگاه واقعی دانشگاه را تعیین نمی‌کند.

با توجه به واژدهی «صنعتی» در نام دانشگاه، آیا می توان انتظار داشت که ارتباط مستقیمی میان دانشگاه و صنعت وجود داشته باشد؟ همچنین، با توجه به رشته «علم و مهندسی مواد»، این ارتباط در عمل چگونه تعریف می شود؟

عبارت «دانشگاه صنعتی» به معنای لزوم ارتباط مستقیم بین دانشگاه و صنعت نیست. این نام تاکید می کند که این نوع دانشگاه جامع نیست، بلکه صرفاً دارای رشته های مهندسی (رشته های صنعتی) است و البته دانشکده های علوم پایه این دانشگاه هم به دلیل نیاز رشته های مهندسی، در این دانشگاه جای دارند. در مورد ارتباط صنعت و دانشگاه، باید رسالت اصلی دانشگاه را در نظر داشت. دانشگاه یک نهاد علمی جهانی است و مرزهای جغرافیایی در آن معنایی ندارد. رسالت اصلی دانشگاه، توسعه مرزهای دانش و انجام پژوهش هایی است که پیشرو باشند، نه تکرار پژوهش هایی که پیش تر به نوعی انجام شده اند. اکثر صنایع در جهان برای بقا به نوآوری نیاز دارند و ناگزیر به پژوهش در دانشگاه ها نیازمندند. اما در کشور ما این تعامل اغلب ضعیف است، چون تکنولوژی بکاررفته در بیشتر صنایع موجود قدیمی شده اند و هنوز با تکیه بر همان دانش گذشته ادامه حیات می دهند. همچنین رقابت جهانی که نیاز به نوآوری را لازم می شمارد، برای آنها اهمیت ندارد. در چنین شرایطی، اگر دانشگاه بخواهد به رسالت اصلی خود عمل کند، طبیعتاً نمی تواند حل مشکلات چنین صنایعی را هدف اصلی خود قرار دهد. در اینجا این ارتباط به منظور انجام بازدید های صنعتی به عنوان مکمل مطالب برخی از دروس و انجام پروژه های صنعتی جهت کسب درآمد مد نظر است. اما خروجی ارزشمند و ماندگار یک دانشگاه، کتاب، مقاله و پتنت حاصل از پژوهش های بنیادی/کاربردی، و دانش آموختگان قوی است.

شما در سال ۱۳۹۲ به عنوان پژوهشگر نمونه دانشگاه انتخاب شدید. برای دانشجویانی که علاقه مند به ورود به حوزه پژوهش هستند، چه توصیه هایی دارید تا هم شروع مناسبی داشته باشند و هم مسیر پژوهش را ادامه دهند؟

پژوهش در دانشگاه ساختار و سلسله مراتب خاص خود را دارد. اینکه دانشجوی خودش تصمیم بگیرد وارد پژوهش شود کافی نیست؛ باید ابتدا علاقه داشته باشد و سپس با استادی که در آن زمینه فعال است، همکاری کند. به طور کلی، پژوهش با استاد راهنما معنا پیدا می کند.

در دوره کارشناسی، آموزش مهم ترین هدف است و پژوهش صرفاً در حد یک آشنایی اولیه مطرح می شود، مثلاً در قالب پروژه درسی که می تواند حتی مطالعات کتابخانه ای باشد. اما در دوره کارشناسی ارشد، پژوهش بخش اصلی تحصیل است و دانشجوی باید یاد بگیرد چطور با چالش های یک پژوهش مواجه شود. پژوهش آموختنی نیست؛ باید آن را تجربه کرد. اما در دوره دکتری، پژوهش باید مسئله محور و اثربخش باشد. رساله دکتری مهم ترین خروجی تحصیل این دوره است و اگر نتواند مرزهای دانش را جابه جا کند، باید آن ها را تکان داده باشد. در همه مقاطع، "علاقه" شرط اول است، و بعد از آن "خلاقیت" اهمیت دارد تا دانشجوی بتواند با کم ترین امکانات به بهترین نتایج برسد. خلاقیت هم فقط از طریق مطالعه زیاد به دست می آید.

یکی از چالش‌هایی که دانشجویان ارشد به آن اشاره می‌کنند، سختی دسترسی به منابع و داده‌هاست. آیا شما این مسئله را تأیید می‌کنید؟ دانشجویان در مواجهه با چنین مشکلاتی چه راه‌حلی دارند؟

صادقانه بگویم، من این دیدگاه را قبول ندارم که منابع در دسترس نیستند. دانشگاه ما به پایگاه‌های داده ای مثل اسکوپوس دسترسی دارد که اگر از طریق شبکه دانشگاه متصل شوید، امکانات بسیار خوبی فراهم است. پایگاه دانش‌لینک هم جهت سفارش مقاله، استاندارد و کتاب و ... ابزار بسیار مفیدی است. از سوی دیگر، ما در یک جامعه علمی جهانی قرار داریم. اگر برای دسترسی به مقاله‌ای خاص، به نویسنده مسئول آن ایمیل بزنید و خود را دانشجو معرفی کنید، در اکثر مواقع آن مقاله برای شما ارسال خواهد شد. بنابراین، به نظر من بیش از ۷۰ درصد منابع قابل دسترسی هستند.

اما اگر پروژه‌ای نیاز به داده‌هایی دارد که فقط از طریق یک سازمان خاص قابل دستیابی است، حتماً قبل از شروع باید هماهنگی‌های لازم انجام شده باشد. این مرحله از برنامه‌ریزی پژوهش محسوب می‌شود.

