

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

**انجمن علمی دانشکده مهندسی مواد
دانشگاه صنعتی اصفهان**

شماره ۲ تابستان ۱۴۰۴



دانشگاه صنعتی اصفهان

شنانامه

انجمن علمی مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی اصفهان

صاحب امتیاز

امید حمله داری

مدیر مسئول و سردبیر

یوسف صفایی نایینی

مشاور

بهنام انصاری - آروین حسین پور - باربد زیرک زاده - یوسف صفایی

تیم تحریریه

مرجان محمودی - مهساحری - روزبه پارسه - تارا شاهوردی - نادیا پوریافرانی

تیم تحریریه

امیر حسین ضمیرپاک - امیر عباس صادقی

تیم ترجمه

تارا شاهوردی - فرشاد کیانی

تیم مصاحبه

پوریا بختیاری - روزبه پارسه - نادیا پوریافرانی

تیم ویراستاری

حدیثه رحیمی - امید حمله داری

تیم گرافیک

مطالب فهرست

06 نانو: مهندسی در مقیاس اتم

10 پلی به سوی کربن (گرافن)

14 نقش مواد جاذب راه‌ار در طراحی جنگنده‌های پنهان‌کار با تمرکز بر مواد کربنی

18 پیشرفت‌های علمی در ساخت ترانزیستورهای گرافنی

22 ربات سرآشپز

26 استفاده از فوتوکاتالیست‌های نیمه‌هادی (مثل TiO_2 و ترکیبات کربنی) در تجزیه آلاینده‌های آلی هوا و آب

30 مصاحبه

34 مروری بر چاپ سه‌بعدی داروهای چندلایه با مواد زیست‌سازگار

38 یه قلب مهارت

44 نمای نزدیک

48 منابع

ما را در شبکه های اجتماعی دنبال کنید.



به نام خالق ساختار، ماده و معنا

علم مواد، علمی است که در مرز میان طبیعت و فناوری ایستاده است؛ جایی که خواص بنیادی ماده به زبان نوآوری ترجمه می‌شوند. آنچه ما امروز در اطراف خود می‌بینیم - از کوچک‌ترین تراشه‌های الکترونیکی گرفته تا پیشرفته‌ترین تجهیزات فضایی - حاصل همین دانش و تلاش برای فهم بهتر رفتار مواد است.

در شماره دوم نشریه، کوشیده‌ایم بار دیگر تصویری روشن از این گستره بی‌پایان ترسیم کنیم. این بار، نگاه ما فراتر از معرفی ساده مفاهیم است؛ تلاش کرده‌ایم نشان دهیم چگونه پژوهش در مقیاس نانو می‌تواند به تغییرات بزرگ در صنعت، انرژی، محیط‌زیست و حتی پزشکی منجر شود. آنچه در این صفحات گرد آمده، تلاشی است برای پیوند دادن مباحث بنیادی با چالش‌های روز و نگاهی به آینده‌ای که علم مواد می‌تواند رقم بزند.

امید داریم این شماره، فرصتی باشد برای اندیشیدن، الهام گرفتن و شاید طرح پرسش‌های تازه. پرسش‌هایی که پاسخ به آن‌ها نه تنها به پیشرفت علم، بلکه به ساختن آینده‌ای پایدارتر و هوشمندتر کمک خواهد کرد.

با احترام

امید حمله داری

مدیر مسئول فصلنامه‌ی علمی-تخصصی گریوژن

نانوفناوری

مهندسی اتمی در خدمت فردای هوشمندتر

نانوفناوری؛ افق جدید در مهندسی مواد

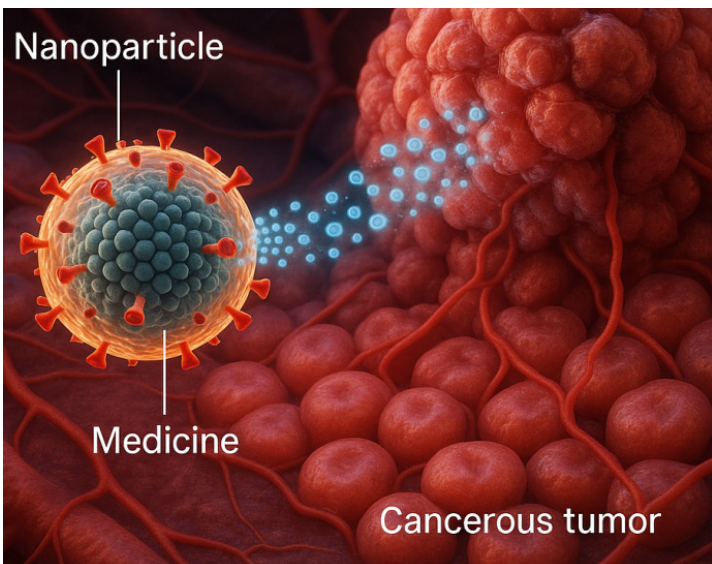
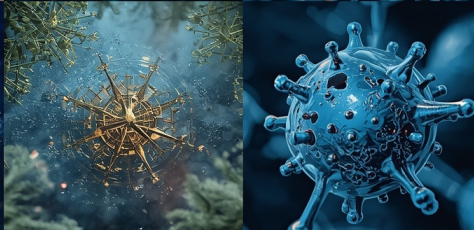
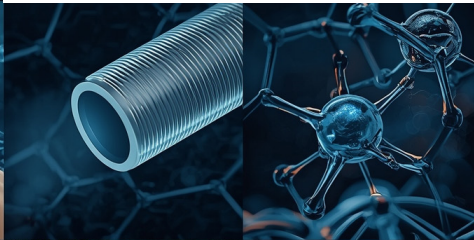
در دنیای در حال تحول فناوری، مهندسی مواد دیگر صرفاً به مقیاس‌های کلان محدود نمی‌شود. امروزه نانوفناوری به‌عنوان شاخه‌ای تحول‌ساز در علم مواد، با ورود به ابعاد اتمی و مولکولی، دریچه‌ای نو به سوی خواص نوظهور و رفتارهای جدید مواد گشوده است.

این حوزه به بررسی، طراحی و کاربرد مواد در ابعادی کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر می‌پردازد؛ جایی که پدیده‌هایی متفاوت از حالت‌های توده‌ای بروز می‌یابند. نانوفناوری از مرحله‌ی تحقیقاتی فراتر رفته و حضور خود را در حوزه‌هایی همچون صنعت، پزشکی، انرژی و محیط‌زیست تثبیت کرده است. اهمیت این فناوری صرفاً در مقیاس نانویی آن خلاصه نمی‌شود، بلکه در اثرگذاری عمیق آن بر طراحی سیستم‌های هوشمند، بهینه‌سازی منابع، و ایجاد زیرساخت‌هایی برای توسعه‌ی پایدار و فناورانه نهفته است. نانوفناوری امروز یکی از ارکان اصلی حرکت به سوی آینده‌ای کارآمدتر، دقیق‌تر و پایدارتر در مهندسی مواد محسوب می‌شود.

نانوفناوری؛ عاقل تحول در صنعت ساخت‌وساز

کاربرد نانوذرات در صنعت ساخت‌وساز، به‌ویژه در مصالح پیشرفته، تحولی بنیادین ایجاد کرده است. افزودن نانوذراتی نظیر سیلیکا (SiO_2)^۲ و آلومینا (Al_2O_3)^۳ به ترکیب پوشش‌ها، سیمان و سرامیک‌ها منجر به بهبود چشمگیر خواص مکانیکی، افزایش دوام و کاهش نفوذپذیری مصالح شده است. این نانوذرات با اصلاح

ریزساختار مواد، بهبود چسبندگی درون‌ماتریسی^۴ و کاهش تخلخل، باعث ارتقاء عملکرد کلی سازه‌ها می‌شوند. نتیجه این بهبودها، افزایش طول عمر مفید، مقاومت بیشتر در برابر عوامل محیطی (مانند رطوبت، مواد شیمیایی خورنده و تابش فرابنفش)، و کاهش نرخ فرسایش در شرایط بهره‌برداری است. بنابراین، نانوفناوری نه تنها کیفیت و عملکرد مصالح ساختمانی را افزایش داده، بلکه نقش مهمی در حرکت به سوی سازه‌های پایدار، بادوام و مقاوم در برابر تغییرات محیطی ایفا کرده است.



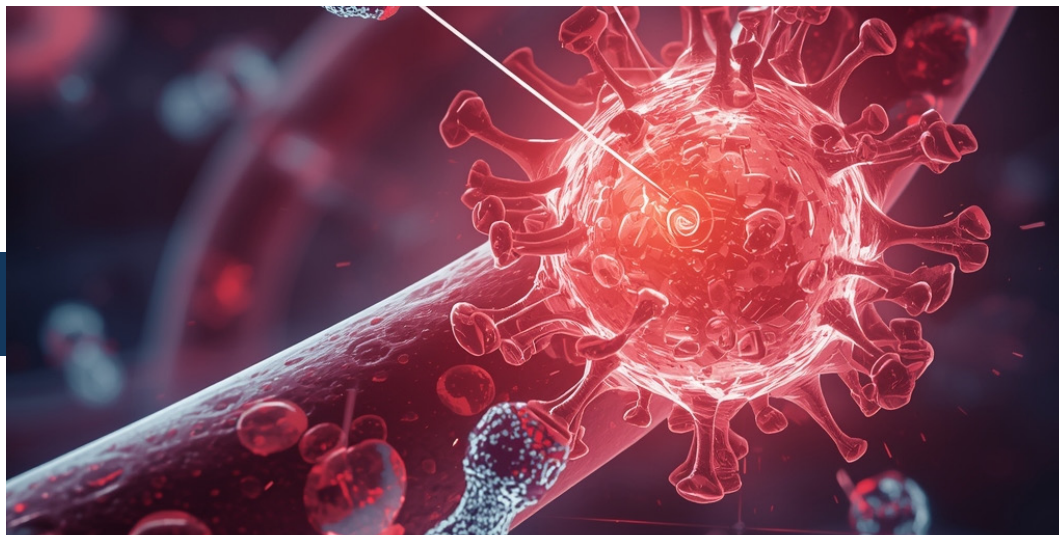
1Materials Engineering
2Silica
3Alumina

4 Intramatrix adhesion: The bonding strength between the components within a composite matrix, such as between the matrix material and reinforcing particles or phases. Improved intramatrix adhesion enhances mechanical integrity, load transfer, and durability of the material.

نانوفناوری؛ انقلابی در پزشکی و سلامت

در حوزه پزشکی و سلامت، نانوفناوری مسیرهای نوینی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها گشوده است. نانوذراتی مانند طلا (Au)، نقره (Ag) و سایر نانوساختارهای مهندسی شده، به طور هدفمند در کاربردهایی چون دارورسانی دقیق، تصویربرداری پزشکی، و درمان‌های ضدباکتریایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این نانوساختارها با توانایی عبور از سد‌های فیزیولوژیکی بدن، امکان انتقال دارو به بافت‌ها و سلول‌های خاص را فراهم می‌کنند. چنین ویژگی‌ای باعث افزایش اثربخشی درمان، کاهش عوارض جانبی و بهبود دقت درمانی شده است.

کاربردهای نانوفناوری در پزشکی به‌ویژه در زمینه‌هایی مانند درمان سرطان، کنترل بیماری‌های عفونی و توسعه واکسن‌های نسل جدید نقش مؤثری ایفا کرده و به یکی از ستون‌های اصلی پزشکی شخصی‌سازی شده تبدیل شده است.



نانوفناوری و آینده انرژی

نانوفناوری به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین شاخه‌های علم مواد، تحول چشمگیری در حوزه انرژی ایجاد کرده و در تمامی مراحل زنجیره انرژی از تولید تا ذخیره‌سازی و مصرف نهایی، نقشی کلیدی ایفا می‌کند. بهره‌گیری از خواص منحصر به فرد مواد در مقیاس نانومتری، منجر به افزایش بازدهی، کاهش وزن، بهبود عملکرد و ارتقاء دوام سامانه‌های انرژی شده است.



انرژی‌های تجدیدپذیر

در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه انرژی خورشیدی، استفاده از نقاط کوانتومی و نانوکامپوزیت‌ها موجب بهبود چشمگیر کارایی سیستم‌های تبدیل انرژی شده است. نقاط کوانتومی با امکان تنظیم دقیق گاف انرژی، طیف گسترده‌تری از نور خورشید را جذب می‌کنند که منجر به افزایش راندمان سلول‌های خورشیدی می‌شود. همچنین، نانوکامپوزیت‌ها به دلیل وزن کم و مقاومت

مکانیکی بالا، در ساخت پنل‌های خورشیدی و تیغه‌های توربین‌های بادی به کار می‌روند. این ویژگی‌ها نه تنها موجب کاهش مصرف انرژی در فرآیند تولید، بلکه افزایش عمر مفید تجهیزات را نیز به دنبال دارند.

در زمینه ذخیره‌سازی، باتری‌های لیتیوم-یون^۸ مجهز به الکترودهای نانوساختار، پیشرفت‌های قابل توجهی را نشان داده‌اند. ساختار نانومتری الکترودها با افزایش سطح تماس با الکترولیت، موجب بهبود انتقال یون‌ها و در نتیجه افزایش ظرفیت، سرعت شارژ و دوام باتری می‌شود. علاوه بر این، استفاده از نانوذرات در آند و کاتد به کاهش مقاومت داخلی و مدیریت بهینه گرما کمک می‌کند؛ عاملی حیاتی برای افزایش ایمنی و عملکرد بلندمدت این باتری‌ها.

نانوفناوری در توسعه شهرهای هوشمند و فناوری‌های نوین

ترکیب نانوفناوری با فناوری‌های پیشرفته‌ای نظیر اینترنت اشیا^۹، هوش مصنوعی^{۱۰} و نانوحسگرها^{۱۱}، افق‌های نوینی را در توسعه زیرساخت‌های شهری، مدیریت هوشمند انرژی و ارتقای کیفیت زندگی شهری گشوده است. این هم‌افزایی فناورانه، مبنای شکل‌گیری شهرهای هوشمند آینده را فراهم کرده است.



در این شهرها، نانوحسگرهای بسیار دقیق و حساس، داده‌های محیطی را به صورت لحظه‌ای ثبت می‌کنند. این داده‌ها از طریق سامانه‌های متصل به اینترنت اشیا منتقل و به کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی تحلیل می‌شوند. خروجی این تحلیل‌ها شامل شناسایی الگوهای مصرف انرژی، پیش‌بینی پیک بار، و اجرای تصمیمات هوشمند جهت افزایش بازدهی سامانه‌های انرژی، بهینه‌سازی مصرف و مدیریت بحران‌های زیست‌محیطی خواهد بود. بدین ترتیب، شهر نه تنها کارآمدتر و منعطف‌تر عمل می‌کند، بلکه تاب‌آوری بیشتری نیز در برابر چالش‌های محیطی از خود نشان می‌دهد.

در کنار این تحول دیجیتال، نقش نانومواد در سامانه‌های انتقال، ذخیره‌سازی و تصفیه انرژی بسیار قابل توجه است:

- نانوفیلترها با توان پالایش بالا، در تصفیه مؤثر هوا، آب و گازهای صنعتی نقش بسزایی داشته و به پایداری سامانه‌های انرژی و محیط‌زیست کمک می‌کنند.

- نانولوله‌های کربنی به دلیل رسانایی بالا، وزن کم و استحکام مکانیکی قابل توجه، در ساخت سامانه‌های انتقال انرژی مورد استفاده قرار گرفته و موجب کاهش تلفات انرژی در حین انتقال شده‌اند.

- ابرخازن‌های نانومقیاس^{۱۲} که با نانومواد پیشرفته در ساختار الکترودها تجهیز شده‌اند، ظرفیت بالا، سرعت شارژ و دشارژ بسیار زیاد، و دوام بالا دارند. این تجهیزات در خودروهای الکتریکی، شبکه‌های هوشمند برق و سامانه‌های اضطراری شهری نقش کلیدی ایفا می‌کنند.

ترکیب این فناوری‌ها نویدبخش شهرهایی هوشمند، پاک، و تاب‌آور است که در آن‌ها نانوفناوری نه فقط به عنوان ابزاری علمی، بلکه به عنوان زیرساختی حیاتی در طراحی آینده‌ای پایدار به کار گرفته می‌شود.

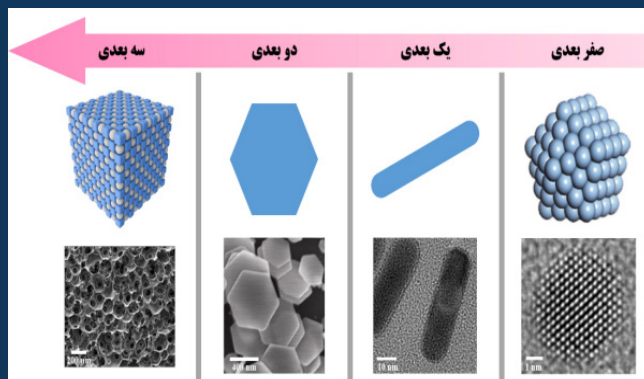
9Internet of Things (IoT) refers to a network of physical devices and objects embedded with sensors, software, and connectivity that enable them to collect, exchange, and analyze data over the internet. This interconnected system allows these devices to operate intelligently and autonomously, optimizing processes and enabling automated decision-making without direct human intervention.

10Artificial Intelligence (AI) is the capability of machines to perform tasks that normally require human intelligence, such as learning, reasoning, and problem-solving.

11Nanosensors

12Nanoscale Supercapacitors

طبقه‌بندی علمی نانوساختارها



نانوساختارها بر اساس تعداد ابعاد هندسی آزاد خود، به چهار دسته تقسیم می‌شوند: صفربعدی (نانوذرات)، یک‌بعدی (نانوسیم‌ها)، دوبعدی (لایه‌های نازک) و سه‌بعدی (نانومواد حجیم). همچنین قابل ذکر است که در مقیاس نانو، پدیده‌ای به نام محدودیت کوانتومی^{۱۳} رخ می‌دهد که موجب تغییرات اساسی در خواص فیزیکی، شیمیایی و نوری مواد می‌گردد.

ساخت نانوساختارها؛ از بالا به پایین، یا پایین به بالا؟

در فناوری نانو، دو رویکرد بنیادین برای ساخت نانوساختارها وجود دارد: «بالا به پایین» و «پایین به بالا». انتخاب میان این دو روش به نوع ماده، کاربرد مورد نظر و میزان کنترل مورد نیاز در فرایند ساخت بستگی دارد.

در روش بالا به پایین، ساختارهای بزرگ‌تر از طریق فرآیندهای فیزیکی یا مکانیکی به ابعاد نانویی کاهش می‌یابند. از جمله تکنیک‌های رایج در این رویکرد می‌توان به فرزکاری مکانیکی، لیتوگرافی نوری^{۱۴} و الکترونی، و حکاکی شیمیایی یا یونی^{۱۵} اشاره کرد. این روش‌ها به‌ویژه در تولید قطعات الکترونیکی با دقت بالا، نانوساختارهای لایه‌ای و میکروچیپ‌ها کاربرد فراوان دارند. با این حال، محدودیت‌هایی مانند کنترل نه‌چندان دقیق ابعاد، یکنواختی سطح، و مصرف انرژی بالا از جمله چالش‌های این رویکرد محسوب می‌شود.

در نقطه مقابل، روش پایین به بالا مبتنی بر ساخت نانوساختارها از طریق کنارهم قرار دادن کنترل‌شده‌ی اتم‌ها، مولکول‌ها یا ذرات اولیه است. این رویکرد امکان طراحی ساختارهایی با نظم مولکولی بالا و خواص منحصر به فرد را فراهم می‌سازد. از جمله تکنیک‌های این روش می‌توان به خودآرایی اتمی، روش سل-ژل^{۱۶}، رسوب‌دهی بخار شیمیایی^{۱۷}، سنتزهای هیدروترمال^{۱۸} و نانوکریستال‌سازی^{۱۹} اشاره کرد. مزیت اصلی این روش‌ها در تولید نانومواد با ترکیب شیمیایی پیچیده، اندازه‌ی یکنواخت و سطح ویژه‌ی بالا نهفته است؛ ویژگی‌هایی که آن‌ها را برای کاربردهایی چون نانوکاتالیست‌ها، دارورسانی هدفمند، نانوحسگرها و الکتروندهای انرژی پایدار به‌گزینه‌ای ایده‌آل تبدیل می‌کند.

از منظر اقتصادی نیز، در بسیاری از موارد، روش‌های پایین به بالا به دلیل مصرف کمتر مواد اولیه و امکان انجام فرایندها در دماهای پایین‌تر، مقرون به‌صرفه‌تر هستند. افزون بر این، توانایی کنترل دقیق ساختار در مقیاس نانو، زمینه‌ساز طراحی موادی با ویژگی‌های خاص مانند رسانایی حرارتی و الکتریکی مطلوب، خواص مکانیکی بهبودیافته و واکنش‌پذیری شیمیایی قابل تنظیم شده است.

جمع‌بندی؛ نانو، طلایه‌دار آینده مهندسی

نانوفناوری دیگر صرفاً به آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مقالات علمی محدود نیست، بلکه به یکی از پیشران‌های اصلی تحول در صنایع، خدمات و زیرساخت‌های شهری تبدیل شده است. این فناوری، با بهره‌گیری از ویژگی‌های منحصر به فرد مواد در مقیاس نانومتری، توانسته راه‌حل‌هایی کارآمد برای برخی از پیچیده‌ترین چالش‌های جهان امروز ارائه دهد.

13 Quantum Limitation

14 Optical lithography

15 Chemical Or Ion etching

16 Microchips

17 Sol-Gel Method

18 Chemical Vapor Deposition

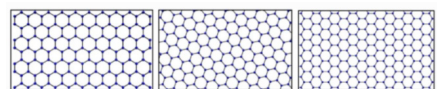
19 Hydrothermal Syntheses

20 Nanocrystallisation

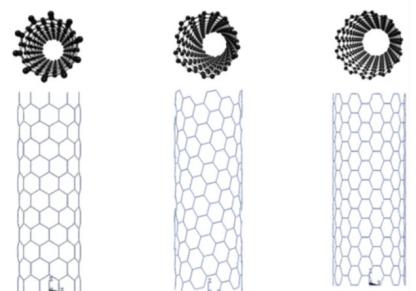
گرافن یک ماده دو بعدی است که از لایه هایی از اتم های کربن تشکیل شده است و دارای ساختار شش ضلعی است. گرافن مادر تمام اشکال گرافیتی است.

