ماهنامه

MED & LAB
Engineering Magazine

اولین، فراگیرترین

ISSN 1681- 6919

# مهندسی پزشکی و تجهیزات آزمایشگاهی

• سال بیست‌وسوم • شماره ۲۶۹ • شهریور ۱۴۰۲ • ۳۰ صفحه • ۸۰۰۰۰ تومان

گزارش ویژه: گلایه شرکت‌های تجهیزات پزشکی از سیاست‌های وارداتی و اعطای مجوزها

## اداره کل تجهیزات پزشکی در تعیین سیاست‌ها و تخصیص ارز، بهم‌ریختگی شدیدی دارد

یک کارآفرین حوزه سلامت کشور: یکی از سیاست‌های بسیار اشتباه دولت اختصاص ارز دولتی است

بی‌ثباتی نرخ ارز، سنگی سر راه تامین کنندگان و خریداران تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای

زنگ تحقیق: نانوبیومواد و کاربردهای نوین آن در پزشکی و صنایع

۲۱ سال گذشت...

# با ما در فضای مجازی هم دیده شوید

Med_and_lab_magazine

iranbmemag.com

## وب سایت و صفحه اینستاگرام

### اولین و فراگیرترین ماهنامه تخصصی مهندسی پزشکی کشور

### بهترین مکان برای تبلیغات شما


ماهنامه مهندسی پزشکی و تجهیزات آزمایشگاهی

تلفن: ۸۸۰۲۰۹۲۸ - ۸۸۲۲۵۸۰۳ - ۸۸۶۳۱۰۱۶

فاکس: ۸۸۶۳۹۵۱۶

MED&LAB Engineering Magazine

ماهنامه
مهندسی پزشکی
و تجهیزات آزمایشگاهی

اطلاع رسانی، خبری
آموزشی و پژوهشی

شورای سیاست گذاری:
دکتر جلال جلال شکوهی
دکتر صارم ماکویی
فریدون صدیقی
مرتضی تفرشی

بسم الله الرحمن الرحیم

اینستاگرام ماهنامه مهندسی پزشکی و تجهیزات آزمایشگاهی
Med_and_Lab_Magazine

www.iranbmemag.com
bme
Email: admin@iranbmemag.com

MED&LAB
Engineering Magazine

سال بیست‌وسوم
شماره ۲۶۹
شهریور ۱۴۰۲
۳۰ صفحه
۸۰۰۰۰ تومان

مدیر مسئول و
صاحب امتیاز:
صائب ماکویی

سردبیر: آیدین ماکویی

مدیر داخلی: شیوا حسن زاده

دبیر خبر: ندا علیزاده

همکاران تحریریه:
دکتر محمد کریمی مریدانی
دکتر سرور بهبهانی

مهندسی پزشکی
و تجهیزات آزمایشگاهی

آدرس: تهران، میدان گلها، خیابان فتحی شقاقی غربی
تقاطع بزرگراه شهید گمنام، پلاک ۸۳، واحد ۱
تلفن: ۸۸۶۳۱۰۱۶-۸۸۲۲۵۸۰۳-۸۸۰۲۰۹۲۸-۰۲۱
فکس: ۸۸۶۳۹۵۱۶-۰۲۱
Web: www.iranbmemag.com Email: admin@iranbmemag.com

گرافیست و سایت:
آنی بابایان

مدیر فروش:
شیوا حسن زاده

چاپ کهن ۸۸۳۴۴۳۸۷


| | | |
|---|---|---|
| گزارش ویژه | گلایه شرکت‌های تجهیزات پزشکی از سیاست‌های وارداتی و اعطای مجوزها: **اداره کل تجهیزات پزشکی در تعیین سیاست‌ها و تخصیص ارز، بهم‌ریختگی شدیدی دارد** | ۲ |
| گفت‌وگو | یک کارآفرین حوزه سلامت کشور: **یکی از سیاست‌های بسیار اشتباه دولت اختصاص ارز دولتی است** | ۸ |
| کنگره و همایش | برگزاری بیست‌وچهارمین کنگره بین‌المللی رویان هفتم تا دهم شهریور: **«رویان» جنبشی نرم‌افزاری برای ارتقاء جامعه علمی ایران است** | ۱۰ |
| گفت‌وگو | **بی‌ثباتی نرخ ارز، سنگی سر راه تامین‌کنندگان و خریداران تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای** | ۱۱ |
| زنگ تحقیق | **نانوبیومواد و کاربردهای نوین آن در پزشکی و صنایع** | ۱۴ |
| | یک فریم از تجهیزات پزشکی؛ **نمایشگر سه بعدی هولوگرافی** | ۲۲ |
| نرم‌افزار | نرم‌افزار: **نحوه رسم نمودار جعبه ای در پایتون** | ۲۴ |