از نظر شما چه ظرفیت‌هایی در رشته مهندسی مواد وجود دارد که کمتر به آن‌ها توجه شده و دانشجویان می‌توانند روی آن تمرکز بیشتری داشته باشند؟

سؤال بسیار خوبی است و ای کاش همه دانشجویان به این موضوع فکر می‌کردند. اگر دقت کنیم، بسیاری از دروس پایه میان رشته‌های مهندسی مشترک هستند. حتی دروس تخصصی رشته‌های مهندسی هم گاهی اشتراک زیادی دارند. اما در رشته ما، مهندسی مواد، متأسفانه یک باور قدیمی وجود دارد که همه چیز باید در آزمایشگاه اندازه‌گیری شود و به داده‌های تجربی اعتبار داده می‌شود. این دیدگاه باید تغییر کند. در واقع، ما اکنون در بیشتر زمینه‌ها بالاخص متالورژی، داده‌های کافی در دسترس داریم و دیگر نیازی نیست برای بدست آوردن داده برای حل هر مشکلی به آزمایشگاه برویم. استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و شبیه‌سازی می‌تواند به ما کمک کند که داده‌های دقیق و تکرارپذیر از داده‌های تجربی موجود بدست آوریم. این مسیری است که رشته‌های دیگر مهندسی و حتی رشته مهندسی مواد در دانشگاه‌های معتبر جهانی دنبال می‌کنند. رشته مهندسی مواد نباید صرفاً یک رشته مبتنی بر آزمایشگاه باقی بماند. باید مثل دیگر رشته‌های مهندسی به ریاضیات، برنامه‌نویسی و مدل‌سازی اهمیت ویژه بدهیم.

در پایان اگر نکته‌ای هست که فکر می‌کنید دانشجویان باید بدانند، لطفاً با ما در میان بگذارید.

در ابتدای صحبت‌ها به مسئله انگیزه اشاره کردم. به نظر من، افت انگیزه تنها به‌خاطر رتبه دانشگاه نیست؛ مسائل دیگری هم در زندگی جوانان هست. اما مهم این است که یک دانشجو باید به خودش سخت بگیرد. اگر کاری را شروع می‌کند، آن را به بهترین شکل ممکن انجام دهد. این سخت‌گیری در نهایت به نفع خودش است.

کتاب زیاد بخوانید. کتابخانه منتظر شماست! خیلی‌ها آرزو داشتند جای شما باشند، پس قدر فرصت‌ها را بدانید. دانشجو باشید، نه دانش‌آموز. درس بخوانید، مهارت یاد بگیرید، زبان‌های خارجی یاد بگیرید، در دوره‌های مهارت افزائی شرکت کنید. چون اگر این کارها را نکنید، در نهایت همه یک مدرک دارید ولی تفاوت شما با بقیه در همین مهارت‌های جانبی خواهد بود. نگران فاصله دانشگاه‌ها با صنایع کشور هم نباشید؛ صنایع کشور به‌زودی باید خود را ارتقا دهند، صنایع جدیدی ایجاد شوند و همگی رویکرد جهانی پیدا کنند و این گریز ناپذیر است. هرگز ناامید نباشید، انگیزه داشته باشید، و اگر واقعاً تلاش کنید، قطعاً به نتیجه خواهید رسید. یادتان باشد برای پیشرفت علمی، کار علمی (آموزش و پژوهش) میانبر ندارد؛ باید مسیرش را بطور کامل و با صداقت طی کنید.

پس می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که برای توسعه رشته مهندسی مواد، باید از اتکا صرف به روش‌های تجربی فاصله بگیریم و به سمت ابزارهای نوین مانند شبیه‌سازی و هوش مصنوعی حرکت کنیم؟

بله، دقیقاً. از دانشجوی حاضر مهندسی مواد انتظار می‌رود که به مفاهیم مهندسی در سایر رشته‌ها هم آشنا باشد، حتی مفاهیم پایه‌ای در مهندسی برق یا مکانیک. دانش عمومی نه‌تنها برای ورود به صنعت لازم است، بلکه برای افرادی که قصد ادامه تحصیل یا اپلای دارند، امتیاز بزرگی خواهد بود.

چاپ زیستی سه بعدی؛

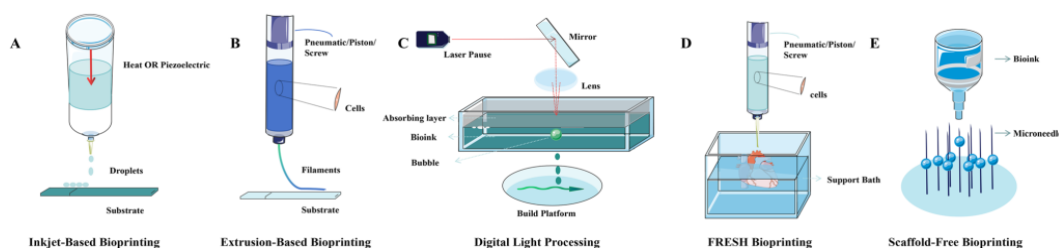
رویکردی نوین در بازسازی قلب

چاپ زیستی سه بعدی یکی از پیشرفته‌ترین و امیدبخش‌ترین فناوری‌ها در پزشکی بازساختی قلب محسوب می‌شود که می‌تواند تحولی اساسی در درمان بیماری‌های قلبی و جایگزینی بافت‌های آسیب‌دیده ایجاد کند. با توجه به اینکه بیماری‌های قلبی عروقی همچنان یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ‌ومیر در جهان هستند و پیوند قلب با چالش‌هایی مانند کمبود اهداکنندگان و پس‌زدگی ایمنی مواجه است، این فناوری نوظهور امیدهای تازه‌ای برای تولید بافت‌ها و حتی اندام‌های قابل پیوند ایجاد کرده است. چاپ زیستی امکان تولید داربست‌های زیستی، مدل‌های آزمایشگاهی بیماری‌های قلبی، دریچه‌های قلبی و حتی ساختارهای عملکردی قلب را فراهم می‌آورد و به ایجاد درمان‌های شخصی‌سازی شده کمک می‌کند.