از جمله فولرن های صفر بعدی، نانو لوله های کربنی یک بعدی و گرافیت سه بعدی. اگرچه نانو لوله های کربنی از طریق پیچش صفحات گرافن تشکیل می شوند اما خواص این دو ماده بسیار متفاوت است. طیف الکترونیکی و رامان نانو لوله های کربنی و گرافن به طور قابل توجهی با یکدیگر تفاوت دارند. همانطور که خواص دیگری مانند رسانایی الکتریکی و استحکام مکانیکی نیز متفاوت هستند.

گرافن به صورت تک لایه ای تعریف میشود اما نمونه های دو لایه ای و چندلایه ای (که شامل دو تا کمتر از ده لایه هستند) نیز مورد توجه قرار گرفته اند. اما بیشتر مطالعات فیزیکی گرافن بر روی صفحات تک لایه ای که از طریق روش های شکافت مکانیکی به دست آمده اند انجام شده است.



(a) Graphene sheets before rolling



Zigzag

Chiral

Armchair

(b) Graphene sheets after rolling

سنتز گرافن

روش اول (تجزیه گرمایی): در این روش گرافیت با استفاده از راکتور پلاسمای میکروویو در فشار اتمسفری تجزیه می شود تا گرافن تک لایه و دولایه تولید شود. آزمایشی این روش میتواند به توانایی تولید گرافن تک لایه با کیفیت بالا و آسانی فرایند که به این معنی است که این فرایند نیاز به تجهیزات پیچیده ندارد و معایب این روش به این گونه است که تولید انبوه در مقیاس صنعتی دشوار است و کنترل تعداد لایه ها و ابعاد گرافن مشکل است.

روش دوم (لایه برداری اکسید گرافیت): ابتدا گرافیت اکسید می شود تا اکسید گرافیت تشکیل شود سپس با فرایند لایه برداری گرافن چند لایه یا تک لایه تولید می شود. از مزایای این روش میتوان گفت که با استفاده از این روش میتوان به سادگی تولید انبوه انجام داد و این روش مواد اولیه ارزان تر و فرایند شیمیایی ساده تری دارد. در حالی که معایب این روش عبارت هستند از کیفیت پایین تر محصول تولیدی به علت وجود نقص ها و اکسیژن باقی مانده در ساختار گرافن است، همچنین این نقص ها باعث کاهش هدایت الکتریکی در گرافن تولیدی می شود.

گرافن

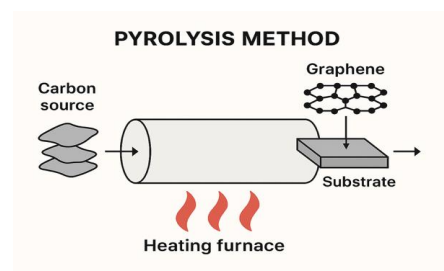
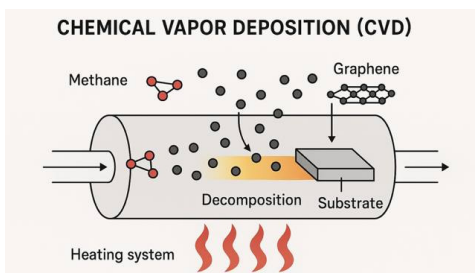
پلی به سوی کربن

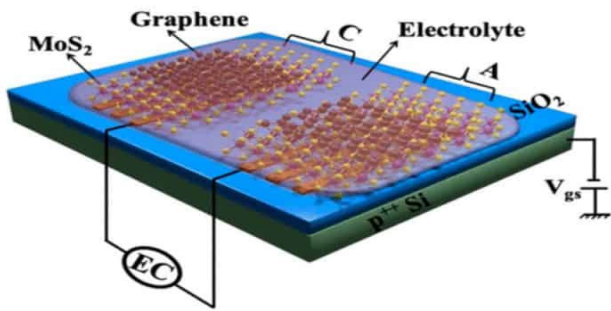
روش سوم (تبدیل نانو الماس):

نانو الماس ها در دماهای بالا حدود ۱۶۵۰ درجه سانتیگراد تحت اتمسفر هلیوم انیل می شوند تا به گرافن تبدیل شوند. بزرگترین مزیت این روش کنترل بر تعداد لایه های گرافن و ساختار آن است. اما به خاطر پیچیدگی فرایند و اینکه نیاز به شرایط اتمسفری و دمایی خاص دارد و قیمت بالای نانو الماس ها این روش کاربرد زیادی در صنعت ندارد و فقط در جاهای به خصوص که ما دقت بیشتری میخواهیم استفاده می شود.

روش چهارم (رسوب دهی شیمیایی بخار):

اما یکی از پر کاربرد ترین و موثرترین روش ها برای تولید گرافن روش رسوب دهی شیمیایی بخار یا همان سی وی دی است. در این روش مواد اولیه به صورت گاز وارد یک محفظه یا راکتور می شوند و در اثر واکنش های شیمیایی گرافن به صورت لایه های نازک روی یک زیر لایه رسوب می کند. در این روش ابتدا زیر لایه ها را آماده می کنیم.





فناوری نانوژنراتور تریبو الکتریکی (TENG):

فناوری نانوژنراتور تریبو الکتریکی (TENG) می‌تواند انرژی مکانیکی کوچک را به برق تبدیل کند که انتظار می‌رود این مشکل را حل کند. به عنوان اجزای اصلی TENG، انتخاب مواد الکتروود به طور قابل توجهی بر عملکرد آن تاثیر می‌گذارد. مواد الکتروود فلزی سنتی اغلب با مشکلاتی مانند دوام مواجه هستند که کاربردهای بیشتر TENG را محدود می‌کند. گرافن، به عنوان یک ماده‌ی الکتروود جدید، به دلیل ساختار منحصر به فرد و خواص الکتریکی عالی خود، چشم‌اندازهای کاربردی فوق‌العاده‌ای برای TENG نشان می‌دهد.

نانوشیت‌های گرافن

نانوشیت‌های گرافن (GNSs) ترکیبی از گرافن تک‌لایه، گرافن چندلایه (۲-۱۰ لایه) و گرافیت نانو ساختار هستند. این نانوشیت‌ها به دلیل ویژگی‌های مکانیکی، الکتریکی و حرارتی برجسته خود، به عنوان پرکننده‌های نانویی عالی عمل می‌کنند و می‌توانند در مواد کامپوزیتی برای ساخت الکتروودهای دقیق TENGها با مقاومت سطحی کم استفاده شوند.

به طور کلی، GNSs به عنوان پرکننده‌های نانویی برای کاربرد در پلیمرهای الاستیک مانند PVDF (یک پلیمر پلی‌استرونی است که برای خواصی‌های مقاومت به حرارت، محافظت از مواد در برابر مواد شیمیایی و محیط‌های سنگین استفاده می‌شود. این ماده در صنایع مختلف از جمله الکترونیک، پتروشیمی و مهندسی مواد معدنی کاربرد دارد) استفاده می‌شوند. این روش می‌تواند بهبود قابل توجهی در ثابت دی‌الکتریک لایه اصطکاکی و افزایش خواص الکتریکی اصطکاکی داشته باشد و در نتیجه عملکرد خروجی TENG را بهبود بخشد.

زیر لایه معمولا از موادی مانند مس یا نیکل ساخته می‌شود که تحمل دماهای بالا را دارند همچنین زیر لایه باید تمیز و بدون الودگی باشد تا گرافن به خوبی روی آن رسوب کند. سپس گازهای پیش ماده را تزریق می‌کنیم این گازها گازهایی مانند متان یا اتیلن هستند که به داخل راکتور تزریق می‌شوند این گازها در دمای بالا تجزیه می‌شوند و اتم‌های کربن آزاد می‌کنند بعد از این اتفاق رسوب دهی گرافن اتفاق می‌افتد این به این معنی است که اتم‌های آزاد شده روی سطح زیر لایه رسوب می‌کنند و لایه‌های گرافن را تشکیل می‌دهند دما و فشار داخل راکتور باید به دقت کنترل شود تا لایه‌های گرافن با کیفیت بالا تولید شوند و در آخر پس از تشکیل لایه‌های گرافن راکتور به آرامی خنک می‌شود لایه‌های گرافن از زیر لایه جدا می‌شوند و برای استفاده‌های مختلف آماده می‌شوند. از مزایای این روش می‌توان به تولید گرافن با کیفیت بالا و کمترین نقص، امکان تولید گرافن در مقیاس بزرگ و کنترل دقیق بر ضخامت و تعداد لایه‌های گرافن اشاره کرد. و معایب این روش عبارت است از هزینه بالا و به دلیل نیاز به تجهیزات پیچیده و دماهای بالا و نیاز به کنترل دقیق شرایط فرایند برای جلوگیری از تشکیل نقص‌ها که این روش را برای مطالعه روی بهینه سازی کردن آن برای ما جالب می‌کند.

کاربردهای گرافن

در ادامه به برخی از کاربردهای گرافن و روش‌های تولید آن می‌پردازیم:

در صنعت الکترونیک:

ترانزیستورها: گرافن به خاطر هدایت الکتریکی بالا و انعطاف پذیری برای ساخت ترانزیستورهای سریع تر و کوچک تر مناسب است.

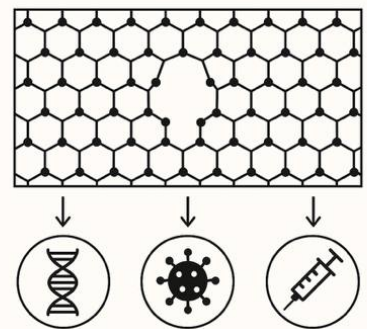
باتری‌ها و خازن‌ها: گرافن به عنوان ماده‌ای برای الکتروودهای باتری‌های لیتیومی استفاده می‌شود که باعث افزایش ظرفیت و طول عمر باتری‌ها می‌شود.

سنسور: گرافن می‌تواند به عنوان سنسور گاز استفاده شود زیرا در برابر تغییرات شیمیایی و الکتریکی بسیار حساس است.

نانو حفره های گرافنی:

نانو حفره های گرافنی ساختارهایی در مقیاس نانو هستند که در صفحات گرافن ایجاد شده اند و به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود در کاربرد های زیست پزشکی و فناوری نانو مورد توجه قرار گرفته اند این نانو حفره ها به عنوان منافذ طبیعی و فوق العاده پایدار در گرافن عمل می کنند و امکان کنترل دقیق عبور مولکول ها و یون ها را فراهم می سازد؛ در ادامه برخی از کاربرد های گرافن و نانو حفره های آن در صنعت پزشکی می پردازیم.

GRAPHENE NANOPORES



Biomedical applications

۱- دیالیز: گرافن به دلیل داشتن نانو حفره های ریز و نازک بودن به عنوان یک غشای نیمه تراوا برای فیلتراسیون خون در بیماران کلیوی استفاده می شود. غشاهای گرافنی می توانند سرعت فیلتراسیون را تا رنج ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر از غشاهای سنتی [پیش از استفاده از غشاهای گرافنی از غشاهای پلیمری برا فیلتراسیون خون در دستگاه دیالیز استفاده می شد که عبارت بودند از سلولز و مشتقات آن پلیمر های سنتزی و ...] افزایش دهند که این منجر به کاهش زمان مورد نیاز برای دیالیز می شود.

۴- توالی یابی دی ان ای با استفاده از

نانو حفره های گرافنی: از نانو حفره های گرافنی برای توالی یابی دی ان ای با دقت بالا استفاده می شود. در این روش هر نوکلئوتید هنگام عبور از نانو حفره اثر الکتریکی خاصی ایجاد می کند که برای تعیین ترکیب ژنتیکی استفاده می شود.

۵- انتقال ژن و درمان های ژنی:

گرافن می تواند به عنوان حامل ژن برای درمان بیماری های ژنتیکی مانند پارکینسون و فیبروز کیستیک عمل کند. این ماده به دلیل زیست سازگاری و قابلیت اصلاح سطح برای انتقال ایمن و موثر ژن به سلول ها مناسب است.

۶- سیستم های تحویل دارو: نانو

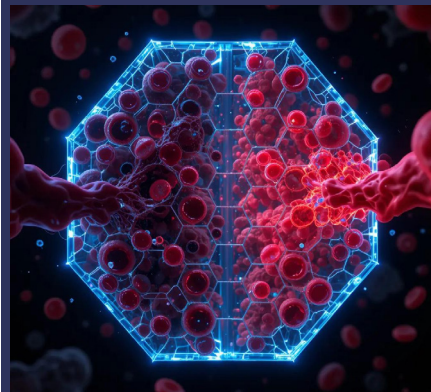
حفره های گرافنی برای رساندن دارو های ضد سرطان انتی بیوتیک ها و دارو های ضد التهابی به صورت کنترل شده به کار می روند این سیستم ها می توانند انتشار دارو را بر اساس شرایط بدن تنظیم کنند و تاثیرات جانبی را کاهش دهند.

۷- درمان سرطان: گرافن و نانو

حفره های آن در روش های درمانی فوتو ترمال تراپی استفاده از نور برای از بین بردن سلول های سرطانی و انتقال دارو های ضد سرطان به طور هدفمند مورد استفاده قرار گرفته اند.

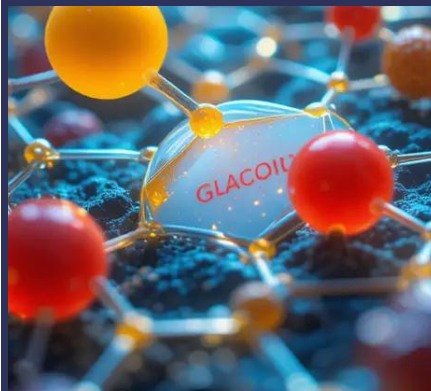
۸- ترمیم سلول های مغزی و

عصبی: از نانو حفره های گرافنی برای تسهیل بازسازی سلول های عصبی آسیب دیده استفاده می شود این ماده می تواند رشد نورون ها را تحریک کرده و تعاملات الکتریکی بین سلول های عصبی را بهبود ببخشد.



۲- درمان دیابت: از گرافن برای

توسعه دستگاه هایی مانند پمپ های پوستی استفاده می شود که با تجزیه عرق بدن سطح قند خون را کنترل کرده و در صورت نیاز داروی انسولین را آزاد می کنند.



۳- حس گر های گرافنی برای

تشخیص و درمان صرع: الکتروده های مبتنی بر گرافن برای ثبت سیگنال های الکتریکی مغز در بیماران مبتلا به صرع توسعه یافته اند. این الکتروده ها به دلیل انعطاف پذیری و هدایت الکتریکی بالا می توانند داده های دقیق تری را نسبت به الکتروده های سنتی ارائه دهند.



در توسعه باتری‌های کارآمدتر و دوستدار محیط زیست مشارکت کند و به کاهش استفاده از فلزات سنگین و افزایش طول عمر تجهیزات ذخیره‌سازی انرژی کمک کند. اما چالش‌ها و نگرانی‌های زیست‌محیطی گرافن به این گونه است که برخی مطالعات نشان داده‌اند که نانوذرات گرافنی ممکن است اثرات نامطلوبی بر سلول‌های زنده و میکروارگانیسم‌ها داشته باشند. به‌ویژه، اکسید گرافن ممکن است موجب استرس اکسیداتیو و آسیب‌های سلولی در برخی موجودات شود. همچنین گرافن به‌طور طبیعی به راحتی تجزیه نمی‌شود و این موضوع می‌تواند منجر به تجمع آن در محیط زیست، به‌ویژه در منابع آبی و خاک، شود. و در آخر تولید گرافن از طریق روش‌های شیمیایی می‌تواند شامل استفاده از مواد سمی و فرآیندهای پرمصرف باشد. بهینه‌سازی این روش‌ها برای کاهش اثرات زیست‌محیطی ضروری است.



نتیجه‌گیری

گرافن با ویژگی‌های منحصر به فرد خود مانند استحکام بالا، سبکی، رسانایی الکتریکی و حرارتی بالا، و شفافیت، به یکی از پرکاربردترین و مورد توجه‌ترین نانومواد جهان تبدیل شده است. از الکتروندهای پیشرفته و باتری‌ها گرفته تا پوست الکترونیکی و حسگرهای زیستی، گرافن نقشی کلیدی در پیشرفت فناوری‌های نوین ایفا کرده است. آینده گرافن پر از امکانات و پتانسیل‌های نوآورانه است که می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست کمک کند. امید است که تحقیقات و توسعه‌های بیشتر در این زمینه منجر به کشف‌های جدید و کاربردهای بیشتر این ماده شگفت‌انگیز شود.

آروین حسین‌پور- باربد زیرک زاده (مقطع کارشناسی- دانشگاه صنعتی اصفهان)

۹- پوست الکترونیکی مبتنی بر گرافن :

با پیشرفت تکنولوژی، نیاز به ارتباط طبیعی و کارآمد بین انسان و ماشین به‌طور فزاینده‌ای احساس می‌شود. فناوری پوست الکترونیکی (e-skin) مبتنی بر گرافن به عنوان یک راه‌حل امیدوارکننده ظهور کرده است. خواص منحصر به فرد گرافن از جمله انعطاف‌پذیری، هدایت الکتریکی و شفافیت، راه را برای توسعه سیستم‌های e-skin بسیار حساس و پاسخگو که قابلیت‌های پوست انسان را شبیه‌سازی می‌کنند، هموار کرده است.

● Shin et al. در سال ۲۰۱۸ یک SE-TENG انعطاف‌پذیر و نیمه‌شفاف ساختند که قابلیت تولید برق را نشان داد.

● Xu et al. در همان سال یک پوست الکترونیکی برش‌پذیر، شفاف، کشسان و سبک را ارائه دادند که حساسیت بیشتری به محرک‌های مکانیکی نشان می‌داد.

● Zhou et al. در سال ۲۰۲۰ یک e-skin انعطاف‌پذیر با استفاده از TENG بسیار کشسان ساختند که حساسیت بالایی به فشار داشت.

● Sun et al. در سال ۲۰۲۲ یک دستگاه تعامل انسان-ربات صوتی مبتنی بر گرافن (GHRI) پیشنهاد دادند که شامل حسگر صوتی و انتشار صوتی بود.

● Kumar et al. در سال ۲۰۲۳ یک حسگر تریبو الکتریکی نفس‌پذیر مبتنی بر گرافن را توسعه دادند که در کاربردهای تشخیص حرکات موفق بود.

این تکنولوژی‌ها امکان تعامل انسان و ماشین را بیشتر و کارآمدتر می‌کنند و نویدبخش آینده‌ای روشن در زمینه تکنولوژی و رباتیک هستند.

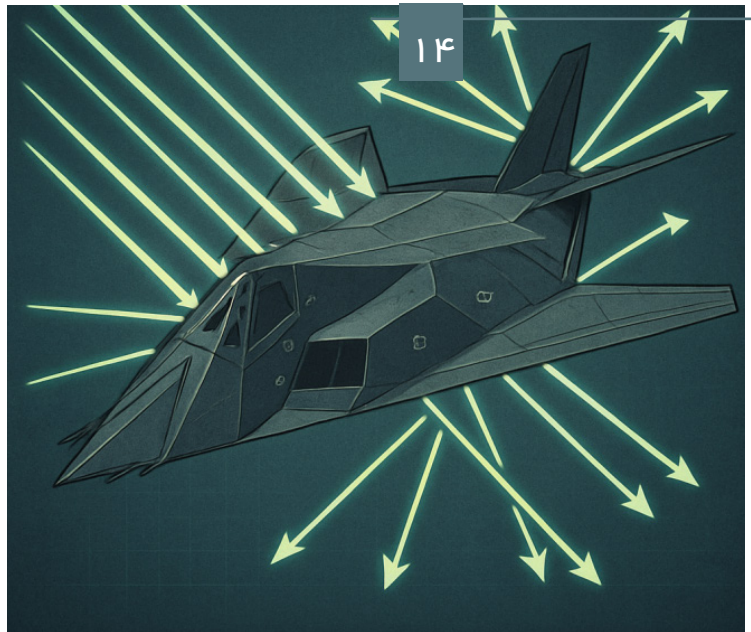
حال به تأثیرات مثبت گرافن بر محیط زیست می‌پردازیم، برای مثال از گرافن و مشتقات آن مانند اکسید گرافن در حذف آلاینده‌های آلی، فلزات سنگین و میکروب‌ها در آب استفاده می‌شود. وابستگی به روش‌های سنتی کمک‌کند؛ همچنین به دلیل سطح ویژه بزرگ و واکنش‌پذیری بالا، گرافن می‌تواند به‌عنوان یک جاذب برای گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن و ترکیبات آلی فرار مورد استفاده قرار گیرد و بزرگترین مزیت آن برای محیط زیست این گونه است که گرافن می‌تواند

نقش مواد جاذب رادار

محدودهٔ بسامدی یک سیستم، محدوده‌ای است که در آن محدوده، سیستم عملکرد رضایت‌بخشی را ارائه دهد. در رادار محدوده‌های بسامدی مختلفی برای کاربردهای مختلفی استفاده می‌شوند. مثلاً برای طول‌موج بلند، مناسب برای بردهای بسیار طولانی ولی دقت پایین، محدوده‌های بسامد بالا، بسیار بالا، و فرابالا مناسب هستند. محدوده‌های بسامدی S و L در کنترل ترافیک هوایی و رادارهای هواشناسی کاربرد دارند. محدودهٔ C در رادارهای هواشناسی دقیق و رادارهای نظامی برد متوسط، محدودهٔ X در رادارهای رهگیر و ناوبری دریایی، محدوده‌های K و Ku در رادارهای تصویربرداری دقیق و کاربردهای نظامی خاص، و نهایتاً محدوده‌های Ka و W که دارای دقت بسیار بالا اما نفوذ کمتر هستند، در تصویربرداری با وضوح بالا.

سطح مقطع راداری¹¹

حال که با اجزای سامانهٔ راداری و نحو کارکرد آن آشنا شدیم، باید به یک سؤال اساسی که در صنایع نظامی بسیار حائز اهمیت است پاسخ دهیم: چگونه می‌توان از رادار گریخت؟ برای پاسخ به این مسأله باید با یک ویژگی دیگر، که کمی جزئی‌تر است، آشنا بشویم: یعنی سطح مقطع راداری.