## مشاوران علمی به ترتیب الفبا

**دکتر فرج الله ادیب هاشمی**، دامپزشک، دانشگاه تهران **دکتر شهریار اسلامی‌تبار** دندانپزشک معاونت پارلمانی وزارت بهداشت، **دکتر بیژن بداغی**، کاردیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی ا.ج.ا **دکتر سید مهدی بلورچی**، دکترای علوم آزمایشگاهی، مشاور معاونت سلامت وزارت بهداشت و درمان **دکتر فرزاد توحیدخواه**، مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر **دکتر حسین تیموری**، پاتولوژیست، سازمان انتقال خون ایران **دکتر جلال جلال شکوهی**، رادیولوژیست، انجمن رادیولوژی ایران **دکتر فرزانه جلیلفر**، داروساز، داروسازی عبیدی **دکتر مهدی دیلمی پور**، فوق تخصص جراحی پلاستیک دانشگاه علوم پزشکی ایران **دکتر سعید رضا رحمدار**، **دکتر ابراهیم رزاقی**، استاد اقتصاد، دانشگاه تهران **دکتر محمدرضا رضایی**، فوق تخصص جراحی قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تهران **دکتر علیرضا روفیگری**، فوق تخصص پروتزهای فک و صورت **دکتر سید کمال‌الدین ستاره‌دان**، مهندسی پزشکی، دانشکده فنی دانشگاه تهران **دکتر فرهاد سمیعی**، فوق تخصص رادیوتراپوتیک انکولوژی **دکتر بابک شفیعی**، متخصص پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی **دکتر مجتبی صلوتی**، فیزیک پزشکی **دکتر نصرالله صمدی**، تشعشعات هسته‌ای **دکتر سید مهدی طاهری**، دامپزشک سازمان دامپزشکی کشور **مهندس محمد طهماسبی**، کارشناس ارشد تجهیزات پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران **دکتر علی اکبر عامری**، رادیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی **دکتر مجید غفارپور**، نورولوژیست، دانشگاه تهران، **دکتر علی فلاح**، مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر **دکتر سید محمد فیروزآبادی**، مهندسی پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس **دکتر فرزان قالیچی** مهندسی پزشکی، دانشگاه سهند تبریز **دکتر سعید کاهانی**، رادیولوژیست، تعاونی رادیولوژیست‌های ایران **مهندس واروژان کاوافیان**، پتروشیمی، کارخانه مرکب البرز **دکتر صارم ماکوئی**، علوم آزمایشگاهی **دکتر محمد حسین ماندگار**، فوق تخصص جراحی قلب، دانشگاه علوم پزشکی تهران **دکتر علی محلوجی فر**، مهندسی پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس **دکتر محمدرضا محمد حسنی**، فوق تخصص قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تهران، **دکتر حسن محمد حسینی اکبری**، پاتولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... **دکتر ابراهیم محمودی**، متخصص قلب **دکتر مهدی مرادی** دانشگاه بریتیش کلمبیا، **مهندس احمد مسلمی**، الکترونیک بیمارستان خاتم **دکتر ابوالفضل موفق**، متخصص ژنتیک، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی **دکتر سیامک نجاریان**، مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر **دکتر مهدی هدایتی**، بیوشیمیست، دانشگاه شهید بهشتی