این فناوری در تقاطع چندین حوزه علمی، از جمله مهندسی زیستی، مهندسی مواد و علوم زیستی قرار دارد. یکی از چالش‌های اساسی در این زمینه، طراحی و توسعه زیست‌جوهرهای مناسب است که باید خواص مکانیکی، زیست‌سازگاری و زیست‌تخریب‌پذیری مطلوبی داشته باشند. مهندسی مواد نقش کلیدی در توسعه این زیست‌جوهرها ایفا می‌کند، زیرا انتخاب ترکیبات و اصلاحات سطحی آن‌ها تعیین‌کننده موفقیت فرآیند چاپ و عملکرد نهایی بافت است. علاوه بر این، بررسی رفتار مکانیکی و زیستی بافت‌های چاپ‌شده و ایجاد ساختارهایی که بتوانند خواص فیزیکی مشابه با بافت قلبی طبیعی داشته باشند، از موضوعات کلیدی تحقیقات در این حوزه است.

در این مقاله، روش‌های چاپ زیستی سه بعدی برای بازسازی قلب، کاربردهای پزشکی آن، نقش مهندسی مواد در توسعه این فناوری، چالش‌های موجود و مسیرهای آینده این حوزه بررسی خواهد شد.

1. **چاپ جوهرافشان زیستی (Inkjet Bioprinting):** این روش بر پایه فناوری جوهرافشان کلاسیک است که در آن سلول‌های زنده درون قطرات زیست‌جوهری به صورت لایه‌لایه روی سطح چاپ می‌شوند. این روش سریع و کم‌هزینه است اما کنترل دقیق چگالی سلولی را دشوار می‌کند.
2. **چاپ زیستی اکستروژن (Extrusion Bioprinting):** در این روش، زیست‌جوهرها به صورت مداوم از طریق نازل اکستروژن شده و لایه‌لایه روی هم قرار می‌گیرند. این تکنیک برای ساخت بافت‌های حجیم‌تر مناسب است.
3. **چاپ زیستی لیزری (Laser-Assisted Bioprinting – LAB):** این روش با استفاده از لیزر، قطرات سلولی را به دقت در محل مورد نظر قرار می‌دهد. دقت و وضوح بالای این روش، آن را برای ایجاد ساختارهای پیچیده مانند شبکه‌های عروقی مناسب ساخته است.



شکل 1- تکنیک‌های چاپ زیستی

زیست‌جوهرها و مواد زیستی مورد استفاده در چاپ زیستی قلب

زیست‌جوهرها (Bioinks) به مواد زیستی گفته می‌شود که برای چاپ زیستی سه‌بعدی به کار می‌روند و قادرند سلول‌ها را در محیطی پشتیبان قرار داده و از عملکرد آن‌ها حمایت کنند. این مواد باید دارای خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مناسبی باشند تا امکان تولید ساختارهای بافتی عملکردی را فراهم کنند. زیست‌جوهرها معمولاً ترکیبی از پلیمرهای طبیعی یا سنتزی، ماتریکس‌های خارج‌سلولی، فاکتورهای زیستی و سلول‌ها هستند که در کنار یکدیگر محیطی مشابه بافت طبیعی بدن را ایجاد می‌کنند.

برای دستیابی به چاپ زیستی موفق در بازسازی قلب، انتخاب زیست‌جوهر مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است. این مواد باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

1. **زیست‌سازگاری (Biocompatibility):** زیست‌جوهرها نباید باعث واکنش ایمنی شدید یا سمیت سلولی شوند و باید از رشد، تکثیر و تمایز سلول‌های قلبی حمایت کنند.
2. **زیست‌تخریب‌پذیری (Biodegradability):** این مواد باید به گونه‌ای طراحی شوند که پس از تشکیل بافت جدید، در بدن به طور کنترل شده تخریب شده و جای خود را به ماتریکس خارج‌سلولی طبیعی بدهند.
3. **خواص مکانیکی مناسب:** زیست‌جوهرهای مورد استفاده باید بتوانند استحکام و خاصیت الاستیکی مورد نیاز برای تقلید از رفتار مکانیکی بافت قلبی را فراهم کنند.
4. **قابلیت پرینت‌پذیری:** مواد باید گرانروی و رفتار رئولوژیکی مناسبی داشته باشند تا در طول فرآیند چاپ، پایداری ساختاری حفظ شود و سلول‌ها زنده بمانند.
5. **هدایت زیستی و تنظیم پاسخ سلولی:** برخی زیست‌جوهرها حاوی فاکتورهای رشد و پروتئین‌های ماتریکس خارج‌سلولی هستند که می‌توانند تمایز سلولی را تحریک کرده و عملکرد بافتی مطلوب را بهبود دهند.

در چاپ زیستی قلب، زیست جوهرها بسته به نیاز بافت، انتخاب و ترکیب می‌شوند. برای مثال، آلژینات که از جلبک دریایی استخراج می‌شود، به دلیل ژل شدن سریع و استحکام مناسب، با ژلاتین (مشتق شده از کلاژن) ترکیب می‌شود تا محیطی زیست سازگار و انعطاف پذیر برای رشد سلول‌ها فراهم کند. از سوی دیگر، فیبرین، که در فرآیند لخته شدن خون نقش دارد، باعث تعامل بهتر سلول‌های قلبی و تمایز آنها می‌شود.