تعریف رادار و اصول کارکرد آن

رادار^۱ که مخفف عبارت Radio Detection and Ranging به معنای «آشکارسازی و تعیین برد با استفاده از امواج رادیویی» است، سامانه‌ای الکترونیکی برای شناسایی، موقعیت‌یابی و رهگیری اجسام با استفاده از امواج الکترومغناطیسی می‌باشد. اصل کار رادار بر ارسال یک سیگنال الکترومغناطیسی به سمت هدف و دریافت بازتاب آن است، به این صورت که با اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج و تغییرات بسامد^۲ (به وسیلهٔ اثر دوپلر^۳)، می‌توان فاصله، سرعت و حتی ویژگی‌های سطح هدف را تعیین کرد. یک سامانهٔ راداری چند بخش اصلی دارد؛ مانند فرستنده: که سیگنال رادیویی را با توان و بسامد مشخص تولید می‌کند، آنتن: که امواج را به سمت هدف ارسال و بازتاب آن را دریافت می‌کند، گیرنده: که سیگنال بازگشتی را تقویت و پردازش و می‌کند، پردازشگر داده: که اطلاعات را برای استخراج موقعیت، سرعت و سایر مشخصات هدف پردازش می‌کند.

همان‌طور که گفته شد مبنای کار رادار با استفاده از امواج الکترومغناطیسی می‌باشد. اما کدام امواج الکترومغناطیسی؟ طیف الکترومغناطیس گستره‌ای از امواج با بسامدها و طول‌موج‌های مختلف را شامل می‌شود، از امواج بسیار بلند با بسامد پایین (مانند امواج رادیویی) گرفته تا امواج بسیار کوتاه با بسامد بالا (مانند اشعه ایکس و گاما). امواج راداری معمولاً در محدوده ریزموج‌ها^۴ و بخش‌هایی از باندهای رادیویی قرار دارند، زیرا این محدوده امکان نفوذ مناسب در جو، تولید آسان، و توانایی حمل اطلاعات دقیق را فراهم می‌کند.

1Radar

2Frequency

3 Doppler effect

4 Microwaves

5 Frequency band

6High Frequency

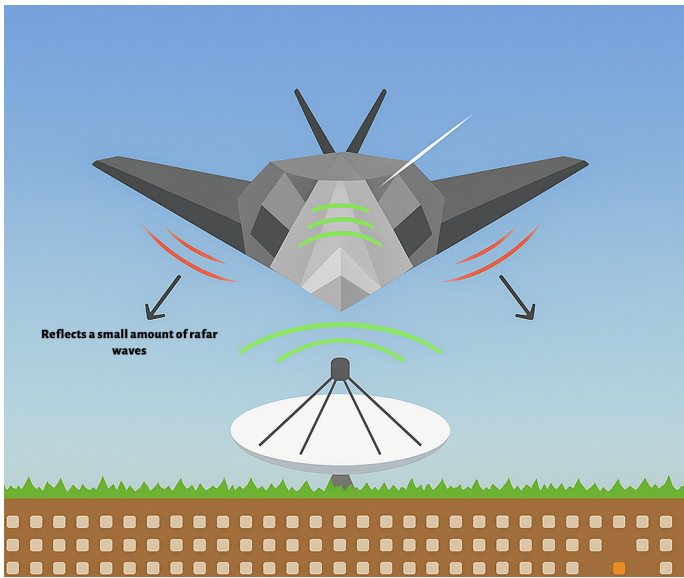
7Very High Frequency

8Ultra High Frequency

9K-under band

10K-above band

11 Radar Cross Section



۳- استفاده از مواد چندمنظوره و فراماده‌ها^{۱۵}

مواد چندمنظوره نه تنها قابلیت جذب امواج دارند، بلکه می‌توانند خواص مکانیکی یا حرارتی مناسبی نیز داشته باشند. فراماده‌ها نیز موادی با ساختارهای مهندسی شده که امکان کنترل مسیر انتشار موج را فراهم می‌کنند.

نقش کربن در گریز از رادار

پایه کربن‌ها به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند وزن کم، رسانایی الکتریکی بالا، پایداری شیمیایی، امکان مهندسی ساختار و گستره عملکرد در بسامدهای مختلف، جایگاه ویژه‌ای در توسعه پوشش‌های جاذب امواج الکترومغناطیسی پیدا کرده‌اند. این مواد به صورت خالص یا به شکل ترکیب با سایر نانو مواد و ذرات مغناطیسی استفاده می‌شوند تا بازده جذب و تطابق امپدانس^{۱۶} بهینه شود.

در ادامه مهم‌ترین انواع مواد پایه کربن و ویژگی‌های آن‌ها معرفی می‌شود:

گرافن^{۱۷} و مشتقات آن

گرافن یک لایه منفرد از اتم‌های کربن است که در آرایش شش ضلعی قرار گرفته‌اند. این ماده دارای رسانایی الکتریکی بسیار بالا، سطح ویژه عظیم و استحکام مکانیکی چشم‌گیر است.

سطح مقطع راداری معیار این است که یک جسم چه مقدار از انرژی موجی که به سمت آن تابیده شده است را به سمت منبع موج باز می‌گرداند. کاهش این سطح مقطع باعث می‌شود شناسایی هدف توسط رادار دشوارتر شود که این همان هدف فناوری رادارگریزی است.

برای اینکه بدانیم چگونه می‌توان سطح مقطع راداری را کاهش داد، ابتدا باید عواملی که بر خود آن تأثیر می‌گذارند را بشناسیم، یعنی شکل هندسی جسم، اندازه و ابعاد جسم، جنس و خواص الکترومغناطیسی سطح جسم و زاویه برخورد موج تابیده شده با آن. پس به صورت منطقی به دنبال کاهش سطح مقطع راداری باید یا به دنبال تغییر دادن بدنه جسم باشیم یا افزودن خاصیتی برای کاهش بازتابش انرژی امواج تابیده شده. برای این دو راهکار، دو رویکرد کلی در مهندسی این اجسام وجود دارد: طراحی هندسی خاص و استفاده از مواد جاذب امواج راداری.^{۱۸}

۱- روش طراحی هندسی

در این روش، شکل و زوایای بدنه به گونه‌ای انتخاب می‌شود که بازتاب امواج به سمت منبع ارسال‌کننده بازنگردد. مثلاً هواپیمای رادارگریز F-117 Nighthawk نمونه شاخص این رویکرد است که در طراحی آن از سطوح صاف و زوایای خاص برای پراکندگی بازگشت انرژی استفاده شده.

۲- استفاده از مواد جاذب امواج راداری

این مواد با جذب انرژی امواج و تبدیل آن به گرما یا انرژی‌های دیگر، مانع بازتاب آن‌ها به سمت منبع می‌شوند و در سه دسته کلی دسته‌بندی می‌شوند:

۱. جاذب‌های دی‌الکتریک^{۱۳} که با ایجاد تلفات دی‌الکتریک بخشی از انرژی تابشی را اتلاف می‌کنند.
 ۲. جاذب‌های مغناطیسی که از مواد فریتی^{۱۴} یا ذرات مغناطیسی برای جذب مؤثر انرژی استفاده می‌کنند.

۳. جاذب‌های ترکیبی که هر دو مکانیزم دی‌الکتریک و مغناطیسی را با هم دارند.

12 Radar Absorbing Material
 13 Dielectric loss
 14 Ferrite
 15 Metamaterial
 16 Carbon-based materials
 17 Impedance Matching
 18 Graphene

برای جاذب‌های سبک و حجیم با بازده بالا مناسب هستند. آئروژل کربنی^{۲۹} دسته‌ای دیگر از مواد کربنی است که فوق‌سبک، با چگالی بسیار کم و سطح ویژه بالا بوده و برای تولید پوشش‌های جاذب با وزن بسیار کم برای هواگردها و پهپادها مناسب است.

چگونگی مقابله کربن با رادارها

۱. با تلفات دی‌الکتریک

پیش‌تر در بخش سطح مقطع راداری این روش را معرفی کردیم. وقتی موج الکترومغناطیسی به یک ماده دی‌الکتریک رسانا یا نیمه‌رسانا برخورد می‌کند، بخشی از انرژی آن در اثر قطبش مولکول‌ها و جابه‌جایی بارهای آزاد به گرما تبدیل می‌شود. در مواد کربنی، وجود گروه‌های عاملی روی سطح گرافن یا نانولوله‌های و ناهمگنی ساختاری موجب ایجاد مسیرهای متعدد قطبش می‌شود. این تلفات معمولاً در محدوده بسامدی وسیعی رخ می‌دهد و برای دستیابی به جذب پهن‌بند اهمیت دارد.

۲. با تلفات مغناطیسی^{۳۰}

این روش هم در بخش سطح مقطع راداری معرفی شد. مواد پایه‌کربن به‌طور ذاتی خاصیت مغناطیسی ندارند، اما با ترکیب آن‌ها با ذرات فیریتی یا اکسیدهای فلزی مغناطیسی، می‌توان تلفات ناشی از تشدید مغناطیسی^{۳۱} و جریان‌های گردابی^{۳۲} ایجاد کرد.

قابلیت تنظیم شکاف انرژی^{۱۹} و ایجاد تلفات دی‌الکتریک قابل‌توجه باعث شده گرافن و گرافن‌اکساید کاهش یافته‌گزینه‌های مناسبی برای جاذب‌های سبک‌وزن باشند.

علاوه بر وزن کم و انعطاف‌پذیری بالایی، یک مزیت مهم دیگر گرافن پهن‌بند بودن آن است، به این معنی که می‌تواند امواج الکترومغناطیسی را در یک محدوده وسیع از بسامدها به خوبی جذب کند، نه فقط در یک بسامد خاص.

۲. نانولوله‌های کربنی^{۲۱}

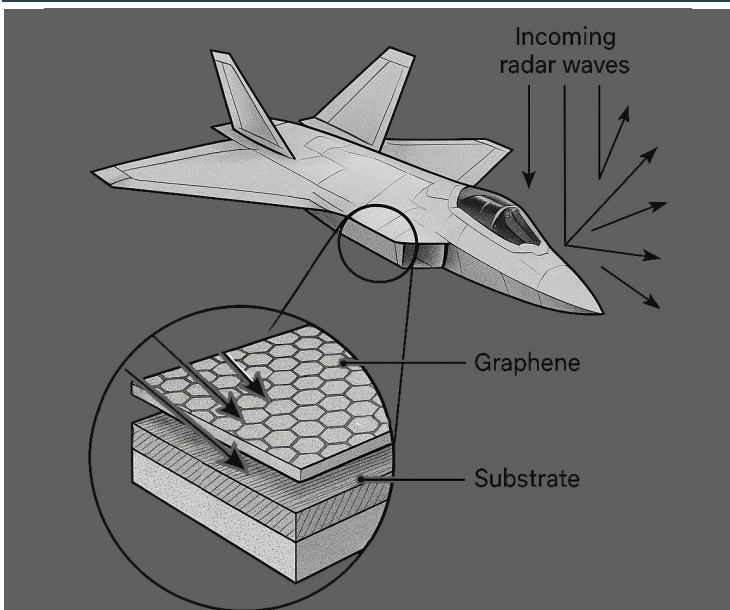
نانولوله‌های کربنی لوله‌هایی توخالی با قطر نانومتری و طول چند میکرومتر از جنس کربن هستند که می‌توانند تک‌دیواره^{۲۲} یا چنددیواره^{۲۳} باشند. ایجاد شبکه‌های رسانا و پراکندگی چندگانه امواج، ترکیب‌پذیری آسان با پلیمرها و ذرات مغناطیسی، رسانایی بالا، استحکام مکانیکی خوب و قابلیت پردازش در ماتریس‌های پلیمری^{۲۴} همگی از جمله خواصی هستند که این نانولوله‌ها را به گزینه‌ای ارزشمند برای استفاده در زمینه رادارگریزی تبدیل کرده است.

۳. الیاف کربنی^{۲۵}

الیاف کربنی رشته‌های بسیار نازک از کربن هستند که سبک و بسیار مقاوم به کشش بوده و عمدتاً برای تقویت کامپوزیت‌ها و افزایش استحکام مکانیکی و حرارتی مواد به کار می‌روند و از نظم بلوری نسبی بالا برخوردار هستند. استفاده این رشته‌ها در کامپوزیت‌های^{۲۶} سازه‌ای هم استحکام مکانیکی هم امکان جذب امواج را فراهم می‌کنند. استحکام و سفتی بالا، هدایت حرارتی مناسب و سازگاری با رزین‌ها از خاصیت‌های مهم این الیاف برای فناوری رادارگریزی می‌باشند.

۴. دیگر مواد کربنی (کمتر پرداخته شده)

کربن‌های متخلخل^{۲۷} و فوم‌های کربنی^{۲۸} دارای ساختار سه‌بعدی و با تخلخل بالا هستند که امکان پراکندگی و جذب چندمسیره امواج را فراهم می‌کنند، این دسته مواد در رادارگریزها



19 Reduced Graphene Oxide

20 Carbon nanotubes

21 Multi-walled carbon nanotubes

22 Single-walled carbon nanotubes

23 Multi-walled carbon nanotubes

24 Polymeric matrix

25 Carbon fibers

26 Structural composite

27 Porous carbon

28 Carbon foam

29 Carbon aerogel

30 Magnetic loss

31 Magnetic resonance

32 Eddy current

این پیشرفت‌ها را می‌توان در چند محور اصلی خلاصه کرد:

۱. گستره بسامدی جذب امواج مواد پایه کربن، به‌ویژه گرافن و نانولوله‌های کربنی قابلیت جذب مؤثر در بازه وسیعی از بسامدها (از محدوده S تا محدوده Ku) را دارند. همچنین، ترکیب کربن با ذرات مغناطیسی مانند فریت‌ها یا اکسیدهای فلزی موجب گسترش بازه جذب به بسامدهای پایین‌تر و بهبود عملکرد در چندین محدوده همزمان می‌شود.

۲. اثر ضخامت و چگالی پوشش در جذب‌های راداری، معمولاً لایه‌های ضخیم‌تر می‌توانند انرژی موج بیشتری جذب کنند یا بسامدهای پایین‌تر را بهتر مستهلک کنند. همچنین، چگالی بالاتر معمولاً باعث جذب بهتر می‌شود، اما ممکن است وزن یا انعطاف‌پذیری پوشش را کاهش دهد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که طراحی چندلایه با ضخامت‌های متفاوت می‌تواند بازه جذب در مواد کربنی را در گستره وسیع‌تری حفظ کند.

۳. تأثیر ساختار نانو و میکرو نانوساختارهای متخلخل کربن مانند فوم‌های کربنی و آئروژل‌های کربنی باعث افزایش مسیر پراکندگی و جذب چندمرحله‌ای موج می‌شوند. همچنین، تحقیقات نشان می‌دهند عامل دار کردن سطح گرافن یا نانولوله‌های کربنی با گروه‌های شیمیایی خاص، تطابق امپدانس را بهبود می‌بخشد.

۴. نمونه‌های موفق صنعتی و آزمایشگاهی کامپوزیت‌های گرافن-فریت توانسته‌اند بیش از ۹۰٪ انرژی موج در پهنای محدوده ۸-۱۸ گیگاهرتز را جذب کنند. پوشش‌های نانولوله کربنی-پلیمر ویژگی‌هایی مانند وزن کم، انعطاف‌پذیری بالا و جذب مؤثر در محدوده بسامدی X را از خود نشان داده‌اند. همچنین، فوم‌های کربنی آغشته به ذرات مغناطیسی با ترکیب استحکام و توان جذب مناسب کارایی مناسبی برای سازه‌های هوافضایی دارند.

یوسف صفایی (مقطع دکتری - دانشگاه صنعتی اصفهان)

مزیت این رویکرد، افزایش بازه جذب در محدوده‌های بسامدی پایین‌تر و تطابق امپدانس بهتر است.

۳. با رسانایی الکتریکی مواد کربنی مانند گرافن و نانولوله‌های کربنی رسانایی بالایی دارند. وقتی موج وارد این مواد می‌شود، جریان‌های الکتریکی القایی در ساختار آن‌ها ایجاد شده و انرژی موج به صورت گرما تلف می‌شود. این مکانیزم به خصوص در جاذب‌های رسانا و ترکیبات حاوی کربن بلک یا گرافیت مؤثر است.

۴. پراکندگی چندگانه در ساختارهای متخلخل مانند فوم‌ها و آئروژل‌های کربنی، امواج پس از ورود بارها بازتاب و پراکنده می‌شوند و مسیر مؤثر حرکت طولانی‌تر می‌شود. این فرآیند باعث افزایش احتمال جذب موج در اثر مکانیزم‌های دی‌الکتریک یا رسانا می‌شود.

۵. تونل‌زنی کوانتومی^{۳۴} تونل‌زنی پدیده‌ای کوانتومی^{۳۵} است که در آن ذرات می‌توانند از موانعی عبور کنند که از نظر کلاسیک غیرقابل عبور هستند. در جاذب‌های راداری مبتنی بر نانوذرات رسانا، این پدیده باعث می‌شود الکترون‌ها بین ذرات نزدیک به هم تونل بزنند و جریان‌های کوچک ایجاد کنند. این جریان‌ها انرژی موج راداری را جذب و به گرما تبدیل می‌کنند و باعث افزایش جذب و کاهش بازتاب می‌شوند.

تشدید پلاسمون سطح پدیده‌ای است که در آن الکترون‌های آزاد سطح یک فلز یا نانوذره با بسامد مشخصی هم‌فاز^{۳۶} شده و نوسان قوی ایجاد می‌کنند. این نوسان، میدان الکترومغناطیسی را در سطح متمرکز می‌کند. در جاذب‌های راداری، این پدیده باعث می‌شود انرژی موج راداری بهتر جذب و به گرما تبدیل شود و بازتاب کاهش یابد.

خب چرا حتماً کربن؟!

مقالات علمی اخیر نشان می‌دهند که پیشرفت‌های چشمگیری در طراحی و ساخت مواد پایه کربن برای کاربردهای رادارگریزی حاصل شده است.

33 Multiple scattering

34 Quantum tunneling

35 Surface Plasmon Resonance

36 In Phase

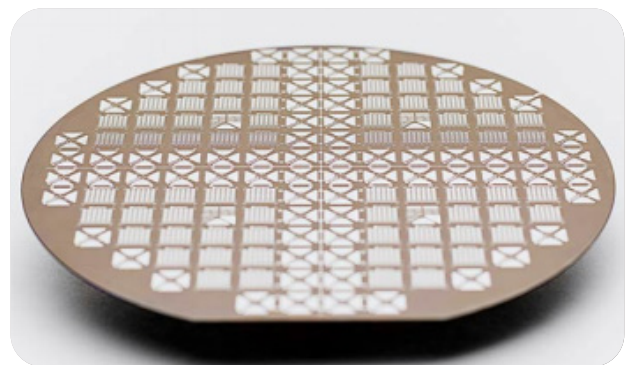
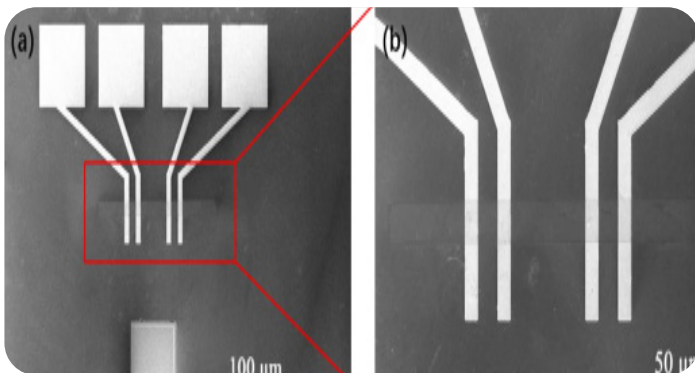
ترانزیستورهای گرافنی

مقدمه

گرافن، نانوماده‌ای نسبتاً نوظهور با ویژگی‌هایی منحصر به فرد است که افق‌های نوینی را برای کاربردهای الکترونیکی گشوده است. ظهور گرافن به عنوان یک لایه‌ی تک‌اتمی با ساختار دوبعدی لانه‌زنبوری متشکل از اتم‌های کربن به هم پیوسته، بارقه‌ی امیدی برای تداوم روند مقیاس‌پذیری ترانزیستورها ایجاد کرده است. از سال ۲۰۰۴، هم‌زمان با تولید نخستین نمونه‌های گرافن، موجی از پژوهش‌های علمی در سراسر جهان در این حوزه شکل گرفت.

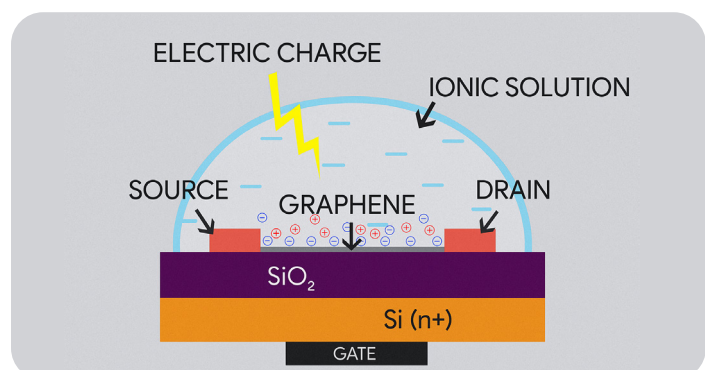
این ماده نه تنها توجه فیزیک‌دانان، بلکه علاقه‌مندی مهندسان را نیز به خود جلب کرد و به سرعت به عنوان گزینه‌ای نویدبخش در الکترونیک مطرح شد. در اغلب موارد، دیدگاه‌ها نسبت به پتانسیل گرافن خوش‌بینانه بودند؛ دیدگاه‌هایی که عمدتاً بر پایه‌ی تحرک بالای حامل‌های بار در این ماده استوار بودند. این خوش‌بینی‌ها در بسیاری از موارد، به ارزیابی‌های اغراق‌آمیز از ظرفیت ترانزیستورهای گرافنی و در نتیجه، نادیده گرفتن چالش‌های موجود منجر شده است.