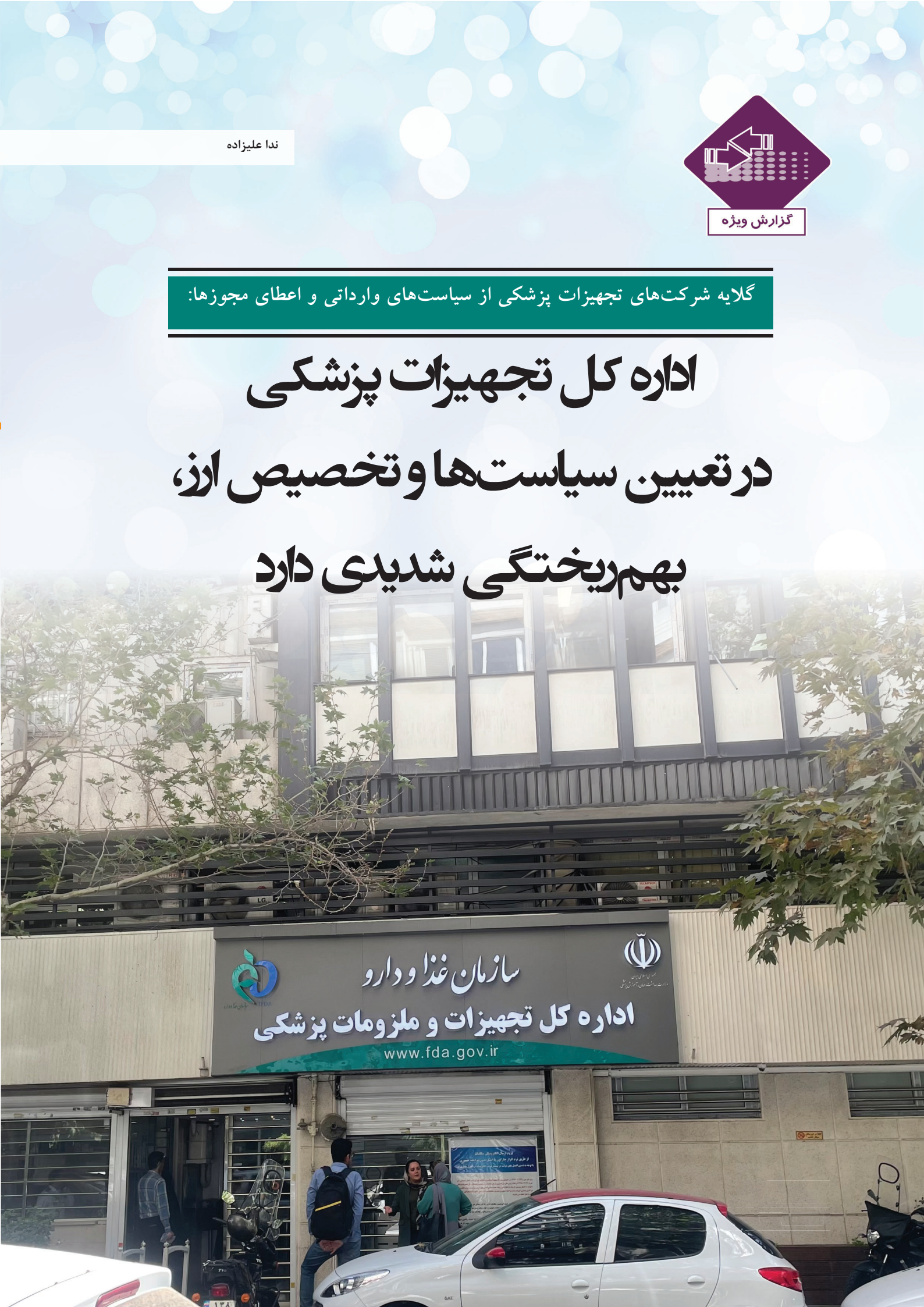
- ماهنامه در حک و اصلاح مطالب رسیده آزاد است. آنچه با قلم به مهندسی پزشکی هدیه کنید به یادگار خواهد ماند.
- درج آگهی به منزله تایید آن از سوی ماهنامه نیست و مسئولیت آگهی به عهده آگهی دهنده است.
- استفاده از مطالب ماهنامه با ذکر منبع بلامانع است.