مدل سازی بیماری و آزمایش داروها

یکی دیگر از کاربردهای مهم چاپ زیستی در حوزه قلب، مدل سازی بیماری‌های قلبی و آزمایش داروها است. مدل‌های چاپ شده از بافت قلبی می‌توانند ساختار و عملکرد واقعی قلب را شبیه سازی کرده و به عنوان پلتفرم‌های آزمایشی برای بررسی بیماری‌های مختلف قلبی، از جمله نارسایی قلبی، کاردیومیوپاتی به گروهی از بیماری‌های عضله قلب گفته می‌شود که باعث تغییر در ساختار یا عملکرد قلب می‌شوند. در این بیماری، عضله قلب ضعیف شده، سفت می‌شود یا تغییر شکل می‌دهد، که می‌تواند توانایی پمپاژ خون را کاهش دهد و در نهایت به نارسایی قلبی منجر شود.

و آریتمی‌ها مورد استفاده قرار گیرند. این مدل‌ها امکان مطالعه مکانیسم‌های مولکولی و سلولی بیماری‌ها را فراهم کرده و به پژوهشگران این امکان را می‌دهند که اثرات داروهای جدید را در شرایطی که شباهت بیشتری به محیط درون تنی دارند، بررسی کنند. با استفاده از این فناوری، می‌توان کارایی و ایمنی داروهای جدید را با دقت بیشتری ارزیابی کرد و از آزمایش‌های حیوانی کاست.

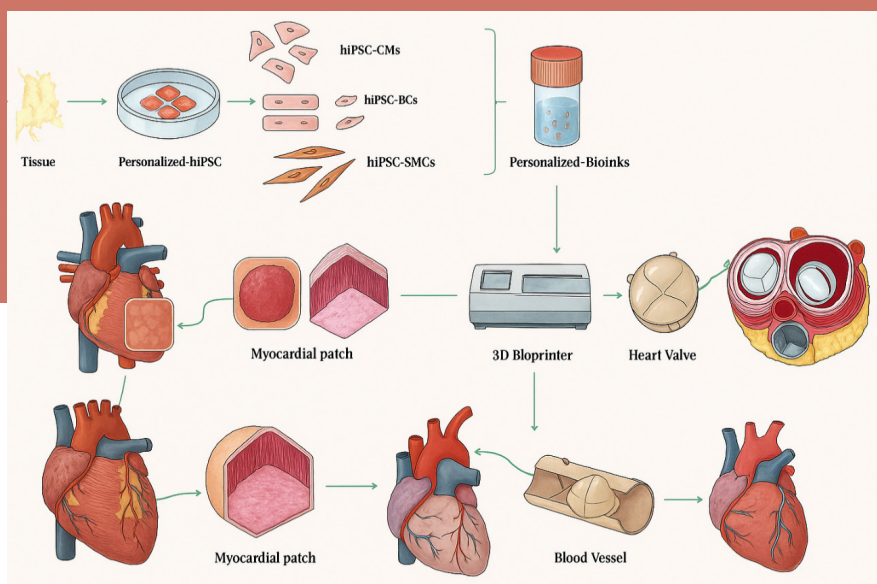
تولید دریچه‌های قلبی و بافت‌های عملکردی برای پیوند

چاپ زیستی دریچه‌های قلبی و بافت‌های عملکردی، رویکردی نوین در مهندسی قلب است که امکان تولید ساختارهای زیستی سازگار با بدن را فراهم می‌کند. دریچه‌های چاپ شده با سلول‌های زنده و مواد زیستی، برخلاف دریچه‌های مصنوعی، توانایی ادغام با بافت بیمار و بازسازی خود را دارند که می‌تواند خطر پس زدن ایمنی را کاهش دهد. این فناوری همچنین امکان تولید پیچ‌های قلبی برای ترمیم آسیب‌های بافتی و سایر ساختارهای عملکردی قلب را فراهم می‌آورد. پیشرفت‌های بیشتر در این حوزه می‌تواند به تولید قلب‌های زیستی قابل پیوند و کاهش نیاز به اهدای عضو منجر شود.

چالش‌ها، مهندسی بافت و راهکارها

چاپ زیستی سه بعدی بافت‌های قلبی با وجود پتانسیل بالا در بازسازی نواحی آسیب دیده، همچنان با چالش‌های زیستی، مکانیکی و فنی متعددی روبه‌روست که مانع از کاربرد گسترده آن در حوزه‌های بالینی می‌شود. یکی از اساسی‌ترین چالش‌ها، حفظ زنده ماندن سلول‌ها در حین و پس از فرآیند چاپ است؛ چرا که عوامل محیطی مانند فشار مکانیکی، دما و کمبود اکسیژن می‌توانند بقای سلول‌ها را تهدید کنند. علاوه بر این، نبود یک شبکه عروقی پیچیده و کارآمد در ساختارهای حجیم چاپ شده، انتقال مؤثر اکسیژن و مواد مغذی را مختل کرده و منجر به نکروز سلولی می‌شود. از این رو، توسعه روش‌هایی برای چاپ هم‌زمان عروق خونی و ادغام آن‌ها با بافت قلبی، به یکی از اهداف اصلی پژوهشگران تبدیل شده است.

برای مقابله با این محدودیت‌ها، از داربست‌های زیستی مهندسی شده بهره گرفته می‌شود؛ این داربست‌ها که از مواد زیست‌سازگار ساخته شده‌اند، محیطی حمایتی برای رشد، سازمان‌دهی و تمایز سلول‌های قلبی فراهم می‌کنند. همچنین، استفاده از فناوری‌هایی مانند چاپ چندماده‌ای، زیست‌جوهرهای پیشرفته و فاکتورهای رشد، به بهبود نظم فضایی کاردیومیوسیت‌ها و افزایش کارایی انقباضی بافت کمک می‌کند.