در این مقاله، ویژگی‌های گرافن مرتبط با کاربردهای الکترونیکی را بررسی می‌کنیم، به تحلیل مزایا و چالش‌های آن می‌پردازیم و وضعیت کنونی ترانزیستورهای مبتنی بر گرافن را مرور خواهیم کرد.



انواع ترانزیستورهای گرافنی

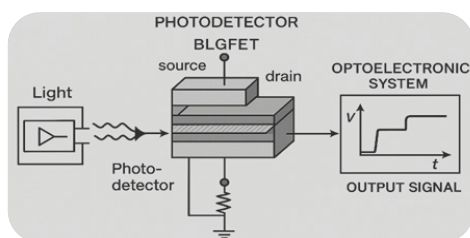
با پیشرفت فناوری نانو، ترانزیستورهای گرافنی در ساختارهای مختلفی توسعه یافته‌اند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ترانزیستورهای اثر میدان گرافن دولایه و ترانزیستورهای اثر میدان گرافن انعطاف‌پذیر اشاره کرد. این ساختارها به عنوان جایگزین‌هایی نوین برای ترانزیستورهای حجیم سیلیکونی معرفی شده‌اند و در طراحی نسل جدید ادوات الکترونیکی سبک، منعطف و با کارایی بالا مورد توجه قرار گرفته‌اند.



ترانزیستورهای گرافن دولایه با بهره‌گیری از دو لایه گرافن و ساختار گیت پشتی، امکان تنظیم خواص الکترونیکی از جمله باز شدن باندگپ^۴ را از طریق اعمال میدان الکتریکی فراهم می‌کنند؛ قابلیتی که در گرافن تک‌لایه وجود ندارد. ساخت این ترانزیستورها با استفاده از فرآیندهای متداول نظیر انتقال مرطوب، لایه‌نشانی فلزات و فتولیتوگرافی^۵ انجام می‌شود و بر پایه‌ی بسترهایی مانند Si/SiO_2 توسعه می‌یابد.

در این ساختار، دو لایه گرافن با دقت روی یکدیگر قرار گرفته و پس از حذف فویل مسی و باقی‌مانده‌های پلیمری، روی زیرلایه نهایی منتقل می‌شوند. الکترودهای طلا/تیتانیوم به‌عنوان تماس الکتریکی استفاده می‌شوند و در نهایت، آنیل حرارتی برای بهبود کیفیت سطح و خواص الکتریکی انجام می‌گیرد.

کاربرد ترانزیستور اثر میدانی گرافن دولایه



ترانزیستورهای گرافن دولایه به دلیل ویژگی‌هایی چون:

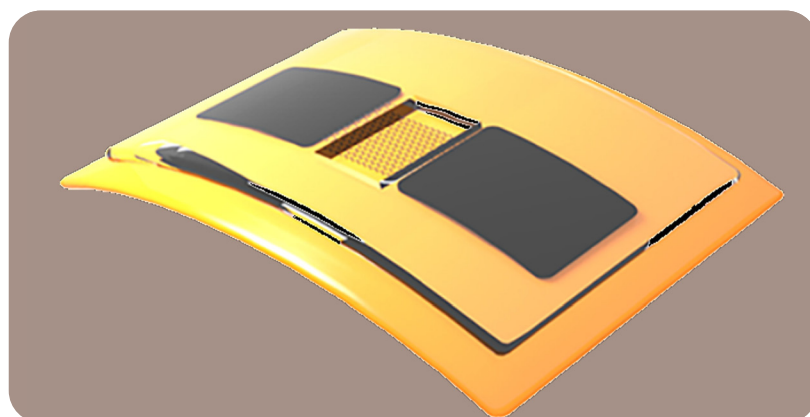
- * تحرک بالای حامل‌ها
- * قابلیت تنظیم باندگپ
- * سازگاری با بسترهای انعطاف پذیر

در طیف وسیعی از کاربردهای نانوالکترونیکی مطرح شده‌اند. این ترانزیستورها در طراحی مدارات پرسرعت فرکانس بالا، تقویت‌کننده‌های کم‌نویز، حافظه‌های غیر فرار کم‌مصرف، و همچنین در حسگرهای زیستی و شیمیایی، آشکارسازهای نوری و ادوات اپتوالکترونیکی عملکرد بسیار خوبی از خود نشان داده‌اند. علاوه بر این، امکان استفاده از آنها در مدارات منطقی انعطاف‌پذیر و کم‌مصرف، آن‌ها را به یکی از گزینه‌های امیدبخش برای آینده‌ی فناوری نیمه‌رساناها تبدیل کرده است.

ترانزیستورهای اثر میدانی انعطاف‌پذیر مبتنی بر گرافن^۶

ترانزیستورهای اثر میدانی مبتنی بر گرافن نوعی ادوات الکترونیکی سه‌پایه‌اند که از زیرلایه‌ای انعطاف‌پذیر، لایه‌ی دی‌الکتریک، لایه‌ی فعال گرافن و الکترودهای منبع، درین و گیت تشکیل شده‌اند. این ترانزیستورها بسته به موقعیت گیت (بالایی، پشتی یا دوگانه) و نوع دی‌الکتریک (جامد یا محلول) طراحی می‌شوند. در نوع محلول، از الکترولیت به جای دی‌الکتریک جامد استفاده می‌شود که با ایجاد لایه‌های دوگانه‌ی الکتروشیمیایی، میدان الکتریکی لازم برای عملکرد ترانزیستور را فراهم می‌سازد.

از منظر مهندسی مواد، ویژگی‌هایی چون انعطاف‌پذیری مکانیکی در شرایط خمش، کشش و پیچش، کاهش ضخامت اجزای سازنده، و تطابق خواص مکانیکی لایه‌های مختلف مانند مدول یانگ و نسبت پواسون از عوامل کلیدی در بهینه‌سازی عملکرد مکانیکی و افزایش تحمل تنش در این ساختارها به شمار می‌روند.



3 Bilayer Graphene Field-Effect Transistor (BLG-FET)

4 Band Gap

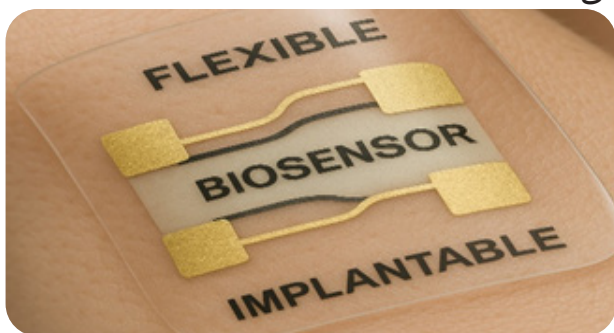
5 Photolithography

6 Flexible Graphene Field-Effect Transistors (Flexible GFETs)

ترکیب خواص منحصر به فرد گرافن با طراحی انعطاف پذیر ترانزیستور، آنها را به گزینه‌ای پیشرو در توسعه حسگرهای زیستی انعطاف پذیر تبدیل کرده است. این حسگرها قادر به تقویت سیگنال، تشخیص بارهای الکتریکی بسیار کوچک و عملکرد در ابعاد میکرو و نانو هستند. از دیگر مزایای آنها می‌توان به زیست سازگاری، سرعت پاسخ بالا، حساسیت بالا، و قابلیت ادغام با فناوری‌های آزمایشگاهی روی تراشه و سامانه‌ها اشاره کرد.

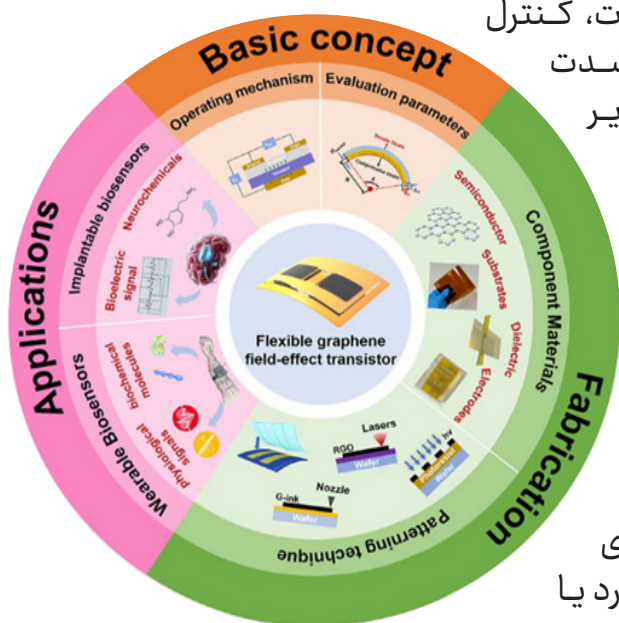
کاربردهای اصلی این نوع ترانزیستورها در سه حوزه متمرکز است:

۱. حسگرهای پوشیدنی فیزیولوژیکی: مانند ردیاب‌های حرکت، تماس یا دمای بدن که روی پوست یا لباس نصب می‌شوند.
۲. حسگرهای زیستی غیرتهاجمی: برای تحلیل مایعات زیستی نظیر عرق یا اشک و شناسایی مولکول‌هایی چون پروتئین‌ها یا یون‌های فلزی.
۳. حسگرهای قابل کاشت: برای پایش بلندمدت و دقیق پارامترهای زیستی بدن، با قابلیت ثبت سیگنال‌های الکتروفیزیولوژیکی و نوروشیمیایی بدون مداخله مستقیم بیمار. ساختار انعطاف پذیر این حسگرها، امکان سازگاری بهتر با بافت‌های زیستی و کاهش عدم تطابق مکانیکی را فراهم می‌سازد که برای کاربردهای پزشکی بسیار حیاتی است.



مقایسه FETها و FGFETها

با گسترش فناوری‌های نوظهوری مانند اینترنت اشیا، نیاز به سامانه‌های هوشمندی که توانایی‌هایی نظیر پایش علائم فیزیولوژیکی، تشخیص حرکات، کنترل صوتیو اندازه‌گیری‌های دقیق محیطی داشته باشند، به شدت افزایش یافته است. در این راستا، الکترونیک انعطاف پذیر به عنوان حوزه‌ای نوین، به دلیل توانایی عملکرد در شرایط تنش مکانیکی (نظیر خمش، کشش و پیچش) و مزایایی همچون وزن کم، راحتی در استفاده و سازگاری با فرم بدن، مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در میان اجزای حیاتی این سامانه‌ها، ترانزیستورهای اثر میدان (FETs) به دلیل مصرف توان پایین، ابعاد کوچک، و کارایی بالا نقش محوری دارند. با این حال، FETهای متداول که معمولاً بر پایه زیرلایه‌های صلب نظیر سیلیکون ساخته می‌شوند، در مواجهه با محیط‌های مرطوب یا هنگام تغییر شکل مکانیکی، دچار افت عملکرد یا آسیب ساختاری می‌شوند.



7 Young's Modulus

8 Poisson's Ratio

9 IoT: The Internet of Things (IoT) refers to a network of physical devices—such as sensors, machines, appliances, vehicles, and other objects—that are embedded with software, sensors, and connectivity features to collect and exchange data over the Internet or other communication networks

برای غلبه بر این محدودیت‌ها، بهره‌گیری از گرافن به‌عنوان ماده‌ای با خواص الکترونیکی، مکانیکی و شیمیایی منحصر به فرد، منجر به توسعه‌ی ترانزیستورهای اثر میدان گرافنی انعطاف‌پذیر (FGFETs) شده است. این ترانزیستورها، با حفظ عملکرد در حالت انعطاف‌پذیر، تحولی بنیادین در طراحی حسگرهای زیستی انعطاف‌پذیر ایجاد کرده‌اند. به‌ویژه، توانایی آنها در تشخیص کشش مکانیکی و شناسایی مولکول‌های زیستی با دقت و حساسیت بالا، آنها را به یکی از گزینه‌های اصلی در توسعه‌ی نسل جدید سامانه‌های پوشیدنی، پزشکی و هوشمند تبدیل کرده است.

چشم‌انداز آینده BLGFETها و FGFETها

ترانزیستور اثر میدانی گرافن دولایه (BLGFET)، به‌واسطه‌ی قابلیت منحصر به فرد خود در ایجاد باندگپ قابل تنظیم تحت تأثیر میدان الکتریکی عمودی، تحرک بالای حامل‌های بار، رسانایی الکتریکی قابل کنترل و همچنین سازگاری با فناوری‌های الکترونیک انعطاف‌پذیر، افق روشنی را در توسعه نسل‌های آینده ادوات الکترونیکی، نانو الکترونیک و حسگرهای پیشرفته ترسیم می‌کند. این ویژگی‌ها آنها را به گزینه‌ای امیدوارکننده برای جایگزینی ترانزیستورهای سیلیکونی در مقیاس نانومتری، به‌ویژه در کاربردهایی نظیر مدارهای منطقی کم‌مصرف، تقویت‌کننده‌های فرکانس بالا، حافظه‌های غیر فرّار و سامانه‌های اپتوالکترونیکی تبدیل کرده‌اند. افزون بر این، تلفیق خواص الکترونیکی ممتاز با انعطاف‌پذیری مکانیکی، مسیر را برای طراحی و توسعه‌ی ادوات زیست‌پذیر و قابل کاشت در بدن هموار می‌سازد.

در سوی دیگر، ترانزیستورهای اثر میدان گرافن انعطاف‌پذیر (FGFETs) برخلاف اثر میدانی‌های مبتنی بر سیلیکون، مستلزم دستیابی هم‌زمان به عملکرد الکترونیکی مطلوب و انعطاف‌پذیری مکانیکی بالا هستند. این مسئله، الزامات دقیق‌تری را در انتخاب مواد اولیه و طراحی اجزای سازنده از جمله گرافن، زیرلایه، دی‌الکتریک گیت و الکترودها تحمیل می‌کند. بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته‌ی الگوسازی مانند فتولیتوگرافی، چاپ جوهرافشان، لیتوگرافی نرم و نوشتن لیزری، امکان ساخت ساختارهایی با دقت بالا و هزینه‌ی پایین را بر روی زیرلایه‌های انعطاف‌پذیر فراهم آورده‌اند. با این حال، چالش‌هایی نظیر دستیابی به عملکرد بالا در کنار خودتغذیه بودن، انتقال بی‌سیم داده و ادغام عملکردهای چندگانه در این حسگرهای زیستی همچنان پابرجاست.

برای غلبه بر این موانع، بهبود روش‌های رشد گرافن نظیر رشد با کمک رسوب‌دهی شیمیایی بخار و کاهش نقص‌های ساختاری در کنار مهندسی دقیق تماس گرافن-الکتروده، امری حیاتی تلقی می‌شود. همچنین، توسعه‌ی سیستم‌های خودتأمین انرژی و ادغام این ترانزیستورها با فناوری‌های دیجیتال‌سازی مانند انتقال بی‌سیم و گردآوری داده، گام مهمی در راستای افزایش کارایی، پایداری و قابلیت اطمینان آنها محسوب می‌شود. در نهایت، طراحی حسگرهای زیستی چندوظیفه‌ای بر پایه‌ی FGFET می‌تواند با کاهش پیچیدگی ساختار، افزایش دقت سیگنال و بهبود تجربه‌ی کاربری در کاربردهای پزشکی، پوشیدنی و زیست‌محیطی همراه باشد.

مرجان محمودی (مقطع کارشناسی - دانشگاه صنعتی اصفهان)



10 Photolithography

11 Lithography

12 CVD: Chemical Vapor Deposition is a widely used material processing technique in which thin films or coatings are formed on a substrate through chemical reactions of vapor-phase precursors. In this process, gaseous reactants are introduced into a reaction chamber, where they decompose or react on the heated surface of the substrate, resulting in the deposition of a solid material.

ربات‌های سرآشپز و اتوماسیون آشپزخانه صنعتی

صنعت تغذیه به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی و زیربنایی، تحت تأثیر فشارهای روزافزون جمعیتی، تغییرات الگوهای مصرف، و الزامات بهبود کیفیت و ایمنی قرار دارد. افزایش تقاضا برای تولید سریع‌تر، کاهش ضایعات، و تضمین استانداردهای بهداشتی، نیازمند بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای فرآیندهای تولید وعده‌های غذایی است. در این زمینه، ربات‌های آشپز و سیستم‌های اتوماسیون آشپزخانه‌های صنعتی، به عنوان راهکارهای فناورانه مبتنی بر هوش مصنوعی و رباتیک، نقش مؤثری در بهبود بهره‌وری، ثبات کیفیت و کاهش خطاهای انسانی ایفا می‌کنند.

این سیستم‌ها با توانایی انجام عملیات پیچیده آشپزی و مدیریت هوشمند فرایندها، امکان استانداردسازی تولید، افزایش سرعت پردازش، و کاهش هزینه‌های عملیاتی را فراهم می‌سازند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه یادگیری ماشین، بینایی ماشینی، حسگرهای پیشرفته، و اینترنت اشیا، موجب توسعه نسل‌های جدیدی از ربات‌های آشپز شده است که قادر به تشخیص و تنظیم دقیق شرایط محیطی و مواد اولیه می‌باشند. به علاوه، اتوماسیون آشپزخانه‌های صنعتی، می‌تواند به بهبود مدیریت زنجیره تأمین و کاهش ضایعات غذایی کمک نماید.

تاریخچه و روند تکامل ربات‌های آشپز و اتوماسیون در آشپزخانه‌های صنعتی

تحولات در حوزه اتوماسیون و رباتیک آشپزخانه‌های صنعتی، از اواسط قرن بیستم آغاز شده و تاکنون به سرعت پیشرفت کرده است. نخستین تلاش‌ها برای مکانیزه کردن فرایندهای آشپزی، به سال‌های پس از جنگ جهانی دوم برمی‌گردد، زمانی که صنعت غذا به دنبال راهکارهایی برای افزایش تولید انبوه و کاهش هزینه‌های نیروی کار بود. در دهه ۱۹۶۰ و ۷۰ میلادی، سیستم‌های مکانیکی ساده‌ای مانند دستگاه‌های خودکار خردکن و مخلوط‌کن به تدریج وارد آشپزخانه‌های صنعتی شدند. همزمان با رشد صنعت رباتیک، نخستین بازوهای مکانیکی برای انجام وظایفی مانند جابجایی مواد اولیه و بسته‌بندی در کارخانه‌های غذایی مورد استفاده قرار گرفتند. در بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ میلادی، با ورود فناوری‌های هوش مصنوعی و حسگرهای دقیق‌تر، فصل جدیدی در اتوماسیون آشپزخانه‌ها آغاز شد. استفاده از الگوریتم‌های ابتدایی هوش مصنوعی باعث شد که ربات‌ها بتوانند کارهای ساده آشپزی مانند تنظیم زمان پخت یا کنترل دما را به صورت نیمه خودکار انجام دهند. این دوره، همچنین شاهد توسعه سیستم‌های کنترل مرکزی بود که امکان هماهنگی و نظارت بر کل فرایند تولید را فراهم می‌کرد.

اما در دو دهه اخیر، با پیشرفت‌های چشمگیر در یادگیری ماشین، بینایی ماشینی و اینترنت اشیا، نسل جدیدی از ربات‌های آشپز وارد بازار شده‌اند که قادر به انجام وظایف پیچیده‌تر و تطبیق با شرایط متغیر محیطی هستند. به عنوان مثال، ربات آشپز *Moley Robotics* که در سال‌های اخیر توسعه یافته، قادر است حرکات یک سرآشپز حرفه‌ای را به صورت کاملاً خودکار و با دقت بالا شبیه‌سازی کند. این ربات، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از حرکات انسانی و الگوریتم‌های پردازش تصویر، توانسته گام مهمی در مسیر ربات‌های آشپز هوشمند بردارد. همچنین، در زمینه اتوماسیون کارخانه‌های تولید غذا، شرکت‌هایی مانند *Nestle* و *Unilever* از سیستم‌های پیشرفته اتوماسیون بهره می‌برند که با تحلیل داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های بهینه‌سازی، فرایندهای تولید را به شکلی کارآمد کنترل می‌کنند. این سیستم‌ها امکان کاهش ضایعات، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری را فراهم ساخته‌اند.

1 Automation

2 Machine learning

3 Machine vision

4 The Internet of Things (IoT)

5 Image Processing Algorithm

6 Big Data



فناوری‌های کلیدی و کاربردهای عملی ربات‌های آشپز و اتوماسیون در صنعت غذا

پیشرفت‌های فناوری در حوزه رباتیک و هوش مصنوعی، ستون فقرات توسعه ربات‌های آشپز و اتوماسیون آشپزخانه‌های صنعتی را شکل داده‌اند. از فناوری‌های کلیدی پیشرفت این حوزه می‌توان به موارد زیر اشارت نمود:

- ۱- **هوش مصنوعی و یادگیری ماشین:** الگوریتم‌های هوش مصنوعی به ربات‌ها این امکان را می‌دهند که از داده‌های محیطی و بازخوردهای حاصل از فرایند آشپزی بیاموزند و رفتار خود را بهینه کنند. یادگیری عمیق به ویژه در تحلیل تصاویر و تشخیص دقیق مواد اولیه، سنجش کیفیت و تنظیم پارامترهای پخت نقش اساسی ایفا می‌کند. برای نمونه، ربات آشپز *Moley* از داده‌های حرکتی دقیق یک سرآشپز حرفه‌ای برای آموزش حرکات خود بهره می‌برد.
- ۲- **بینایی ماشینی و حسگرها:** استفاده از دوربین‌های پیشرفته و حسگرهای متنوع (مانند حسگر دما، رطوبت، فشار و ترکیب شیمیایی) به ربات‌ها اجازه می‌دهد تا مواد اولیه را شناسایی، اندازه‌گیری و کیفیت آن‌ها را ارزیابی کنند. این فناوری‌ها همچنین در کنترل دقیق دما و زمان پخت به منظور حفظ خواص غذایی و جلوگیری از سوختن یا نپختگی غذای نهایی نقش حیاتی دارند.
- ۳- **رباتیک پیشرفته:** بازوهای مکانیکی با دقت و انعطاف‌پذیری بالا، قادر به انجام حرکات پیچیده‌ای مانند خرد کردن، مخلوط کردن، هم‌زدن، برش دادن و تزئین غذا هستند. این بازوها با کنترل دقیق و سرعت بالا، امکان تولید مقیاس‌پذیر و یکنواخت را میسر می‌کنند.
- ۴- **سیستم‌های مدیریت مرکزی:** اتصال و هماهنگی بین تجهیزات مختلف در آشپزخانه‌های صنعتی از طریق شبکه‌های اینترنت اشیا، داده‌های لحظه‌ای را به سیستم‌های مدیریت مرکزی منتقل می‌کند. این ارتباط امکان نظارت جامع، بهینه‌سازی فرایند و پیش‌بینی خطاها را فراهم می‌آورد.