جهت‌های آینده و فرصت‌های پژوهشی در چاپ زیستی قلب

تحقیقات آینده در چاپ زیستی قلب بر بهینه‌سازی فرآیندهای چاپ، توسعه مواد زیستی هوشمند و بهره‌گیری از هوش مصنوعی متمرکز است. هوش مصنوعی و بیوانفورماتیک می‌توانند با تحلیل داده‌های زیستی، پیش‌بینی رشد سلولی و بهینه‌سازی تنظیمات چاپ، دقت و کارایی این فناوری را افزایش دهند. همچنین، زیست‌جوهرهای هوشمند که قادر به تنظیم دینامیکی سیگنال‌های زیستی و مکانیکی برای رشد سلول‌ها هستند، می‌توانند عملکرد بافت‌های چاپ‌شده را بهبود بخشند. علاوه بر این، استفاده از چاپ زیستی چندماده‌ای 3 و فناوری چاپ چهاربعدی امکان تولید بافت‌هایی با ساختار و عملکردی نزدیک‌تر به بافت طبیعی را فراهم می‌کند. در نهایت، یکی از اهداف کلیدی این پژوهش‌ها، تولید یک مدل قلب کاملاً عملکردی با قابلیت پمپاژ خون است که می‌تواند در مطالعات زیستی، آزمایش‌های دارویی و حتی پیوند قلب کاربرد داشته باشد. پیشرفت‌های سریع در مهندسی بافت، هوش مصنوعی و چاپ زیستی، تحقق این هدف را در آینده‌ای نزدیک امکان‌پذیر می‌کند.

– **رادیومیوسیت‌ها** یا سلول‌های عضله قلب، سلول‌های تخصصی عضلانی هستند که مسئول انقباض و عملکرد پمپاژی قلب می‌باشند. این سلول‌ها ویژگی‌هایی منحصر به فرد دارند که آن‌ها را از سایر سلول‌های عضلانی متمایز می‌کند.

– **بیوانفورماتیک** (Bioinformatics) یک حوزه میان‌رشته‌ای است که از علوم کامپیوتر، ریاضیات و زیست‌شناسی برای تحلیل و پردازش داده‌های زیستی استفاده می‌کند. این علم به ما کمک می‌کند تا اطلاعات پیچیده زیستی (مانند داده‌های ژنوم، پروتئین‌ها و سلول‌ها) را مدیریت، تحلیل و تفسیر کنیم.

– **چاپ چند ماده‌ای** (Multi-material Bioprinting) دستگاه‌هایی هستند که می‌توانند چندین نوع سلول زنده، بیوزل و مواد زیست‌سازگار را به صورت هم‌زمان یا لایه به لایه پرینت کنند. این فناوری برای ایجاد بافت‌های پیچیده زیستی، مانند پوست، غضروف، و حتی ساختارهای عروقی در قلب، کاربرد دارد.

منابع:

[1] Z. Wang et al., "3D bioprinting in cardiac tissue engineering," 2021, Ivyspring International Publisher.

[2] Z. Zheng et al., "Advancing cardiac regeneration through 3D bioprinting: methods, applications, and future directions," May 01, 2024, Springer.



یکی از مهمترین چالش های کشاورزان پیشبینی زمان دقیق برداشت محصولات است. این پیشبینی میتواند به طور مستقیم بر روی برنامه ریزی برای استفاده بهینه از نیروی کار، انبارداری و حمل و نقل تأثیر بگذارد. هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده های مربوط به رشد گیاهان، شرایط آب و هوایی و ویژگی های خاک، قادر است

زمان مناسب برای برداشت را پیشبینی کند. این پیشبینی ها میتوانند به ویژه در مناطق با تغییرات آب و هوایی سریع بسیار مفید باشند.

مدیریت منابع آبی مدیریت منابع آبی یکی از چالش های بزرگ در کشاورزی است، به ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند. هوش مصنوعی میتواند با استفاده از داده های حسگرها و پهپادها، میزان دقیق آبیاری مورد نیاز هر بخش از مزرعه را محاسبه کند. این فناوری میتواند علاوه بر پیشبینی شرایط بارندگی و رطوبت خاک، به کشاورزان کمک کند تا از هدررفت آب جلوگیری کرده و در نتیجه مصرف منابع آبی را بهینه کنند.

امروزه به کارگیری فناوری های پیشرفته مانند سیستم موقعیت یابی جهانی، هواپیماهای بدون سرنشین، نقشه برداری ماهواره ای، حسگرهای از راه دور و ماشین آلات دقیق کشاورزی حجم زیادی از کلان داده ها را در طول فرایند تولید در اختیار کشاورزان قرار می دهد که می تواند به عنوان بخشی از اقتصاد دیجیتال در کشاورزی دقیق

محسوب شده و مورد بهره برداری اقتصادی قرار گیرد. تجزیه و تحلیل این داده ها به علت پیچیدگی قادر به پردازش توسط سیستم های پردازش سنتی نمی باشد.

توجه به اندازه و پیچیدگی کلان داده، هوش مصنوعی قادر است از طریق الگوریتم های یادگیری ماشین، این داده ها را به اطلاعات ارزشمند تبدیل نماید. از برنامه های کاربردی و در حال توسعه هوش مصنوعی می توان به الگوریتم های پیش بینی عملکرد، کاهش نهاده های کشاورزی مانند کود و سم، نظارت بر شرایط رشد محصولات، مدیریت آفات، به نژادی و مطالعات مولکولی و در نهایت مدیریت زنجیره ارزش اشاره کرد.

هوش مصنوعی در کشاورزی

سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با پردازش داده‌ها به طور مستمر، الگوهای آبیاری بهینه را تعیین کنند و از هدررفت آب جلوگیری کنند. هوش مصنوعی می‌تواند در شناسایی سریع بیماری‌ها و آفات گیاهی نقش مهمی ایفا کند. استفاده از سیستم‌های بینایی ماشین (Vision Computer) [سیستمی است که با استفاده از پردازش تصویر و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، تصاویر و ویدئوها را تحلیل و تفسیر می‌کند تا اطلاعات مفیدی استخراج کند.] برای تجزیه و تحلیل تصاویر برگ‌ها، میوه‌ها و خاک از طریق پهپادها یا دوربین‌های ثابت، به کشاورزان این امکان را می‌دهد که بیماری‌ها و آفات را در مراحل اولیه شناسایی کنند. سیستم‌های AI قادر به شناسایی انواع مختلف آفات و بیماری‌ها، حتی با تشخیص الگوهای میکروسکوپی، هستند. این تشخیص‌های به موقع می‌تواند به جلوگیری از انتشار بیماری‌ها و کاهش استفاده از سموم شیمیایی کمک کند.

کشاورزی دقیق یکی از مهمترین کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی است.

این روش به کشاورزان این امکان را می‌دهد که از داده‌های به دست آمده از سنسورها، پهپادها و ماهواره‌ها برای نظارت و کنترل دقیق تر شرایط مزارع استفاده کنند. کشاورزان می‌توانند با تجزیه و تحلیل داده‌های محیطی مانند رطوبت خاک، دما، میزان نور و وضعیت گیاهان، تصمیمات دقیق‌تری در زمینه هایی مانند آبیاری، استفاده از کود، و مدیریت آفات اتخاذ کنند. این فناوری‌ها باعث کاهش مصرف منابع و افزایش بهره‌وری می‌شود.





هوش مصنوعی همچنین در زمینه خودکارسازی بسیاری از فرایندهای کشاورزی مانند کاشت، برداشت و سمپاشی مورد استفاده قرار میگیرد. ربات‌ها و ماشین‌های خودکار مجهز به الگوریتم‌های هوش مصنوعی میتوانند عملیات مختلف مانند کاشت دانه‌ها، نظارت بر وضعیت گیاهان، آبیاری و حتی برداشت محصولات را به طور کاملاً خودکار انجام دهند. این امر میتواند به ویژه در مناطق با کمبود نیروی کار مفید باشد و هزینه‌های نیروی کار را کاهش دهد. علاوه بر این، این خودکارسازی به کشاورزان این امکان را میدهد که زمان و منابع خود را بهتر مدیریت کنند و عملکرد مزارع خود را بهبود بخشند.

هوش مصنوعی میتواند با پردازش داده های آب وهوایی، مدلسازی و پیشبینی تغییرات اقلیمی در آینده، به کشاورزان کمک کند تا برای شرایط متغیر آب و هوایی آماده باشند. پیشبینی دقیق تر شرایطی مانند بارش، دما و رطوبت میتواند به کشاورزان در اتخاذ تصمیمات بهینه برای انتخاب زمان کاشت، نوع محصولات و شیوه های آبیاری کمک کند. این پیشبینی ها به ویژه در مناطقی که با تغییرات اقلیمی شدید روبه رو هستند، اهمیت زیادی دارند.



در آخر آینده هوش مصنوعی در کشاورزی تا حد زیادی به اتخاذ راه حل های هوش مصنوعی بستگی دارد. اگرچه برخی از تحقیقات در مقیاس بزرگ در حال انجام است و برخی از برنامه های کاربردی در حال حاضر در بازار جهانی وجود دارد، اما صنعت در کشاورزی کمتر مورد استفاده قرار میگیرد. هوش مصنوعی در کشاورزی نه تنها به افزایش بهره برداری

و کاهش هزینه ها کمک می کند بلکه باعث می شود که کشاورزان بتوانند به طور دقیق تر نیازهای محصولات خود را مدیریت کنند و بحران های طبیعی را بهتر پیش بینی و مدیریت کنند؛ همچنین روبات ها و ماشین های هوشمند می توانند وظایف مختلف را انجام دهند و به کشاورزان شهری با کمک هوش مصنوعی به رشد کشاورزی پایدار و تولید مواد غذایی سالم تر کمک کنند.

کارگردان: ریدلی اسکات | بازیگر اصلی: مت دیمون

سال تولید: 2015 | ژانر: علمی-تخیلی، بقاء، درام

بر اساس رمان پرفروش "ماریخی" نوشته اندی ویر (Andy Weir)

چرا این فیلم برای جامعه مهندسی و علم مواد - به ویژه علاقه‌مندان به کربن - ارزشمند است؟

در فیلم The Martian، مهندس-گیاه‌شناس ناسا، «مارک واتنی»، در جریان مأموریتی به مریخ، به‌طور تصادفی تنها گذاشته می‌شود و تصور می‌شود که کشته شده است. او باید با منابع محدود، بدون پشتیبانی، و در محیطی کاملاً خصمانه، زنده بماند. اما آنچه این فیلم را از سایر آثار علمی-تخیلی جدا می‌کند، پایه‌ریزی واقع‌گرایانه بر مبنای علوم مهندسی و فناوری‌های واقعی است.

ارتباط با علم مواد، مهندسی و به ویژه کربن:

1. مواد مقاوم در برابر شرایط شدید

لباس فضایی، سکونت‌گاه، وسایل نقلیه سطحی و سازه‌های ماریخی در فیلم همگی از موادی طراحی شده‌اند که باید:

۵ سبک،

۵ مقاوم به تشعشع،

۵ عایق حرارتی،

۵ مقاوم به شکست مکانیکی باشند.