حال کمی به کاربردهای عملی این حوزه می‌پردازیم. ربات‌های آشپز قادرند فرایندهای آماده‌سازی از جمله خردکردن، مخلوط کردن، و پخت غذا را به طور خودکار و با دقت بالا انجام دهند. در رستوران *Spice* در آمریکا، ربات‌ها تمام فرایند پخت وعده‌های غذایی را کنترل می‌کنند و توانسته‌اند سرعت سرویس‌دهی را به طور چشمگیری افزایش دهند. در کارخانه‌های بزرگ، ربات‌ها مسئولیت بسته‌بندی خودکار، برچسب‌گذاری و مدیریت دقیق موجودی مواد اولیه را به عهده دارند. این امر موجب کاهش خطاهای انسانی و افزایش بهداشت در محصولات نهایی می‌شود.

سیستم‌های بینایی ماشینی در کنار الگوریتم‌های هوش مصنوعی، امکان شناسایی عیوب ظاهری، اندازه‌گیری دقیق و ارزیابی کیفیت محصول را در زمان واقعی فراهم می‌کنند. برای مثال، شرکت *Nestlé* با استفاده از این فناوری‌ها توانسته است ضایعات تولید را تا حد قابل توجهی کاهش دهد. مدیریت بهینه زنجیره تأمین: اتوماسیون آشپزخانه‌های صنعتی با بهره‌گیری از داده‌های لحظه‌ای، امکان پیش‌بینی دقیق نیاز مواد اولیه، زمان‌بندی تولید و بهینه‌سازی مصرف انرژی را فراهم می‌آورد. این سیستم‌ها با تحلیل داده‌های بزرگ، فرایند تصمیم‌گیری را در سطوح مختلف سازمان تسهیل می‌کنند.

نمونه‌های پیشرفته جهانی و پروژه‌های موفق

در سال‌های اخیر، نوآوری‌های چشمگیری در زمینه ربات‌های آشپز و اتوماسیون آشپزخانه‌های صنعتی به وقوع پیوسته است.

۱- ربات آشپز *Moley Robotics*

یکی از برجسته‌ترین نمونه‌ها، ربات آشپز ساخت شرکت *Moley Robotics* است که به عنوان اولین آشپز برقی تمام خودکار جهان شناخته می‌شود. این ربات با بهره‌گیری از بازوهای مکانیکی و سیستم‌های بینایی پیشرفته، در حد یک سرآشپز حرفه‌ای عمل می‌کند. حرکات دست‌های این ربات براساس داده‌های حرکتی ضبط‌شده از سرآشپزهای واقعی برنامه‌ریزی شده است، به طوری که می‌تواند بیش از ۵۰ دستور غذایی متنوع صورت خودکار تهیه کند.

۲- ربات‌های پخت پیتزا در Zume Pizza

این شرکت در ایالات متحده، یکی از پیشگامان استفاده از ربات‌ها در تولید سریع و خودکار پیتزا است. این شرکت با ترکیب فناوری‌های رباتیک و داده‌کاوی، فرایند آماده‌سازی، پخت و تحویل پیتزا را به صورت بهینه مدیریت می‌کند. ربات‌های Zume می‌توانند خمیر پیتزا را پهن کرده، مواد را روی آن پخش کنند و با دقت بالا در فرهای خودکار پخت کنند. این اتوماسیون نه تنها سرعت تولید را افزایش داده بلکه کیفیت یکنواخت و کاهش ضایعات را نیز تضمین کرده است.

۳- اتوماسیون در فرست‌فودهای زنجیره‌ای

غول‌های صنعت غذا مانند *McDonald's* و *KFC* نیز به طور فزاینده‌ای از فناوری‌های اتوماسیون بهره می‌برند. این شرکت‌ها با استفاده از ربات‌ها و سیستم‌های هوشمند، فرآیندهای آماده‌سازی، پخت و بسته‌بندی غذا را بهینه کرده‌اند. برای مثال، در برخی شعبه‌های *McDonald's*، ربات‌هایی به صورت خودکار سیب‌زمینی سرخ‌کرده را تولید و کنترل کیفیت می‌کنند که باعث افزایش سرعت و کاهش خطاهای انسانی شده است.

چشم‌انداز آینده: آیا ربات‌های آشپز سر آشپز می‌شوند؟

آینده صنعت غذا و آشپزخانه‌های صنعتی به شدت به پیشرفت و ادغام فناوری‌های رباتیک و هوش مصنوعی وابسته است. روندهای کنونی نشان می‌دهد که ربات‌های آشپز با توانایی‌های بیشتر، از جمله یادگیری خودکار، تعامل هوشمند با محیط و تطبیق لحظه‌ای با تغییرات مواد اولیه، به طور گسترده‌تری در خط تولید و حتی در سطوح مصرف‌کننده حضور خواهند یافت. یکی از مهم‌ترین چشم‌اندازها، حرکت به سمت آشپزخانه‌های کاملاً هوشمند و خودکار است که در آن تمامی فرآیندهای آماده‌سازی، پخت، بسته‌بندی و توزیع غذا به صورت یکپارچه و با کمترین نیاز به مداخله انسانی انجام می‌شود. این امر نه تنها بهره‌وری و کیفیت را به حداکثر می‌رساند، بلکه امکان شخصی‌سازی انبوه غذاها را فراهم می‌آورد.

از سوی دیگر، پیشرفت در فناوری‌های مرتبط مانند شبکه‌های 5G، محاسبات ابری^۸، و اینترنت اشیا، به ربات‌ها اجازه می‌دهد تا به صورت لحظه‌ای داده‌ها را پردازش کرده و تصمیم‌های بهینه بگیرند. همچنین، توسعه الگوریتم‌های پیشرفته‌تر هوش مصنوعی و یادگیری عمیق^۹، امکان ارتقای قابلیت‌های خودآموزی و بهبود مداوم عملکرد ربات‌ها را فراهم می‌آورد، به گونه‌ای که ربات‌ها می‌توانند به صورت مستقل بهینه‌ترین روش‌های پخت و تهیه غذا را کشف کنند. با این حال، پیش‌بینی می‌شود که مسائل اخلاقی، حقوقی و اجتماعی مرتبط با اتوماسیون گسترده در صنعت غذا، چالش‌هایی اساسی باشند که نیازمند سیاست‌گذاری دقیق و همکاری میان رشته‌ای هستند. پذیرش عمومی، امنیت داده‌ها، و تأثیرات اقتصادی بر نیروی کار از جمله حوزه‌هایی هستند که باید به دقت مورد بررسی قرار گیرند.

مهسا حری (مقطع کارشناسی - دانشگاه صنعتی اصفهان)

فوتوکاتالیزها در تصفیه

در دهه‌های اخیر، به دلایلی مانند رشد جمعیتی و صنعتی‌سازی، آلودگی‌های شامل آلاینده‌های آلی، فلزات سنگین، ترکیبات معدنی و بسیاری دیگر از ترکیبات پیچیده منابع آب سطحی، زیرزمینی، فاضلاب و آب آشامیدنی را آلوده کرده‌اند. در این میان، کمبود منابع آبی، نیاز به فناوری‌های مؤثر برای تصفیه فاضلاب و همچنین نمک‌زدایی از آب دریا را دوچندان کرده است و کمبود آب سالم به مشکلی فراگیر در سراسر جهان تبدیل شده است، به‌گونه‌ای که بیش از نیمی از جمعیت جهان با کمبود شدید آب سالم مواجه هستند.

آلودگی هوا نیز در دهه‌های اخیر به یکی از مشکلات مهم زیستی تبدیل شده است. به‌خصوص به این دلیل که در جامعه مدرن افراد به‌طور معمول زمان بیشتری را در فضاهای بسته می‌گذرانند و کیفیت هوا می‌تواند تأثیر زیادی بر سلامتی این افراد داشته باشد. آلاینده‌های اصلی هوا شامل ترکیبات آلی فرار، اکسیدهای کربن، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق هستند. بسیاری از این ترکیبات می‌توانند منجر به بیماری‌های مزمن تنفسی و ریوی، سرطان ریه و مشکلات قلبی-ریوی بشوند. پس می‌بینیم که کیفیت هوا نیز همچون کیفیت آب سالم به یک دغدغه جدی تبدیل شده است.



فوتوکاتالیز: فناوری سبز در تصفیه آب و هوا

PHOTOCATALYSIS GREEN TECHNOLOGY IN WATER AND AIR PURIFICATION



یکی از روش‌های نوین و مؤثر در زمینه تهویه و تصفیه، استفاده از فوتوکاتالیست‌ها است. از سال ۱۹۷۲، فرایند فوتوکاتالیز به‌طور گسترده در حوزه‌هایی چون تجزیه آب، تصفیه هوا و آب، کاهش دی‌اکسید کربن و تثبیت نیتروژن مورد پژوهش و بهره‌برداری قرار گرفته است.

فوتوکاتالیز یک فناوری سبز و کم‌هزینه محسوب می‌شود که با بهره‌گیری از مکانیزمی ساده، قادر است آلاینده‌های آلی موجود در فاضلاب را به ترکیبات بی‌ضرری همچون آب و دی‌اکسید کربن تجزیه کند. همچنین می‌تواند آلاینده‌های معدنی را از طریق واکنش‌های اکسایش یا کاهش به مواد غیرسمی تبدیل نماید. ویژگی‌هایی نظیر عملکرد مؤثر در دمای محیط، قابلیت حذف طیف گسترده‌ای از آلاینده‌ها، و تولید محصولات نهایی بی‌خطر، این فناوری را به گزینه‌ای جذاب برای تصفیه آلاینده‌های گازی بدل کرده است.

مبنای عملکرد فوتوکاتالیز بر توانایی مواد نیمه‌هادی یا دارای رفتار شبه‌نیمه‌هادی استوار است؛ این مواد می‌توانند با جذب طول موج خاصی از نور، جفت الکترون-حفره ایجاد کنند. این جفت‌ها سپس در واکنش‌های اکسایش-کاهش شرکت کرده و موجب تجزیه آلاینده‌ها به ترکیبات بی‌خطر می‌شوند.

در یک واکنش فوتوکاتالیستی معمولی، تابش نور موجب تولید الکترون-حفره در سطح فوتوکاتالیست می‌شود و حفره‌های ایجادشده می‌توانند مولکول‌های آب را اکسید کرده و رادیکال‌های فعال نظیر رادیکال هیدروکسیل را تولید کنند.

این رادیکال‌ها، با داشتن واکنش‌پذیری بالا، زنجیره‌ای از واکنش‌ها را آغاز می‌کنند که در نهایت به تجزیه کامل آلاینده‌های آلی به موادی چون دی‌اکسید کربن و آب می‌انجامد. هم‌زمان با واکنش‌های اکسایشی، مسیر کاهش نیز طی می‌شود. در این مسیر، الکترون‌های آزادشده به مولکول‌های اکسیژن منتقل شده و آن‌ها را به رادیکال سوپراکسید تبدیل می‌کنند. این رادیکال‌ها می‌توانند با ترکیبات آلی یا محصولات میانی وارد واکنش شوند و در نهایت، موادی نظیر پراکسیدها یا هیدروژن پراکسید ایجاد کنند که خود نیز به آب تجزیه می‌شوند.

طیف متنوعی از مواد تاکنون به‌عنوان فوتوکاتالیست در صنایع و پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ از جمله اکسیدهای فلزی، سولفیدهای فلزی، کربن‌نیتريد گرافیتی و کامپوزیت‌های مختلف. با این حال، بسیاری از این مواد با چالش‌هایی نظیر پایداری پایین، بازده کوانتومی محدود و حساسیت کم به نور مرئی مواجه‌اند که کارایی عملی آن‌ها را در سیستم‌های ناهمگن کاهش می‌دهد.

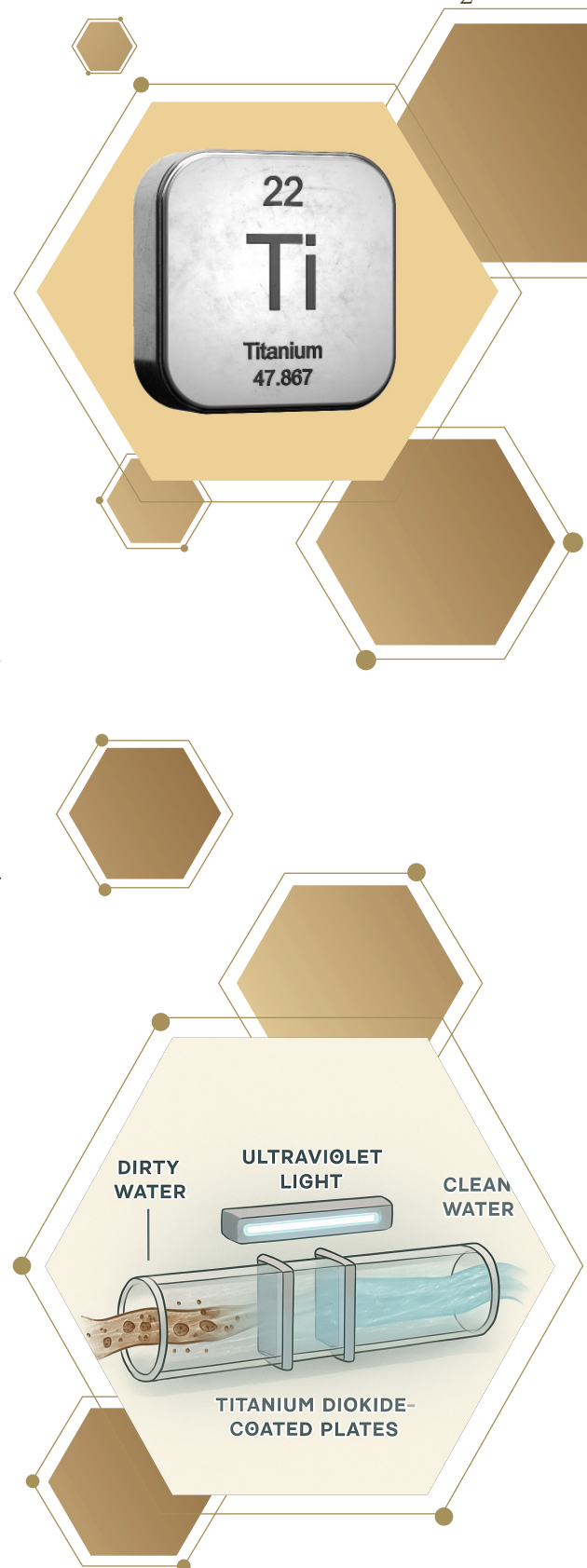


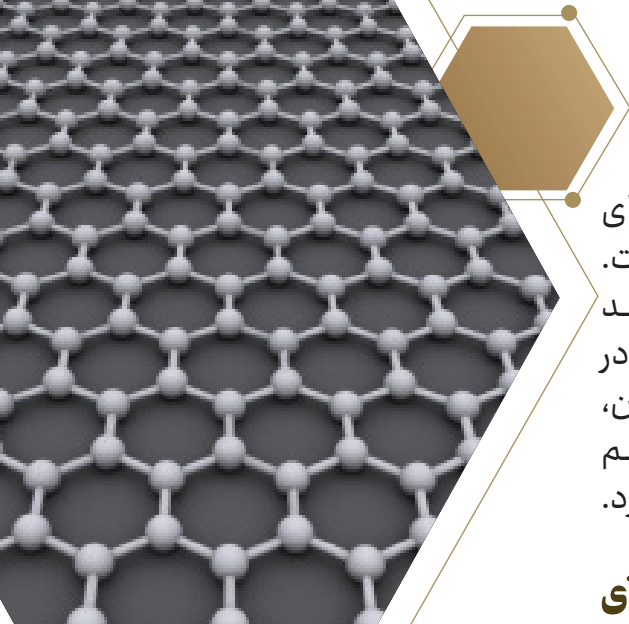
TiO₂ و گرافن: هم‌افزایی برای آینده‌ای پاک‌تر در تصفیه آلاینده‌ها

یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین فوتوکاتالیست‌ها در صنعت، دی‌اکسید تیتانیوم است. طی چهار دهه گذشته، واکنش‌های فوتوکاتالیستی مبتنی بر توجه گسترده‌ای را در جوامع علمی به خود جلب کرده‌اند. این توجه عمدتاً به دلیل ویژگی‌های ممتاز این ماده است که آن را به گزینه‌ای ایده‌آل برای حل چالش‌های زیست‌محیطی جهانی بدل کرده‌اند؛ از جمله تجزیه آلاینده‌های آلی، تولید هیدروژن از محلول‌های آبی و سنتز سوخت‌های غیر فسیلی از دی‌اکسید کربن.

افزودن به مصالح ساختمانی مانند سیمان می‌تواند منجر به کاهش غلظت آلاینده‌های هوا شود و استفاده از پوشش‌های حاوی آن در فضاهای داخلی ساختمان، راهی برای بهبود کیفیت هوای محیط فراهم کند. همچنین از منظر عملکردی، ماده‌ای پایدار، غیرسمی، مقرون‌به‌صرفه و دارای مقاومت بالا در برابر خوردگی نوری است. همچنین این نیمه‌رسانا در محلول‌های آبی نیز پایداری خوبی نشان می‌دهد، بازده کوانتومی مناسبی دارد و دارای گاف نسبتاً مطلوبی است.

با این حال، این فوتوکاتالیست تنها زمانی فعال می‌شود که نور تابیده‌شده دارای انرژی‌ای برابر یا بیشتر از گاف نوری آن باشد؛ یعنی انرژی لازم برای انتقال الکترون از نوار ظرفیت به نوار رسانش. گاف نوری نسبتاً بزرگ TiO_2 موجب می‌شود که این ماده تنها در برابر نور فرابنفش فعال باشد و حساسیت بسیار کمی نسبت به نور مرئی داشته باشد؛ نکته‌ای که یکی از مهم‌ترین موانع استفاده از آن در کاربردهای عملی محسوب می‌شود. علاوه بر این، کندی در انتقال بار الکتریکی و نیاز به فلزات گران‌بها برای بهبود عملکرد، از دیگر چالش‌های اصلی در استفاده از TiO_2 هستند.





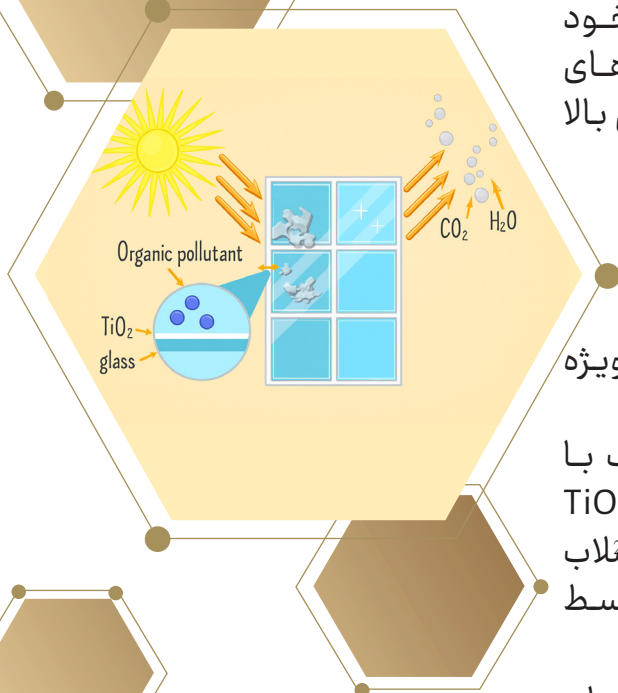
گرافن، ماده‌ای دوساختاری و تک‌لایه از صفحات کربنی، دارای خواص منحصر به فرد الکتریکی، نوری، گرمایی و سطحی است. هنگام ترکیب با نیمه‌رساناهایی مانند TiO_2 ، گرافن می‌تواند به عنوان مخزن الکترون عمل کرده و موجب بهبود انتقال بار در واکنش‌های فوتوکاتالیستی شود. همچنین سطح ویژه بالای آن، مکان‌های فعال فراوانی برای واکنش‌های اکسایش-کاهش فراهم می‌کند و امکان جذب شیمیایی مؤثر آلاینده‌ها را مهیا می‌سازد.

کامپوزیت‌های گرافن-نیمه‌رسانا قادرند محدودیت‌های فوتوکاتالیست‌های متداول را به خوبی برطرف کنند؛ از جمله:

- افزایش جذب در ناحیه نور مرئی
 - بهبود بازده فوتوکاتالیستی
 - ارتقاء عملکرد در تجزیه و حذف آلاینده‌ها
- برای نمونه، نانوفوتوکاتالیست گرافن- TiO_2 عملکرد درخشانی در جذب نور مرئی و حذف مؤثر آلاینده‌های آلی نظیر رنگ‌ها، ترکیبات کلردار، آنتی‌بیوتیک‌ها، آفت‌کش‌ها و نفت خام از خود نشان داده است. این کارایی بالا عمدتاً ناشی از جاذبه‌های الکترواستاتیکی، جذب بهبودیافته نور مرئی و تحرک الکترونی بالا در این کامپوزیت است.