کامپوزیت‌های کربنی، پلی‌آمیدهای مقاوم، عایق‌های حاوی الیاف گرافیتی و حتی پلیمرهای متخلخل با پایه کربنی در چنین کاربردهایی نقش کلیدی دارند.

2. فناوری بازیابی و تبدیل منابع

مارک واتنی با استفاده از واکنش‌های شیمیایی - از جمله تجزیه هیدرازین (N_2H_4)، تولید آب، بازتولید اکسیژن و حتی تولید متان - سعی در تأمین انرژی و حیات دارد. بسیاری از این فرآیندها در راکتورها و بسترهایی انجام می‌شوند که:

o از کربن متخلخل یا کاتالیست‌های پایه گرافیتی استفاده می‌کنند؛

o یا برای تبادل حرارتی به مبدل‌های حرارتی گرافیتی وابسته‌اند.

3. علم، ابزار بقا است - نه فقط تکنولوژی

فیلم به وضوح نشان می‌دهد که بقاء در مریخ نه با قهرمان‌بازی، بلکه با محاسبه، مهندسی، و خلاقیت علمی ممکن است. از اندازه‌گیری دقیق مصرف اکسیژن گرفته تا شبیه‌سازی انرژی لازم برای پرتاب در جاذبه پایین مریخ، همگی بر پایه‌ی تحلیل داده، طراحی سیستمی و شناخت مواد است.

نکات جالب علمی:

o فیلم با همکاری مستقیم ناسا ساخته شده است تا بالاترین دقت علمی ممکن را حفظ کند.

o بسیاری از تجهیزات در فیلم (مانند لباس فضایی، زیستگاه، MAV - مریخ‌نشین) براساس طراحی‌های واقعی ناسا هستند.

o رمان اصلی توسط مهندس نرم‌افزار و علاقه‌مند فیزیک، Andy Weir، نوشته شده که تمام محاسبات را به دقت در نظر گرفته است.

The Martian تنها یک فیلم نیست، بلکه ستایشی است از قدرت علم، تفکر مهندسی و شناخت عمیق از خواص مواد. در جهانی که بدون کربن، بقا ممکن نیست، این فیلم نمونه‌ای کامل از کاربرد علوم مهندسی - به ویژه علم مواد و کربن - در سخت‌ترین شرایط ممکن است.

پیشنهاد می‌کنیم این فیلم را نه فقط به چشم سرگرمی، بلکه به عنوان یک الهام علمی تماشا کنید.

عنوان : Ceramic Matrix Composites: Fiber Reinforced Ceramics and their Applications

سردبیر : Prof. Dr.-Ing. Walter Krenkel

زبان: انگلیسی

محتوای کلیدی

معرفی جامع مفاهیم پایه‌ای کامپوزیت‌های زمینه سرامیکی (CMCs)، از جمله انواع الیاف و ماتریس‌های سرامیکی و مکانیزم‌های تقویت.

- بررسی فرآیندهای ساخت پیشرفته مانند CVI، PIP، LSI و سایر روش‌ها.
- تحلیل خواص مکانیکی، حرارتی، مقاومت در برابر اکسیداسیون و فرسایش در دماهای بالا.
- مرور کاربردهای صنعتی در حوزه‌های هوافضا، خودروسازی، انرژی و صنایع پیشرفته دیگر.
- فصل‌های تخصصی درباره آزمون‌های غیرمخرب، تکنولوژی‌های اتصال و استفاده در محیط‌های شدید.

ویژگی‌های برجسته

- تألیف توسط جمعی از متخصصان شناخته‌شده اروپایی با تأکید بر تولید صنعتی.
- ترکیب دقیق بین نظریه مواد و مهندسی کاربردی.
- همراه با نمودارها و تصاویر فنی برای فهم بهتر مفاهیم پیچیده.
- مرجع ارزشمند برای دانشجویان دکتری، پژوهشگران و مهندسان حرفه‌ای در حوزه مواد پیشرفته.

دسترسی به کتاب

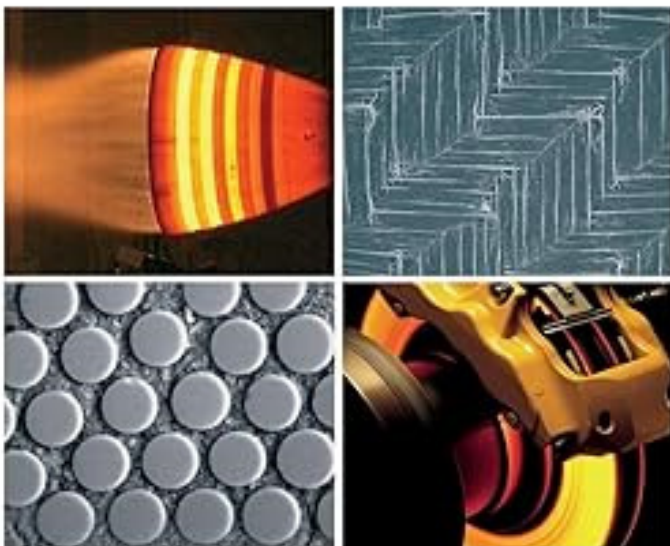
- نسخه آنلاین: قابل مشاهده در وبسایت رسمی Wiley
- نسخه چاپی: در فروشگاه‌هایی مانند Amazon
- نسخه PDF: در برخی منابع آنلاین در دسترس است