نمونه‌های عملی از این ترکیب شامل موارد زیر است:

- تجزیه زانتات، یک آلاینده سمی ناشی از صنعت معدن (به ویژه فرایند فلوتاسیون)، با استفاده از کامپوزیت TiO_2 و گرافن
 - حذف اسید پیکریک، یک آلاینده نیتروآروماتیک خطرناک با زیست‌تجزیه‌پذیری پایین، توسط ترکیب گرافن-اکسید و TiO_2
 - تجزیه رنگ متاکروم زرد (یک ماده سمی و سرطان‌زا از فاضلاب صنایع نساجی) با راندمان ۸۸٪ تحت تابش نور خورشید توسط نانوکامپوزیت TiO_2 /گرافن-اکسید کاهش یافته
- این کامپوزیت‌ها، به واسطه بهبود چشمگیر در جداسازی بارهای الکتریکی و گسترش جذب در نور مرئی، گزینه‌ای بسیار مناسب‌تر نسبت به TiO_2 خالص محسوب می‌شوند همچنین با پیشرفت روزافزون در فناوری‌های سنتز پایدار، طراحی ساختارهای هیبریدی و کاربردهای صنعتی، انتظار می‌رود که این نسل از مواد در آینده‌ای نزدیک نقش مهمی در صنایع تصفیه آب و هوا ایفا کنند. نسل جدید نانومواد کربنی، نویدبخش عصری نوین از فناوری‌های پاک، سبز و پایدار است که در خدمت بهداشت عمومی و آسایش انسان قرار می‌گیرد.



گفت‌وگو مسیر



دکتر سید احمد معنوی / مدیر عامل شرکت دانش بنیان سام تک سرام

چه مسیری باعث شد که به رشته مهندسی مواد و گرایش سرامیک علاقه‌مند شوید؟

من هم مانند بسیاری در سنین نوجوانی به صنعت **هوافضا و هوانوردی** علاقه مند بودم و مجلاتی که در آن زمان منتشر می شد را مطالعه می کردم. در این مطالعات و بررسی‌ها دریافتم که مهندسان مواد پروژه‌های بسیار بزرگی همچون ساخت جنگنده F۱۴ را از خطر شکست نجات دادند. این سبب علاقمندی من به علم مواد و مهندسی مواد شد که در انتخاب رشته دانشگاهی، این رشته را انتخاب کردم و پس از آن با مطالعات به گرایش سرامیک‌ها علاقه مند شدم و برای مقطع کارشناسی ارشد این گرایش را انتخاب کردم.

مهم ترین نقطه عطف در مسیر علمی و صنعتی شما چه بوده است؟

از آنجایی که دوره ی **کارآموزی** یک فرصت عالی است برای دانشجویها که با جنبه های کاربردی رشته خود بیشتر آشنا شوند و مسیر شغلی آینده خود را درست تر انتخاب کنند. مهم ترین نقطه عطف در روند تحصیلی من همین دوره ی کارآموزی بوده است. دوره ی کارآموزی برای من اهمیت بسیار زیادی داشت و حتی می توانم اینگونه بگویم که تمام ابعاد زندگی من تحت شعاع این دوره ی کارآموزی قرار گرفت. توصیه من به دانشجویانی که این مصاحبه را می خوانند این است که حتماً به این دوره اهمیت بسیار زیادی بدهند و مرکزی را برای طی کردن دوره ی کارآموزی انتخاب کنند که موجب **رشد و تعیین شدن مسیر آینده شغلی** آن ها شود.

از نگاه شما، چه ویژگی هایی یک محقق را در حوزه مواد پیشرفته موفق می کند؟

به صورت کلی همانطور که می دانید یک پژوهشگر باید پشتکار داشته باشد، خستگی ناپذیر باشد و تلاشگر. علاوه بر این موارد یک پژوهشگر در این حوزه باید دارای **ذهن خلاق، کنجکاوی و دید نوآورانه** باشد. زیرا در مهندسی مواد جنبه های نوآوری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند. حضور در شرکت های فناور و استارت آپ ها به دستیابی به این دید نوآورانه کمک بسیاری می کند.

با توجه به اینکه حوزه کاری شما سرامیک های پیشرفته هست، مهم ترین و شاید بتوان گفت پرکاربردترین سرامیک ها در صنایع ما کدام هستند؟ کدام یک حیاتی تر هستند؟

سرامیک ها به دو دسته ی سرامیک های سنتی و **سرامیک های پیشرفته (مهندسی)** تقسیم بندی می شوند. سرامیک های سنتی مانند سرامیک های ساختمانی، ظروف و بهداشتی هستند که به صورت روزمره قابل مشاهده هستند. تفاوت های این دو دسته را می توان از تهیه مواد اولیه تا فرآیند تولید در سه قسمت خلاصه کرد:

۱. مواد اولیه سرامیک های پیشرفته از نظر خلوص، اندازه ذرات و سایر ویژگی ها باید به صورت دقیق کنترل شود و عمدتاً فراوری هایی در مواد اولیه آن ها صورت می گیرد.
۲. سرامیک های پیشرفته **فرآیندهای شکل دهی پیچیده ای** دارند و کنترل این فرآیند اهمیت بسیاری دارد.
۳. از نظر فرآیند پخت، سرامیک های پیشرفته حساسیت بالایی به سیکل های پخت دارند و عمدتاً **دماهای بالا** برای پخت آن ها استفاده می شود.

در سرامیک های پیشرفته از نظر مصرف مواد اولیه، ترکیب **اکسید آلومینیوم** و کامپوزیت های آن عمده ترین مصرف را دارند. همچنین اکسید زیرکونیوم و کاربید سیلیسیم در درجات پایین تر مورد استفاده قرار می گیرند و به طور کلی نمی توان گفت کدام سرامیک ها پر اهمیت تر هستند.

آیا روند جهانی به سمت استفاده از مواد ترکیبی (کامپوزیت‌های پیشرفته) در کنار سرامیک‌ها در حال حرکت است؟

بله ما شاهد این روند در سطح جهانی هستیم. سرامیک‌ها خواص فوق العاده ای همچون **تحمل دمایی بسیار بالا و استحکام‌های فشاری بسیار بالا** دارند اما متأسفانه شکننده هم هستند. استفاده از کامپوزیت سازی می‌تواند این عیب را در سرامیک‌ها رفع کند. همچنین در بسیاری از موارد ما برای اصلاح خواص مواد دیگر از سرامیک‌ها استفاده می‌کنیم، به عنوان مثال **بهبود مقاومت به خوردگی فلزات و آلیاژها**.

به نظر شما ایران چه جایگاهی در فناوری‌های نوین مواد در سطح منطقه و جهان دارد؟

خوشبختانه کشور ما از نظر سرمایه انسانی و وجود دانشگاه‌ها و اساتید خوب در مهندسی مواد وضعیت بسیار مطلوبی دارد. اما برای استفاده از این سرمایه‌ها در زمینه توسعه فناوری و صنعت سرامیک‌های پیشرفته باید ارتباط مؤثرتری بین دانشگاه‌ها و صنعت برقرار شود.

نقش دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در رشد فناوری‌های پیشرفته را چطور می‌بینید؟

مهم‌ترین رکن در هر صنعت، نیروی انسانی و نخبگانی هستند که در آن حوزه فعالیت می‌کنند. دانشگاه به عنوان منبع اصلی تربیت نیروی انسانی در مهم‌ترین جایگاه نسبت به توسعه فناوری هر کشوری قرار دارد. برای اثربخشی این موضوع نیاز است توجه صرف به مقاله نویسی و انتشار پایان نامه‌هایی که کاربرد کمتری در صنعت دارند کاهش پیدا کند و توجه بیشتر در جهت تحقیقات کاربردی و در نیاز صنعت انجام پذیرد. طبق اقداماتی که تا کنون انجام شده، انتظار آینده‌ای روشن را در این زمینه داریم.

به دانشجویان و پژوهشگران جوان این حوزه چه توصیه‌ای دارید تا بتوانند به نتایج صنعتی برسند؟

۱. کارها مسئله محور انجام شوند: نیاز واقعی شناخته شود. بر اساس آن نیاز واقعی دانشجویان موضوعات پژوهشی خود را انتخاب کنند.
۲. داشتن تفکر مقیاس پذیر گونه: موضوعات پژوهشی و پایان نامه‌ها باید قابلیت **مقیاس پذیری** داشته باشند، به گونه ای که در مقیاس‌های بزرگ قابل اجرا باشند.
۳. یافتن دید صنعتی: با برقراری ارتباط با شرکت‌های فناور و دانش بنیان این دید صنعتی بهبود پیدا می‌کند.

۴. استفاده از مشاوره صنعتگران: حتماً از فرصت‌های کارآموزی و شرکت در همایش‌ها برای استفاده از مشاوره صنعتگران جهت انتخاب موضوع پژوهش و یا مسیر تحصیلی مناسب استفاده کنید. برای دانشجویان صنعتی اصفهان هم‌جواری با شهرک علمی و تحقیقاتی فرصتی عالی برای رسیدن به این هدف است. همچنین توصیه می‌کنم **مهارت‌های بین‌رشته‌ای** را فراموش نکنید. به عنوان مثال بتوانید از نرم افزارهایی که در حوزه مهندسی مکانیک استفاده میشود هم در مهندسی مواد استفاده کنید و مسلط باشید.

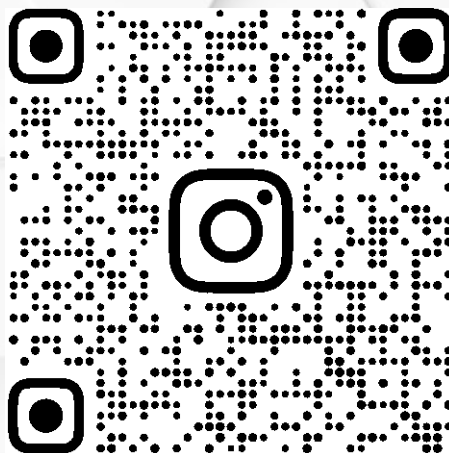
شرکت خودتون رو معرفی کنید و بفرمایید چه فرصت‌هایی برای دانشجویان فراهم کردید.

شرکت سام تک سرام یک شرکت دانش بنیان است که در سال ۱۴۰۰ در **شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان** مستقر شده است. فعالیت شرکت ما در حوزه مهندسی مواد و مشخصاً حوزه‌ی مهندسی سرامیک متمرکز است. فعالیت‌های ما عمدتاً بر طراحی و تولید محصولات سرامیکی برای استفاده در صنایع مثل صنایع نفت و گاز متمرکز است. واحدی تحت عنوان «تحقیق، توسعه و نوآوری» در شرکت فعال است که بستر مناسبی را جهت انجام پژوهش‌ها و تحقیقات دانشگاهی فراهم کرده است.

راه ارتباطی با شرکت شما از چه طریقی است؟

برای ارتباط با شرکت ما و ارسال رزومه و یا مشاوره میتوانید از طریق ایمیل: **info@samtechceram.com** و یا از طریق صفحات مجازی شرکت در اینستاگرام و لینکدین اقدام فرمایید.

تارا شاهوردی-فرشاد کیانی(مقطع کارشناسی- دانشگاه صنعتی اصفهان)



سه‌بعدی در داروسازی

افق نوین در تولید داروهای چندلایه با مواد زیست‌سازگار؛

صنعت داروسازی همواره در تلاش است تا با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، اثربخشی داروها را افزایش داده، عوارض جانبی را کاهش دهد و راحتی بیماران را بهبود بخشد. در این راستا، چاپ سه‌بعدی به‌عنوان یک فناوری تحول‌آفرین، قابلیت‌های چشمگیری را در تولید داروهای سفارشی و ساختارهای پیچیده دارویی فراهم کرده است. یکی از نوآوری‌های مهم در این حوزه، تولید قرص‌های چندلایه است که در آن‌ها می‌توان دوزهای مختلف یک دارو یا حتی داروهای گوناگون را در لایه‌های مجزا قرار داد. این ویژگی، امکان آزادسازی کنترل‌شده و هدفمند دارو را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. به‌کارگیری مواد زیست‌سازگار در فرایند چاپ سه‌بعدی، تضمین‌کننده ایمنی، زیست‌تطبیقی و سازگاری مطلوب فرمولاسیون دارویی با بدن انسان است. در این مقاله، اصول بنیادین، مواد مورد استفاده، تکنیک‌های چاپ، کاربردها و چالش‌های مرتبط با چاپ سه‌بعدی داروهای چندلایه با استفاده از مواد زیست‌سازگار به‌صورت جامع مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین، پتانسیل این فناوری نوظهور در تحول آینده صنعت داروسازی تحلیل خواهد شد.



چاپ سه‌بعدی داروهای چندلایه با بهره‌گیری از مواد زیست‌سازگار، رویکردی نوین در توسعه داروهای شخصی‌سازی‌شده و با قابلیت آزادسازی هدفمند محسوب می‌شود. این فرآیند عمدتاً از طریق فناوری‌های پیشرفته زیر انجام می‌گیرد:

۱. چاپ جوهرافشان؛

در این روش، قطرات بسیار ریز از محلول دارویی به‌صورت کنترل‌شده بر روی بستری متخلخل رسوب داده می‌شوند. با تنظیم دقیق ترتیب و ترکیب محلول‌های دارویی، امکان ایجاد ساختارهای چندلایه با دوزهای مختلف دارو فراهم می‌شود. این فناوری به‌واسطه دقت بالا و امکان طراحی ساختارهای پیچیده، در تولید داروهای سفارشی کاربرد فراوان دارد.

۲. ذوبانه‌ریزی؛

در این روش، دارو با پلیمرهای زیست‌سازگار ترکیب شده و به‌صورت رشته‌هایی نازک (فیلامنت) در می‌آید. این فیلامنت‌ها سپس در دمای کنترل‌شده ذوب شده و لایه‌به‌لایه روی یکدیگر قرار می‌گیرند تا شکل نهایی دارو تشکیل شود. تنظیم دقیق دما و سرعت اکستروژن، امکان کنترل سرعت آزادسازی دارو را فراهم می‌کند.

1 Inkjet Printing

2 Fused Deposition Modeling - FDM

3 Filament

4 Extrusion

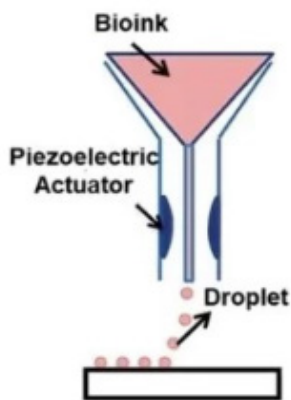
۳. پخت لیزری انتخابی:

این تکنیک از تابش لیزر برای ذوب و اتصال ذرات پودر شامل دارو و پلیمر زیست سازگار استفاده می کند. با هدایت دقیق مسیر لیزر، امکان ساخت لایه هایی با ترکیب بندی متفاوت فراهم می شود که دقت بالا در طراحی ساختار دارویی را تضمین می کند.

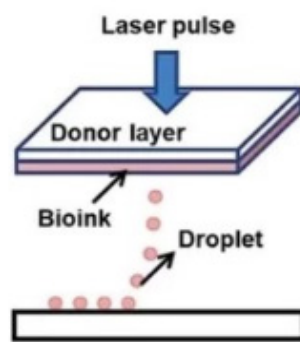
۴. فناوری دیسک:

در این روش، ترکیب دارو و پلیمر زیست سازگار با استفاده از فشار پیستونی، به صورت لایه به لایه اکستروژن می شود. این فناوری قابلیت تولید ساختارهای پیچیده و چند جزئی را داراست و به ویژه برای ساخت فرمولاسیون های با آزادسازی مرحله ای بسیار مناسب است.

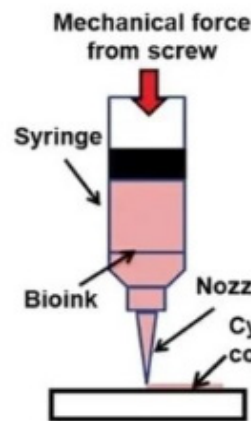
بایوپرینتر جواهرافشانی



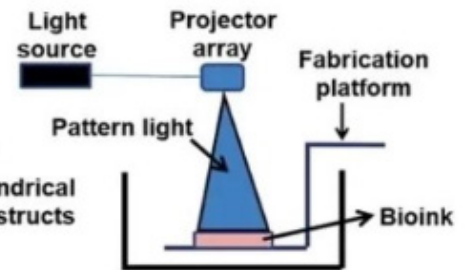
بایوپرینتر لیزری



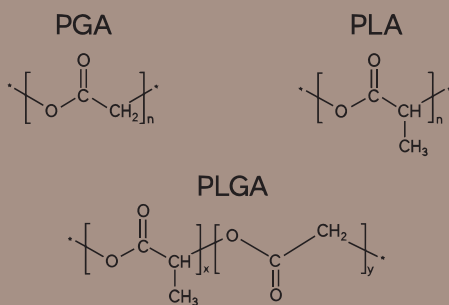
بایوپرینتر اکستروژنی



بایوپرینتر استریولیتوگرافی



این ویژگی ها آن ها را به گزینه هایی ایده آل برای کاربرد در داروسازی و مهندسی پزشکی تبدیل کرده است.



مواد زیست سازگار مورد استفاده در چاپ سه بعدی داروها:

انتخاب مواد زیست سازگار مناسب، نقشی کلیدی در موفقیت فرآیند چاپ سه بعدی داروها دارد. این مواد باید از یک سو قابلیت پردازش در فناوری های مختلف چاپ سه بعدی را داشته باشند، و از سوی دیگر با محیط زیستی بدن انسان سازگار بوده و فاقد سمیت یا توانایی القای پاسخ ایمنی ناخواسته باشند.

برخی از مواد زیست سازگار پرکاربرد عبارتند از:

- پلی لاکتیک اسید (PLA)
- پلی گلیکولیک اسید (PGA)
- پلی لاکتید-کو-گلیکولید (PLGA)
- پلی کاپرولاکتون (PCL)

این پلیمرها قابلیت تجزیه زیستی در محیط فیزیولوژیکی بدن را دارند و محصولات حاصل از تجزیه آن ها معمولاً غیرسمی و قابل دفع هستند.

5 Selective Laser Sintering - SLS

6 Pressure-Assisted Microsyringe - PAM

7 Extruded: It is a method of forming metals or polymers in which the material is passed through a specially shaped mold under high pressure to take its shape.



برخی از مهم‌ترین مزایا و کاربردهای این فناوری عبارت‌اند از:

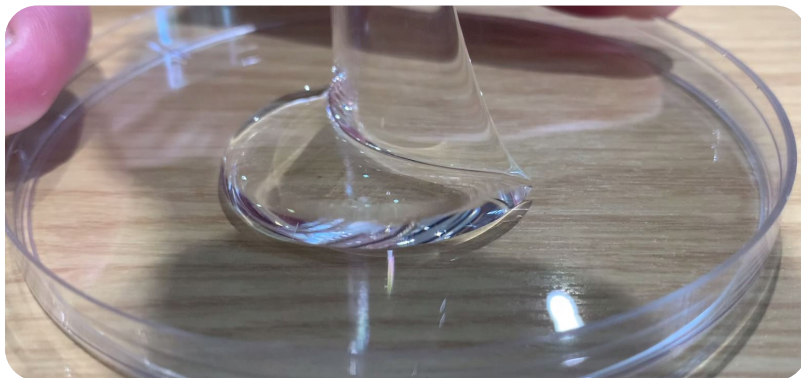
شخصی‌سازی درمان: امکان تولید داروهایی با دوز، شکل، و الگوی آزادسازی منطبق با نیازهای اختصاصی هر بیمار.

آزادسازی کنترل‌شده و هدفمند: طراحی ساختارهای پیچیده برای تحویل دارو در زمان و مکان مشخص در بدن، با هدف افزایش اثربخشی و کاهش عوارض جانبی.

ترکیب چند دارو در یک قرص: قابلیت بارگذاری و آزادسازی همزمان چند دارو با پروفایل‌های متفاوت در یک واحد دوز، با کنترل دقیق فرآیند آزادسازی.

افزایش پایداری بیمار در زمان: کاهش تعداد دفعات مصرف دارو از طریق طراحی قرص‌های با آزادسازی طولانی‌مدت.

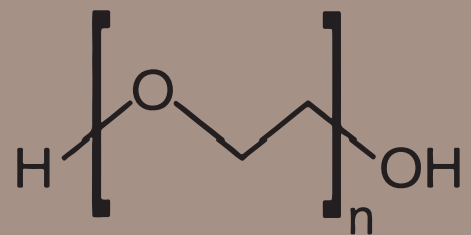
کاهش هزینه‌های تولید: امکان تولید سفارشی و در مقیاس کوچک، که می‌تواند به‌ویژه در درمان‌های خاص یا کمیاب، منجر به کاهش هزینه‌ها شود.



از دیگر دسته‌های مهم مواد زیست‌سازگار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

• **هیدروژل‌ها:** شبکه‌های پلیمری سه‌بعدی با ظرفیت بالای جذب آب که به دلیل شباهت ساختاری به بافت‌های بیولوژیکی، زیست‌سازگاری بالایی دارند. این مواد برای سامانه‌های آزادسازی کنترل‌شده داروهای پروتئینی بسیار مناسب‌اند.

• **پلیمرهای زیست‌ناشناس، مانند پلی‌وینیل الکل و پلی‌اتیلن گلیکول:** این پلیمرها نسبت به واکنش‌های بیولوژیکی خنثی عمل می‌کنند و برای کاربردهایی که به آزادسازی پایدار و طولانی‌مدت نیاز دارند، گزینه‌ای مطلوب محسوب می‌شوند.



مزایا و کاربردهای چاپ سه‌بعدی داروها با مواد زیست‌سازگار:

استفاده از چاپ سه‌بعدی در تولید داروها با بهره‌گیری از مواد زیست‌سازگار، امکانات نوینی را در اختیار صنعت داروسازی قرار داده است.

چالش‌ها و چشم‌انداز آینده چاپ

سه‌بعدی داروها:

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه چاپ سه‌بعدی داروها، همچنان چالش‌های قابل توجهی بر سر راه تجاری‌سازی و پذیرش گسترده این فناوری در مقیاس صنعتی وجود دارد. مهم‌ترین این چالش‌ها عبارتند از:



با این وجود، چشم‌انداز آینده چاپ سه‌بعدی در صنعت داروسازی بسیار نویدبخش است. انتظار می‌رود با پیشرفت در زمینه مواد زیست‌سازگار، توسعه الگوریتم‌های طراحی بهینه‌سازی‌شده، و ارتقای قابلیت‌های دستگاه‌های چاپ، این فناوری به یکی از روش‌های استاندارد تولید داروهای نسل آینده تبدیل شود.

از جمله مسیرهای تحقیقاتی پیشرو می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- توسعه سیستم‌های پیچیده دارورسانی مانند میکروسوزن‌های سه‌بعدی¹² برای انتقال مستقیم دارو به لایه‌های خاصی از پوست.
- طراحی و چاپ نانوذرات زیست‌سازگار¹³ با قابلیت هدف‌گیری اختصاصی بافت‌های بیمار.
- ساخت فرم‌های دارویی هوشمند که پاسخ‌گوی شرایط فیزیولوژیکی بدن مانند pH یا دما باشند¹⁴.
- چنین نوآوری‌هایی می‌توانند انقلابی در نحوه تولید، مصرف، و اثربخشی داروها ایجاد کرده و چشم‌انداز جدیدی در مسیر پزشکی شخصی‌سازی‌شده بگشایند.



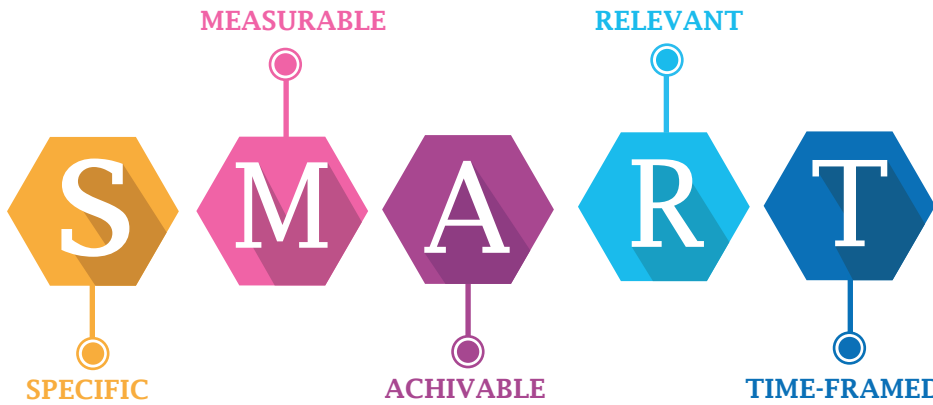
12 United States Food and Drug Administration-FDA
13 3D Microneedles
14 Biocompatible Nanoparticles

• **اخذ تأییدیه‌های نظارتی:** فرآیندهای طولانی و پیچیده برای دریافت مجوز از نهادهای نظارتی، به‌ویژه سازمان غذا و داروی ایالات متحده، می‌تواند روند ورود محصولات جدید به بازار را با تأخیر مواجه سازد.

• **استانداردسازی فرآیندها:** نبود پروتکل‌های یکپارچه و استانداردهای فنی مشخص، مانعی در مسیر تضمین کیفیت، ایمنی و قابلیت تکرارپذیری تولید داروهای چاپ‌شده است.

• **هزینه‌های اولیه بالا:** سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجه برای تهیه تجهیزات چاپ سه‌بعدی پیشرفته و مواد زیست‌سازگار، از موانع ورود صنایع دارویی به این حوزه به شمار می‌رود.

• **زوم کنترل دقیق فرآیند چاپ:** برای دستیابی به دوز دقیق و پروفایل آزادسازی یکنواخت، کنترل بسیار دقیق پارامترهای چاپ ضروری است؛ موضوعی که نیازمند فناوری‌های پیشرفته و پایش مستمر است.



هدفگذاری به روش

در دنیای پر شتاب امروز، ممکن است احساس کنید مجبورید رشد کنید و به اهداف بزرگی دست یابید. اما، همانطور که تجربه کرده اید گفتن این جمله از انجام دادنش آسان تر هست، درست است؟ خوشبختانه، نمونه اهداف اسمارت سناریوی بسیار بهتری ارائه می دهند.

به جای پیدا کردن یک هدف در ضمیرناخودآگاه یا به یاد آوردن اهدافی که در ابتدای سال نو برای خودتان مشخص کرده اید، اهداف اسمارت راحت تر و قابل دستیابی تر هستند: این اهداف همتای هوشمندتر و نزدیک تر و مطمئن تری هستند که از اهداف مبهم جلوگیری می کنند و در زندگی کاربرد دارند.

سوالی که پیش می آید این است که اهداف اسمارت چیست؟ اینجا قرار است ما در دنیای شگفت انگیز اهداف اسمارت شیرجه بزنیم و نمونه اهداف اسمارت قدرتمندی را معرفی کنیم که موثر و قابل اجرا هستند.

اهداف SMART چیست؟

این روش در اواخر قرن بیستم، توسط جورج تی دوران (George T. Doran) ارائه شد. او در مقاله‌ای که در نوامبر سال ۱۹۸۱ منتشر کرد این روش را معرفی کرد.

این روش چه مزایایی دارد؟

- زمانی که از هدف گذاری smart استفاده می‌کنید:
- برنامه مشخصی برای رسیدن به اهداف خود دارید.
- از سردرگمی نجات پیدا کرده و مسیرتان را به راحتی در زندگی پیدا می‌کنید.
- می‌دانید که هر روز برای رسیدن به اهدافتان باید چه کارهایی را انجام دهید.
- به خوبی از این موضوع آگاه هستید که انجام چه کارهایی برای شما در اولویت قرار دارند.
- هر روز صبح با انرژی بیشتری از خواب بیدار می‌شوید.
- زودتر به هدفتان می‌رسید.
- برنامه‌ریزی دقیقی برای زندگی خود دارید.

اهداف SMART اهدافی هستند که برای مطابقت با معیارهای زیر نوشته می شوند: خاص، قابل اندازه گیری، قابل دستیابی، واقع بینانه (یا مرتبط)، و محدود به زمان. فرآیند SMART در ابتدا یک مفهوم مدیریت بود که به عنوان یک روش هوشمند برای ایجاد اهداف مدیریت ارائه شد. به این صورت نوشته شده بود:

- خاص و مشخص بودن: یک منطقه خاص را برای بهبود هدف قرار دهید.
- قابل اندازه گیری: برای اهداف قابل اندازه گیری خود کمیت یا شاخص پیشرفت داشته باشید.
- قابل دستیابی: مشخص کنید چه کسی و چگونه این کار را انجام خواهد داد.
- واقع بینانه: نتایجی را که می توان با توجه به منابع موجود به دست آورد، بیان کنید.
- محدود به زمان: تاریخ یا چارچوب زمانی مورد نظر خود را مشخص کنید که در آن می توان به نتایج دست یافت.

بدون پیروی از سیستم SMART، ممکن است اهداف مبهم یا فقط تصمیمات صرف باشند. تعیین اهداف SMART شما را قادر می سازد تا اهداف خود را با دقت بیشتری بررسی کنید. به این ترتیب می توانید ساختارهای بیشتری به آنها بدهید که به راحتی قابل پیگیری و پیاده سازی باشد.

خاص و مشخص (Specific)

اولین ویژگی که باید در انتخاب هدف رعایت کنید، مشخص بودن آن است. باید اهداف خود را به گونه‌ای واضح و جزئی بنویسید که برای برنامه‌ریزی راحت‌تر بوده و ذهن‌تان سردرگم و آشفته نباشد. زمانی که اهداف خود را به طور کلی بیان می‌کنید، گام‌های بعدی را نمی‌توانید بهتر پشت سر بگذارید. هدف باید کاملاً مشخص، شفاف و روشن باشد. به مثال‌های زیر توجه کنید:

- می‌خواهم به رشد فردی خودم کمک کنم.
 - باید تفکر را تغییر دهم.
 - تصمیم دارم بیشتر کتاب بخوانم.
- این اهداف اصلاً مشخص و شفاف نیستند، زیرا زمانی که بخواهید برای رسیدن به آن‌ها برنامه‌ریزی کنید، به طور دقیق نمی‌دانید که چه کارهایی را باید انجام دهید. باید اهداف خود را به شکل زیر تغییر دهید:
- می‌خواهم کمال‌گرایی خود را کنار بگذارم (تعیین یکی از مسائل مربوط به توسعه فردی)
 - باید تفکر خود را در زمینه برقراری ارتباط با دیگران تغییر دهم تا بتوانم ارتباطات موثرتری داشته باشم.
 - تصمیم دارم برای رشد و پیشرفت در زمینه مربوط به کسب و کاری که دارم، بیشتر کتاب بخوانم.

اهداف مشخص به شش سوال "wh" - شما پاسخ می‌دهند.

- چه کسی - چه کسی باید انجام دهد؟
- چه چیزی - چه کاری را می‌خواهید انجام دهید؟
- کجا - کجا می‌خواهید انجام دهید؟
- چه زمانی - چه زمانی می‌خواهید این کار را انجام دهید؟
- کدام - کدام موانع ممکن است سر راه شما قرار بگیرند؟
- چرا - چرا می‌خواهید این کار را انجام دهید؟

در این قسمت از نمونه اهداف اسمارت با شناسایی هر عنصر، می‌دانید که برای رسیدن به هدف خود به چه ابزار و اقداماتی نیاز دارید. این ویژگی بسیار مهم است. ثانیاً، هنگامی که به یک نقاط عطف برسید، اعتماد به نفس شما را برای ادامه دادن بیشتر افزایش می‌دهد!

قابل اندازه‌گیری (Measureable)

دومین ویژگی هدف گذاری smart که باید رعایت شود این است که اهداف‌تان قابل اندازه‌گیری کردن باشند. به این دلیل که بدانید چقدر پیشرفت داشته‌اید و در حال حاضر در کجای مسیر قرار دارید. به عبارت دیگر اگر هدف‌تان قابل اندازه‌گیری باشد، به خوبی می‌توانید فعالیت‌ها و کارهای خود را تحلیل کرده و برای آینده برنامه‌ریزی دقیقی داشته باشید.

اهدافی چون:

- می‌خواهم لاغر شوم.
 - تصمیم دارم به آرامش برسم.
 - قصد دارم رشد کنم.
- این‌ها هدف‌های صحیحی نیستند زیرا اصلاً نمی‌توان آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. بنابراین باید اهداف خود را به صورت زیر تغییر دهید:
- می‌خواهم تا آخر ماه، ۲ کیلو وزن کم کنم.
 - تصمیم دارم در کلاس‌های یوگا و مدیتیشن به مدت سه ماه شرکت کنم.
 - قصد دارم هر ماه دو کتاب در زمینه موفقیت و خودیاری بخوانم.

در نمونه اهداف اسمارت باید با قابل اندازه گیری دقت را مشخص می کنید، و به سؤالاتی پاسخ دهید که با «چگونه» شروع می شود. اهداف قابل اندازه گیری همچنین به شما کمک می کنند بفهمید که آیا در مسیر درستی حرکت می کنید یا نه، به شما کمک می کند تا به موقع خود را مجدداً هماهنگ کنید.

قابل دستیابی (Attainable)

دست یافتنی بودن، ویژگی سوم این روش است. منظور این است که هدفی که قرار می دهید دست یافتنی باشد، نه محال و دور از دسترس. باید زمانی که هدفی تعیین می کنید، واقع بین باشید و زمان، پول، مهارت، استعداد و توانایی خود را به طور دقیق در نظر بگیرید.

به عنوان مثال اگر حقوق ماهیانه فردی ۳ میلیون تومان است اینکه بگوید می خواهم از ماه بعد ۶۰ میلیون تومان درآمد داشته باشم، هدفی دور از دسترس برای خود تعیین کرده است. همه ما دوست داریم به درآمد بالایی در ماه برسیم. اما رسیدن به این مقدار ماهها طول می کشد و به تلاش زیادی نیاز دارد.

در واقع باید زمانی که هدفی تعیین می کنید، بتوانید آن را در ذهن خود باور و تصور کنید تا برای محقق ساختن آن نهایت تلاش خود را به کار بگیرید. اگر هدف شما این ویژگی را نداشته باشد، خیلی زود ناامید شده و آن را نیمه تمام رها می کنید.

هدف دست یافتنی، محدودیت های شما را بزرگتر می کنند. در حالی که البته غیرممکن نیست، تکمیل آنها چالش برانگیز است. بنابراین، نمونه اهداف اسمارت شما را از منطقه راحتی خارج می کنند و به حوزه احتمالات بلندپروازانه می رانند.

کلید ایجاد اهداف قابل دستیابی این است که نگاهی دقیق به زندگی فعلی خود بیندازید و هدفی را تعیین کنید که کمی فراتر از دسترس شما باشد.

واقع بینانه (مرتبط) (Relevant)

مرتبط بودن ویژگی بعدی هدف گذاری smart است. اهدافی که تعیین می کنید باید با یکدیگر مرتبط باشند. در غیر این صورت اگر اهدافی که در زندگی خود تعیین می کنید با یکدیگر تضاد داشته باشند، باعث می شوند که یا به هدف خود نرسید و یا برای محقق ساختن آن انرژی بیشتری صرف کنید.

اگر هدف های هم راستا و مکمل یکدیگر انتخاب نکنید، ممکن است برای رسیدن به یک هدف مجبور شوید هدف دیگری را کنار بگذارید و یا زمان کمتری برای آن صرف کنید. به عبارت دیگر نمی توان با یک دست دو هندوانه برداشت.

اهداف واقع بینانه به آنچه واقعاً آرزو دارید تمرکز می کنند. آنها دقیقاً نقطه مقابل اهداف مبهم یا پراکنده هستند. نمونه اهداف اسمارت با اتفاقات زندگی شما همسو هستند: شغل، روابط، خواسته ها و غیره.

زمان محدود (Time-Framed)

اهداف محدود به زمان ضرب الاجل مشخصی دارند. اهداف محدود به زمان شما را در همان زمان مستقر و چالش برانگیز نگه می دارند. کلید اطمینان از اینکه هدف خود را در مهلت تعیین شده به انجام می رسانید، این است که آن را با موعد مقرر برنامه ریزی کنید و در حین انجام جزئیات، را بررسی کنید.

اهدافی که زمان مشخصی برای محقق ساختن و انجام دادن شان تعیین نکرده باشید، احتمال انجام شدن شان کم و در بسیاری از مواقع محال است. اگر هم انجام شوند زمانی بیشتر از حالت معمول برای انجام آن صرف می کنید.

به همین دلیل باید برای رسیدن به اهدافتان زمان شروع و پایان مشخصی را در نظر بگیرید و به موقع اقدام کنید. اگر این کار را نکنید، انجام هر کاری را به روز و زمان دیگری موکول خواهید کرد.

نمونه اهداف اسمارت برای رشد شخصی

- **خاص** : من در طول سال هر ۱۵ روز می خواهم یک کتاب از کتابخانه ام بخوانم.
- **قابل اندازه گیری** : هدف من این است که هر ۱۵ روز یک کتاب را با صرف ۳۰ دقیقه از وقتم برای مطالعه به صورت روزانه کامل کنم.
- **قابل دستیابی** : با تنظیم زمان مطالعه در ساعات صبح یا قبل از خواب، مطمئن می شوم که به طور مداوم این عادت را حفظ می کنم، زیرا به احتمال زیاد با بقیه برنامه های روزانه من تداخلی ایجاد نمی کند.
- **مرتبط** : خواندن هر روز ذهن من را آرام می کند، حواسم را تقویت می کند، دانشم را افزایش می دهد و تجربه های جدیدی را به من می دهد که شاید هرگز فرصتی برای داشتن آنها در زندگی نداشته ام.
- **محدوده زمان** : هدف من این است که خواندن یک کتاب را هر ۱۵ روز با مطالعه مداوم ۳۰ دقیقه ای هر روز به پایان برسانم.

تارا شاهرودی (مقطع کارشناسی- دانشگاه صنعتی اصفهان)

Exercise SMART to reach long-term fitness goals.

Use small, measured steps to stay committed and keep up the progress.

S	M	A	R	T
				
Specific	Measurable	Achievable	Realistic	Timebound
What do I want to accomplish?	How will I know when it is accomplished?	How can the goal be accomplished?	Does this seem worthwhile?	When can I accomplish this goal?

Do you know Engineering Standards



یک قلم مهارت

استانداردهای مهندسی

آشنایی با استانداردهای مهندسی: زبانی مشترک بین صنعت و امنیت و کیفیت

در دنیای مهندسی، استانداردها نقشی حیاتی ایفا می‌کنند. آن‌ها نه تنها چارچوبی برای طراحی، تولید و ارزیابی محصولات فراهم می‌کنند، بلکه زمینه‌ساز ارتقاء کیفیت، افزایش بهره‌وری و ایجاد اعتماد میان مشتری و تولیدکننده هستند. با این حال، آموزش استانداردهای مهندسی در فضای آکادمیک ایران هنوز جایگاه شایسته‌ای ندارد و از دانش‌آموختگان، بدون آشنایی کافی با این ابزارهای کلیدی وارد بازار کار می‌شوند.

استاندارد چیست؟ براساس تعریف اتحادیه اروپا، استاندارد سندی فنی است که چارچوبی برای تولید، فرآیندها، خدمات و کیفیت ارائه می‌دهد. استفاده از استانداردها موجب کاهش خطا، افزایش بهره‌وری و ارتقای اعتماد مشتریان به محصولات یا خدمات می‌شود.

تقسیم‌بندی انواع استانداردهای مهندسی چگونه است؟ منابع استانداردهای مهندسی به‌طور کلی در دو گروه اصلی دسته‌بندی می‌شوند:

- ۱- سازمان‌هایی که تمرکز تخصصی بر مهندسی دارند (مانند انجمن مهندسان مکانیک آمریکا).
- ۲- سازمان‌هایی که در حوزه‌های مختلف استاندارد ارائه می‌دهند و بخشی از آن مربوط به مهندسی است (مانند سازمان بین‌المللی استانداردسازی).

البته علاوه بر این، انواع دیگری از استانداردها نیز وجود دارند مانند استانداردهای شرکتی (مانند استانداردهای داخلی سامسونگ)، استانداردهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی و استانداردهای صنفی یا تخصصی.

انجمن آزمون و مواد آمریکا:
این انجمن یک سازمان آمریکایی است که استانداردهایی در بیش از ۱۲۰ کشور از جمله کانادا، چین و بلژیک ارائه می‌دهد. بیش از ۳۰,۰۰۰ استاندارد توسط این نهاد تدوین شده است. رعایت این استانداردها در پروژه‌ها الزامی نیست اما در صورت ذکر در قرارداد، مرجعیت دارد. حوزه‌های فعالیت آن شامل فلزات، پلیمرها، رنگ‌ها، مواد پزشکی و... است. همچنین در صنایع فولادی، این استانداردها برای تعیین گریدها و مشخصات مواد کاربرد فراوانی دارند.
انجمن مهندسان مکانیک آمریکا:

ASME معتبرترین مرجع برای استانداردهای مهندسی مکانیک در آمریکا است. این نهاد استانداردهایی برای طراحی، تولید، بهره‌برداری و ایمنی تجهیزات مکانیکی، نیروگاهی، دریایی و... ارائه می‌دهد. رعایت استانداردهای ASME نشانه‌ای از حرفه‌ای بودن سازمان‌ها در صنعت محسوب می‌شود.
سازمان بین‌المللی استانداردسازی:

ISO یک نهاد بین‌المللی است که استانداردهایی در حوزه‌هایی مانند ایمنی، بهداشت، مدیریت کیفیت، محیط زیست، تجارت بین‌الملل ارائه می‌دهد. بیش از ۲۴,۰۰۰ استاندارد توسط این سازمان تدوین شده و اکثر کشورهای جهان از جمله ایران عضو آن هستند. استانداردهای ISO به طور کلی به دو دسته عمومی (مانند ISO9001 سیستم مدیریت کیفیت) و اختصاصی (مانند ISO13485 ویژه تجهیزات پزشکی) تقسیم می‌شوند.

چرا باید از استانداردهای مهندسی استفاده کنیم؟

استفاده از استانداردها مزایای متعددی دارد، از جمله:

- ۱- افزایش کیفیت و ایمنی
- ۲- کاهش خطاهای طراحی و تولید
- ۳- کاهش هزینه‌های تولید و دوباره‌کاری
- ۴- بهبود رقابت‌پذیری محصولات در بازار جهانی
- ۵- تسهیل در تبادل فناوری و همکاری‌های بین‌المللی

اما در پایان باید دانست که در عصر مهندسی مدرن، آشنایی با استانداردها، نه تنها یک مزیت رقابتی، بلکه یک الزام حرفه‌ای است. چه در طراحی یک قطعه صنعتی، چه در پیاده‌سازی یک سامانه پیچیده؛ استانداردها راهنمایی مطمئن و چارچوبی ساخت‌یافته برای موفقیت هستند. پس ورود آگاهانه و مسلط

تارا شاهرودی (مقطع کارشناسی - دانشگاه صنعتی اصفهان)
یوسف صفایی (مقطع دکتری - دانشگاه صنعتی اصفهان)



معرفی فیلم

از خانه‌ای به خانه دیگر

فیلم تلویزیونی Door To Door محصول سال ۲۰۰۲ آمریکا، یکی از الهام‌بخش‌ترین آثار بر پایه‌ی داستانی واقعی است. این فیلم زندگی «بیل پورتر» را روایت می‌کند؛ مردی با اختلال فلج مغزی که با وجود محدودیت‌های جسمی‌اش، به یکی از موفق‌ترین فروشندگان خانه‌به‌خانه بدل می‌شود. در جهانی که افراد دارای معلولیت اغلب با تبعیض، ترحم یا بی‌تفاوتی روبه‌رو هستند، داستان بیل نشان می‌دهد که با اراده، پشتکار و ایمان به توانمندی‌های درونی، می‌توان از بزرگ‌ترین موانع عبور کرد.

خلاصه داستان؛ روایتی از پشتکار

Door to Door داستان واقعی مردی است به نام بیل پورتر، فردی با فلج مغزی که با وجود مخالفت‌ها، بی‌اعتمادی‌ها و ناتوانی‌های جسمی، تصمیم می‌گیرد شغلی را انتخاب کند که برای بسیاری دشوار و حتی ناممکن به نظر می‌رسد: فروشندگی خانه‌به‌خانه؛ شیوه‌ای از فروش مستقیم که در آن فروشنده با مراجعه حضوری به منازل، محصولات را معرفی و عرضه می‌کند. او در شرکت واتکینز مشغول به کار می‌شود و فعالیت خود را در منطقه‌ای آغاز می‌کند که سایر فروشندگان از آن چشم‌پوشی کرده‌اند. بیل اما، با عزمی راسخ، قلبی مهربان و پشتکاری بی‌وقفه، خانه‌به‌خانه می‌رود، با مردم گفت‌وگو می‌کند، اعتمادشان را جلب می‌نماید و با گذشت سال‌ها، نه تنها در کار خود موفق می‌شود، بلکه به شخصیتی ماندگار و محترم در جامعه‌اش بدل می‌گردد.