Edited by Walter Krenkel

WILEY-VCH

Ceramic Matrix Composites

Fiber Reinforced Ceramics
and their Applications



عنوان: Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals

نویسنده: Michio Inagaki

زبان: انگلیسی

محتوای کلیدی

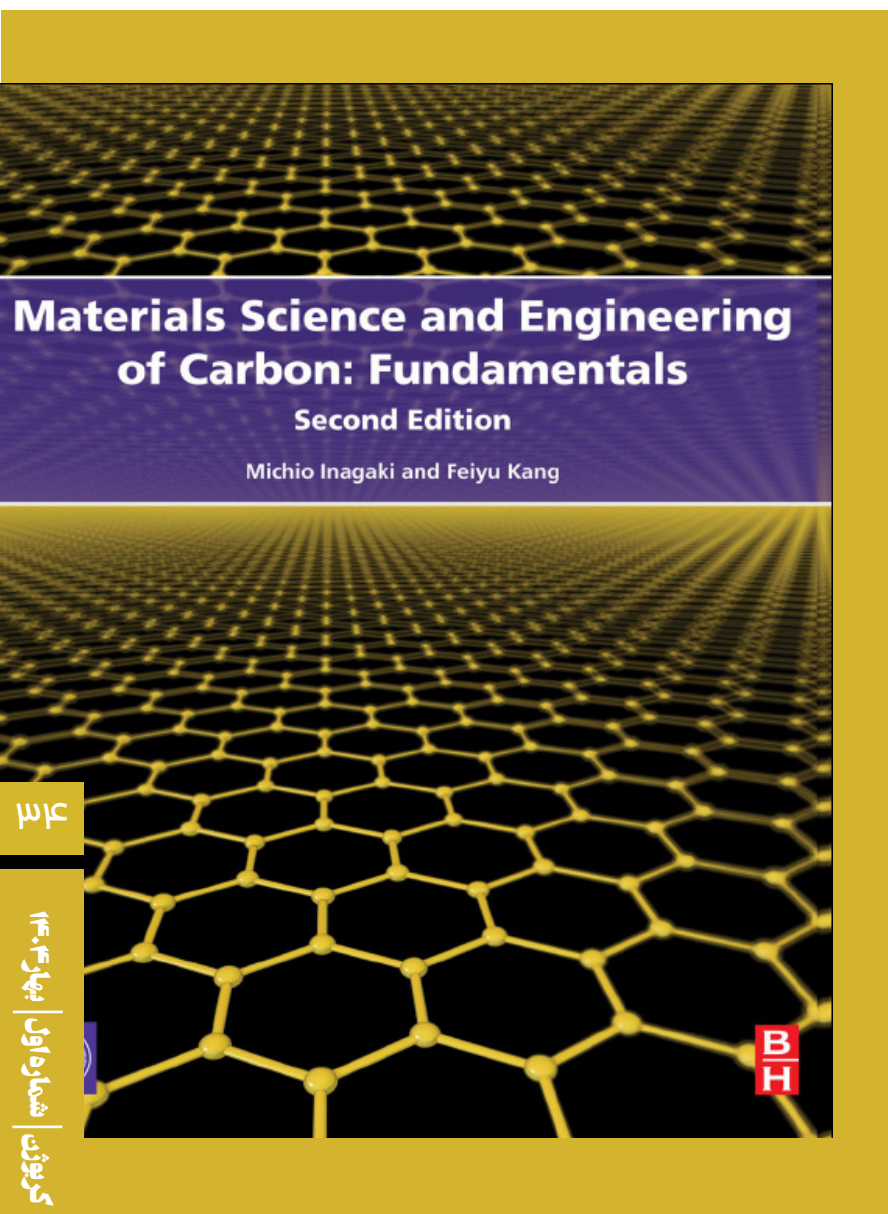
- بررسی مبانی ساختاری کربن، از ساختار اتمی و بلورین گرافیت تا کربن آمورف و نانوساختارها.
- تحلیل خواص حرارتی، مکانیکی و الکتریکی انواع مختلف مواد کربنی.
- روش‌های سنتز و پردازش مواد کربنی پیشرفته با کاربردهای خاص.
- نقش کلیدی تقویت‌کننده‌های کربنی در کامپوزیت‌های پلیمری و سرامیکی.
- بحث درباره پیوند، فصل مشترک و خواص مکانیکی در سامانه‌های کامپوزیتی کربنی.

ویژگی‌های برجسته

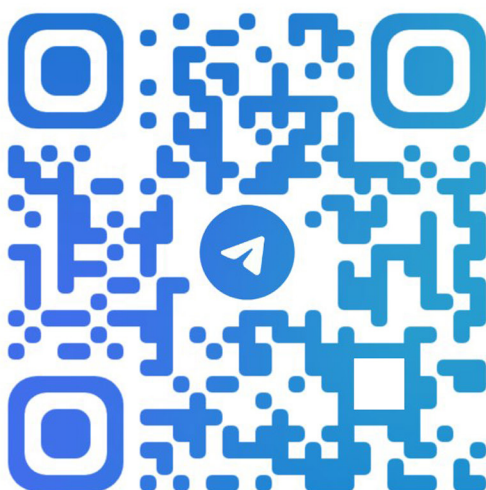
- ترکیبی از نگاه بنیادی و کاربردی، مناسب برای طیف وسیعی از دانشجویان و پژوهشگران.
- شامل مدل‌سازی، نمودارهای دقیق و مثال‌های صنعتی واقعی.
- پوشش دقیق چالش‌ها و فرصت‌های نوآورانه در علم و مهندسی مواد کربنی.
- مرجع برجسته برای علاقه‌مندان به طراحی و بهینه‌سازی مواد کربنی در ساختارهای کامپوزیتی.

دسترسی به کتاب

- نسخه آنلاین: از طریق پایگاه‌های علمی ناشر
- نسخه چاپی: در فروشگاه‌های معتبری چون Amazon
- نسخه PDF: در برخی پایگاه‌ها و منابع علمی غیررسمی قابل جستجو است



دانش، آغاز ماجراست...
«اما آنچه جهان را می‌سازد، رویاهای ماست.»



با ما همراه باشید