نقش‌آفرینی درخشان ویلیام اچ. میسی^۲ در قالب بیل پورتر، از نقاط قوت اصلی فیلم است. او با بازی‌ای دقیق و انسانی، موفق شده رنج، امید، مقاومت و زیبایی روح این شخصیت را به‌گونه‌ای باورپذیر به تصویر بکشد. کارگردانی فیلم نیز با نگاهی جزئی‌نگر به زندگی روزمره‌ی بیل، مخاطب را به خوبی با چالش‌ها و پیروزی‌های او همراه می‌کند. موسیقی آرام و صمیمی و فیلم‌برداری واقع‌گرایانه، تماماً در خدمت خلق فضایی الهام‌بخش و انسانی قرار دارند.

پیام‌های کلیدی فیلم

۱. پشتکار در برابر طرد شدن: بیل بارها با بی‌اعتمادی و پاسخ منفی مواجه می‌شود، اما هیچ‌گاه تسلیم نمی‌گردد.
۲. باور به توانایی‌های فردی: در حالی که دیگران به او می‌گویند «نمی‌توانی»، بیل باور دارد که «می‌توانم»؛ همین باور، ستون موفقیت اوست.
۳. عبور از کلیشه‌ها: فیلم نگاهی انتقادی به کلیشه‌های اجتماعی درباره‌ی افراد دارای معلولیت دارد و به مخاطب، نگاهی انسانی‌تر و منصفانه‌تر ارائه می‌دهد.
۴. اهمیت ارتباط انسانی: بیل با مشتریان روابطی صمیمی، عمیق و واقعی برقرار می‌کند. موفقیت او صرفاً در فروش نیست، بلکه در ساختن پیوندهای انسانی معنا می‌یابد.

¹Bill Porter

²Watkins

³William H. Macy

Door To Door

هدف‌گذاری از نوع SMART در زندگی بیل پورتر

این فیلم تنها یک روایت انگیزشی نیست؛ بلکه نمونه‌ای واقعی از تحقق اصول هدف‌گذاری SMART در عمل است. این مدل که مخفف پنج ویژگی مهم در هدف‌گذاری است، به افراد کمک می‌کند تا اهداف خود را شفاف، واقع‌گرایانه و قابل پیگیری طراحی و دنبال کنند. بیل پورتر، بدون آن‌که آکادمیک با این مدل آشنا باشد، زندگی‌اش را دقیقاً بر پایه‌ی همین اصول ساخت:

• **مشخص:** بیل هدف روشنی دارد: می‌خواهد فروشنده شود و در منطقه‌ای خاص، محصولات شرکت را خانه‌به‌خانه معرفی کند.

• **قابل اندازه‌گیری:** موفقیت او با معیارهایی مثل تعداد مشتریان، میزان فروش، و تداوم بازدیدها به روشنی قابل سنجش است.

• **قابل دستیابی:** با وجود چالش‌های جسمی، بیل اهدافی واقع‌گرایانه برای خود تعریف می‌کند و با پیگیری منظم، آن‌ها را گام‌به‌گام محقق می‌سازد.

• **مرتبط:** هدف او در راستای ارزش‌های شخصی‌اش مثل استقلال مالی، عزت نفس و ایجاد ارتباط انسانی است. این هم‌راستایی، انگیزه‌ی حرکت را در او تقویت می‌کند.

• **زمان‌مند:** بیل برای خود برنامه‌ی کاری روزانه دارد، در بازه‌های زمانی مشخص بازدید می‌کند و با انضباط شخصی بالا مسیر رشد را دنبال می‌کند.

چرا این فیلم را ببینیم؟

اگر به دنبال انگیزه‌ای تازه و درک عمیق‌تری از ظرفیت‌های انسانی هستید؛ این فیلم انتخابی درست و تأثیرگذار است. این فیلم نه تنها احساسات شما را درگیر می‌کند؛ بلکه آموزنده و الهام‌بخش نیز هست؛ به‌ویژه برای کسانی که در مسیر توسعه‌ی فردی، کارآفرینی یا عبور از چالش‌های شخصی قرار دارند و به الگویی ملموس نیاز دارند.

سخن پایانی

Door To Door روایت مردی است که در ناامیدی را بست و پنجره‌ای به سوی تلاش، امید و موفقیت گشود. معرفی این اثر در نشریه‌ی کربوژن می‌تواند تلنگری انگیزشی برای خوانندگانی باشد که هنوز در آغاز راه یا در میانه‌ی مسیر اهداف خود مردد مانده‌اند. بیل پورتر به ما می‌آموزد که حتی اگر مسیر، پراز سنگلاخ و مانع باشد، با گام‌هایی استوار و نگاهی روشن می‌توان راه را ادامه داد و سرانجام به مقصد رسید.

(تارا شاهرودی/مقطع کارشناسی- دانشگاه صنعتی اصفهان)

4 Specific
5 Measurable
6 Achievable
7 Relevant
8 Time-Bound

معرفی کتاب

پدر پولدار، پدر فقیر^۱

نویسندگان: رابرت کیوساکی و شارون لیچر^۲

کتاب «پدر پولدار، پدر فقیر» یکی از اثرگذارترین آثار قرن بیستم در حوزه‌ی آموزش مالی، کارآفرینی و توسعه‌ی فردی است که نخستین بار در سال ۱۹۹۷ منتشر شد. رابرت کیوساکی، کارآفرین، سخنران و سرمایه‌گذار سرشناس آمریکایی، در این کتاب به شیوه‌ای داستان‌محور و آموزنده، تجربیات شخصی خود از دوران نوجوانی را روایت می‌کند.

دو پدر، دو طرز فکر، یک درس مهم

ماجرای اصلی کتاب پدر پولدار، پدر فقیر درباره‌ی پسری نوجوان است که در مسیر زندگی‌اش با دو الگوی فکری کاملاً متفاوت

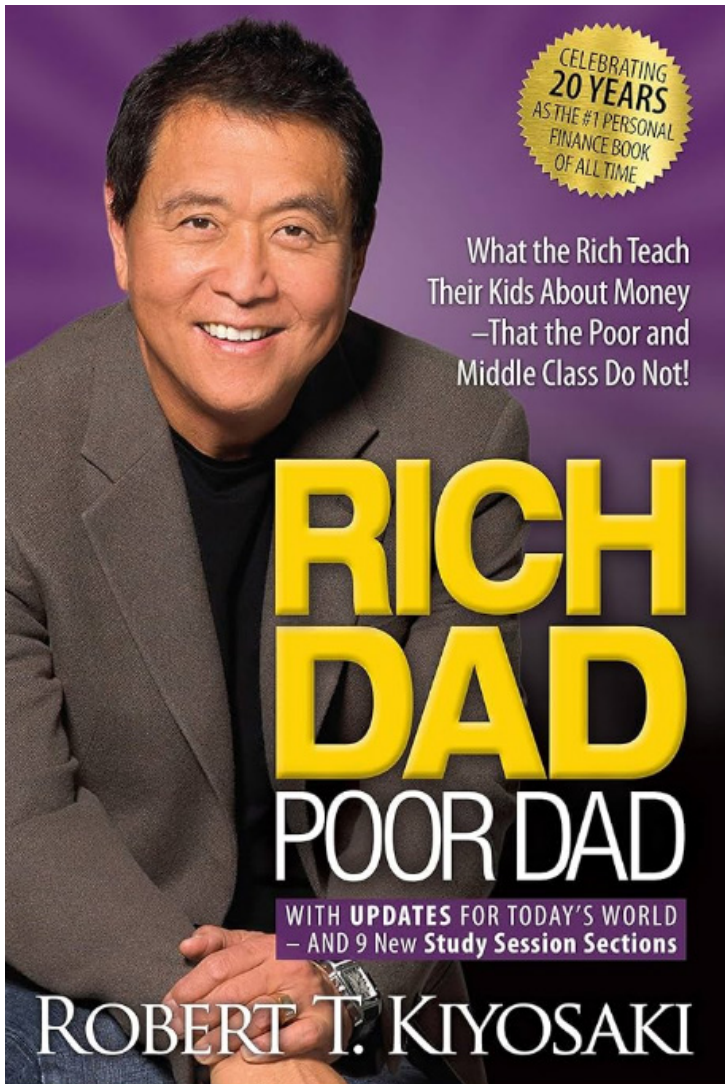
روبه‌رو می‌شود؛ دو مرد که هرکدام دیدگاه خاصی درباره‌ی پول، کار، موفقیت و آینده دارند:

- پدر واقعی‌اش، مردی تحصیل‌کرده با طرز فکری سنتی است. او باور دارد تنها راه موفقیت، رفتن به دانشگاه، گرفتن یک شغل دولتی و داشتن درآمدی ثابت و مطمئن است.
- پدر دوم، که پدر دوست صمیمی‌اش است، فردی ثروتمند و کارآفرین است. او به پسر یاد می‌دهد چطور مستقل فکر کند، فرصت‌ها را ببیند و پول را به خدمت بگیرد؛ نه اینکه برای پول کار کند.

رابرت کیوساکی این دو نگرش را «پدر فقیر» و «پدر پولدار» می‌نامد. او با مقایسه‌ی دقیق این دو طرز فکر، مفاهیم مهمی درباره‌ی پول، سرمایه‌گذاری، کارآفرینی، آموزش مالی و سبک زندگی ارائه می‌دهد. مفاهیمی که در دنیای پرنوسان مالی امروز، بیش از هر زمان دیگری ضروری هستند. نکته‌ی اصلی کتاب، تغییر طرز فکر است. کیوساکی به ما نشان می‌دهد که به جای آن‌که فقط به دنبال حقوق ماهانه و شغل ثابت باشیم، باید یاد بگیریم چگونه پول‌مان را مدیریت کنیم، آن را به درستی سرمایه‌گذاری کنیم و رشد دهیم. یکی از جمله‌های الهام‌بخش کتاب که این رویکرد را به خوبی خلاصه می‌کند، این است:

**«هیچ وقت نگویند: نمی‌توانم این را بخرم؛ پرسید: چطور می‌توانم این را بخرم؟
و بدانید که فقر از ذهن آغاز می‌شود و ثروت نیز از ذهن شکل می‌گیرد.»**

1 Rich Dad Poor Dad
2 Robert T. Kiyosaki
3 Sharon L. Lechter



این کتاب چه چیزهایی به ما می آموزد و برای چه کسانی مناسب است؟

- کتاب پدر پولدار، پدر فقیر فقط مجموعه ای از توصیه های مالی نیست، بلکه راهنمایی برای تغییر نگاه ما به پول، کار و آینده ی مالی مان است. این کتاب با زبان ساده اما عمیق، مفاهیمی را مطرح می کند که می توانند مسیر زندگی بسیاری از ما را تغییر دهند. در این کتاب یاد می گیریم:
- تفاوت واقعی بین دارایی و بدهی چیست و چرا شناخت این تفاوت، اساس ساختن ثروت است.
- سواد مالی را باید از سنین پایین آموخت؛ چون آینده ی اقتصادی افراد وابسته به درک و مدیریت درست پول است.
- تنها کار کردن برای پول کافی نیست؛ باید بیاموزیم چگونه پول را برای خودمان به کار بیندازیم.
- آموزش رسمی لازم است، اما به تنهایی برای موفقیت مالی کافی نیست.
- حتی در موقعیت های معمولی و روزمره، می توان فرصت هایی بزرگ برای رشد و ثروت آفرینی پیدا کرد.

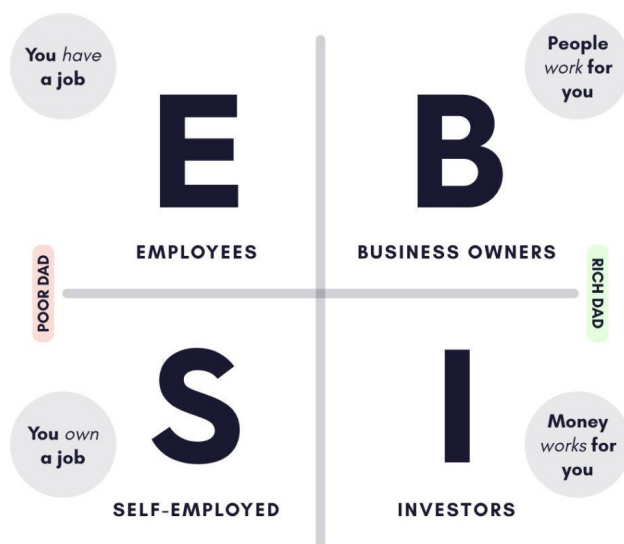
جمع بندی

پس کتاب پدر پولدار، پدر فقیر تنها یک راهنمای مالی نیست؛ بلکه یک مسیر برای تغییر ذهنیت، ساختن آینده ای بهتر و دیدن فرصت ها در دل چالش هاست. این کتاب به شما کمک می کند نگاهی تازه به پول، شغل، یادگیری و رشد شخصی داشته باشید. اگر هنوز آن را نخوانده اید، همین حالا می توانید گام اول مسیر موفقیت تان را بردارید.

اما این کتاب برای چه کسانی مناسب است؟

- اگر به دنبال رشد فردی و استقلال مالی هستید.
 - اگر قصد راه اندازی یک کسب و کار یا شروع سرمایه گذاری دارید.
 - یا حتی اگر فقط می خواهید طرز فکر خود را درباره ی پول، کار و موفقیت تغییر دهید.
- در این صورت، مطالعه ی این کتاب برایتان یک نقطه ی شروع قدرتمند خواهد بود؛ نقطه ای که ممکن است مسیر زندگی تان را برای همیشه تغییر دهد.

یوسف صفایی (مقطع دکتری - دانشگاه صنعتی اصفهان)



منابع

۱.نانو: مهندسی در مقیاس اتم

- 1.Ferric CHRISTIAN, EDITH, SELLY, Dendy ADITYAWARMAN, Application of nanotechnologies in the energy sector: A briefshort review,Antonius INDARTO, Front. Energy, : 2013 ,18-6
- 2.Principles of Nanotechnology" (نوشته G. Ali Mansoori)
- ۳.مبانی فناوری نانو (نوشته ابوالقاسم عباسی کجانی و ویراسته زهره طاهری اندانی)
- ۴.همه چیز درباره فناوری نانو (نوشته علی ابراهیمی و مسعود پیرهادی و مریم دیلمی طریفی و ویراسته نرگس مهربد)
- ۵.- کتاب آشنایی با علوم و فناوری نانو ۱ - فرزاد حسینی نسب، محسن افسری ولایتی، سید معصومه قاسمی نژاد لیچانی- انتشارات کوچک آموز

۲. پلی به سوی کربن (گرافن)

- 1.Rao, C. N. R., Sood, A. K., Subrahmanyam, K. S., Govindaraj, A., "Graphene, the New Nanocarbon," Journal of Materials Chemistry, Vol. 19, pp. 2009 ,1275-1271.
2. Karaca, E., "Application of Graphene and Its Derivatives in Medicine: A Review," 2023.
3. Xie, B., "Advances in Graphene-Based Electrode for Triboelectric Nanogenerator," 2024.

۳. نقش مواد جاذب رادار در طراحی جنگنده‌های پنهان‌کار با تمرکز بر مواد کربنی

- Ruiz-Perez, F., «Carbon-Based Radar Absorbing Materials: A Critical Review,» 2022.

۴. ترانزیستورهای گرافنی

1. K. Yang, X. Fan, and J. Ding, "Fabrication and characterization of bilayer graphene transistors," Journal of Physics: Conference Series, vol. 2982, no.1, pp.3-1, Apr.2025.
2. M. Sun, S. Wang, Y. Liang, et al., "Flexible Graphene Field-Effect Transistors and Their Application in Flexible Biomedical Sensing," vol. 17, no.1, pp. 49-26 ,10-1, Nov.2024.

۴.ربات سرآشپز

- 1.Yang, G., Zhang, Z., & Sun, Y. (2020). Robotic Cooking: Current Applications and Future Prospects in Food Preparation. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, -1102 ,(3)17 1114.
- 2.Kimes, S. E. (2021). The Impact of Automation on Food Service Operations: Case Studies from Fast Food Chains. Journal of Foodservice Business Research, 312-297 ,(4)24.

3.Li, X., & Wang, L. (2021). Advanced Robotics and AI Applications in Smart Kitchens and Food Manufacturing. *Journal of Food Engineering*, 110280 ,292.

4.Kumar, A., & Singh, R. (2022). Automation in Food Industry: IoT and Machine Learning for Quality Control and Supply Chain Optimization. *Computers and Electronics in Agriculture*, 106814 ,196.

5.Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2016). *Springer Handbook of Robotics* (2nd ed.). Springer.

۵. استفاده از فوتوکاتالیست‌های نیمه‌هادی (مثل TiO₂ و ترکیبات کربنی) در تجزیه آلاینده‌های آلی هوا و آب

1.Recent Advances of Photocatalytic Application in Water Treatment: A Review

2.Photocatalysis with TiO₂ Nanotubes: Colorful Reactivity and Designing Site-Specific Photocatalytic Centers into TiO₂ Nanotubes.

3.Photocatalytic materials for indoor air purification systems: An updated mini-review.

4.Environmental Remediation Applications of Carbon Nanotube and Graphene Oxide: Adsorption and Catalysis.

5.Recent Development of Photocatalysts Containing Carbon Species: A Review.

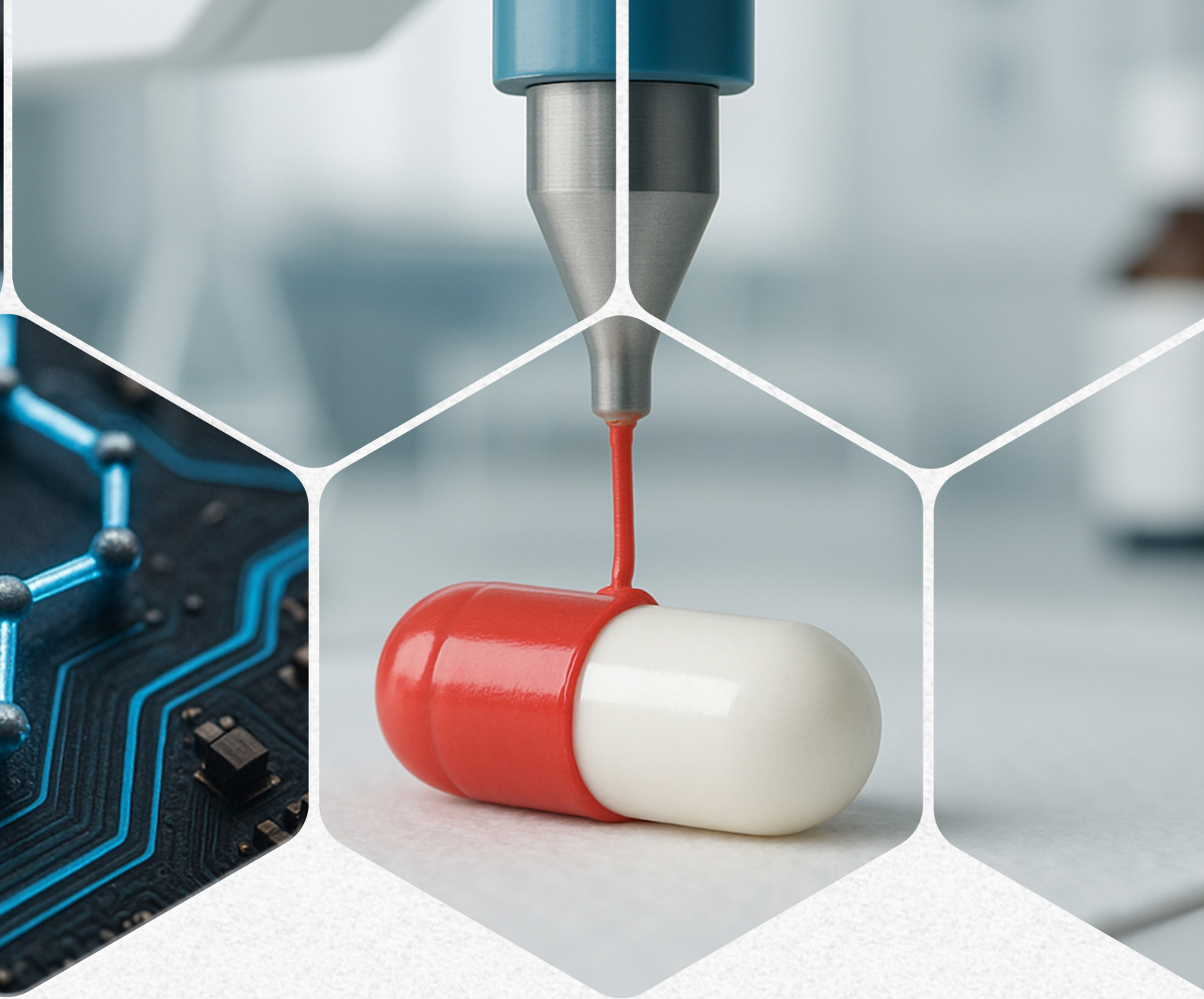
۶. مروری بر چاپ سه بعدی داروهای چندلایه با مواد زیست سازگار

1. Sadough, V., et al. 2018. 3D printing of pharmaceutical products: a review of principles, materials, and applications. **Industrial Development and Industrial Pharmacy**, 1725-1713 ,(11)44.

2. Bellemare, J., et al. (2018) 3D printing of pharmaceutical products: exploring the potential of fused deposition modeling (FDM) for personalized medicine. **Expert Opinion on Drug Delivery**, ,(12)15 1197-1185.

3. Gu, M., et al. (2020). Recent advances in 3D printing of pharmaceuticals. **Journal of Controlled Release**, 489-471 ,328.

4. Mazzotta, E., et al. (2019). Biocompatible 3D printing for drug delivery applications. **International Journal of Pharmaceutics**, ,569 118557.



”جایی در میان اتم‌ها، مفاهیمی نو متولد می‌شوند.
ما نه فقط ماده را مهندسی می‌کنیم، بلکه آینده را می‌نویسیم.
هر ذره، مسیریست به سوی جهانی هوشمندتر، سبزتر و انسانی‌تر.“

بهاء: ۴۵۰ هزار تومان