ندا علیزاده

گزارش ویژه

گلایه شرکت‌های تجهیزات پزشکی از سیاست‌های وارداتی و اعطای مجوزها:

# اداره کل تجهیزات پزشکی در تعیین سیاست‌ها و تخصیص ارز، بهم‌ریختگی شدیدی دارد



**هماهنگی میان واردات و تولید داخلی تجهیزات پزشکی همیشه یکی از دغدغه‌های فعالان این صنعت بوده است. بازار باید به‌گونه‌ای مدیریت شود که بر اساس نیاز و مصرف واقعی کشور تجهیزات پزشکی مورد نیاز از توان داخلی یا از مسیر واردات تامین شوند. بااین‌حال این مسئله همیشه یکی از چالش‌های پایان ناپذیر حوزه تجهیزات پزشکی کشور بوده است. به‌گونه‌ای که مجموعه‌ای از عوامل راه را به‌ویژه برای تولیدکنندگان داخلی دشوار کرده و بازار تجهیزات پزشکی را در اختیار محصولات وارداتی قرار داده است؛ محصولات وارداتی که چه‌بسا در مواردی کیفیتی پایین‌تر از تولیدات داخلی دارند. در مطلب پیش‌رو با چند شرکت تجهیزات پزشکی در این زمینه گفت‌وگو کردیم.**

## تحریم‌ها تامین قطعات دستگاه‌های وارداتی را دچار مشکل کرده است

دکتر حریرچی، مدیر درمان شرکت رایحه سپهر سلام فعال در راه‌اندازی تجهیز و بهره‌برداری مراکز دیالیز، در این زمینه گفت: «هم‌اکنون ۱۰ مرکز فعال در شهرهای تهران، البرز، آمل، اراک، اهواز، خرم‌آباد و گرگان و همچنین دو مرکز در افغانستان و عراق داریم.»

وی با اشاره به اینکه این شرکت به‌عنوانی یکی از دو شرکت ایرانی فعال در حوزه ماشین‌های دیالیز، ۸ هزار دیالیز در ماه در سطح کشور انجام می‌دهد، افزود: «تمام این دیالیزها با ماشین دیالیز، تخت دیالیز و آب RO تولید شرکت آریا طب فیروز انجام می‌شوند؛ در این مراکز حدود ۲۴۰ تخت فعال هستند که بیش از ۷۰۰ بیمار را پوشش می‌دهند.»

حریرچی با اظهار اینکه درباره لزوم ایجاد هماهنگی بین تولید و واردات تجهیزات پزشکی تصریح کرد: «از قدیم بسیاری از برندهای آلمانی، ژاپنی و سوئدی در حوزه ماشین‌های دیالیز در ایران کار می‌کردند، اما به‌خاطر تحریم اکنون مشکل داریم؛ به‌ویژه برای تامین قطعات به‌شدت مشکل داریم.»

وی با بیان اینکه برای تامین و واردات یک قطعه دستگاه آلمانی باید ابتدا پول آن پرداخت شود، اظهار داشت: «این درحالی است که معلوم نیست سه، چهار ماه بعد بتوان قطعه را از راه کولبری وارد کشور کرد یا نه؛ در مقابل قطعات ماشین‌های آریا طب فیروز نهایت یک هفته طول می‌کشد که برای دورافتاده‌ترین نقاط کشور تامین شوند.»

مدیر درمان شرکت رایحه سپهر سلام با اشاره به اینکه نزدیک یک‌هزار و ۵۰۰ دستگاه در کشور درحال بهره‌برداری است، گفت: «مراکز دولتی توسط هیئت امنای صرفه‌جویی ارزی در معالجه بیماران این دستگاه‌ها را خریداری کرده‌اند و درحال استفاده از آن‌ها هستند.»

### ۵ هزار ماشـــین دیالیز فعال در کشور نیازمند به‌روزرسانی هستند

حریرچی با اظهار اینکه مهندســان شــرکت به‌طــور مرتب از این دســتگاه‌ها بازدید و اقدام به برطرف کردن ایرادات احتمالی آن‌ها می‌کنند، افزود: «در این شــش ســال فعالیت در بازار، پیشرفت و بازخورد بســیار خوبی داشته‌ایم؛ البته برای رسیدن به ایده‌آل‌ها راه طولانی نیز در پیش داریم.»

وی همچنیــن با بیــان اینکه واردات محصــولات دیالیزی به‌دلیل تحریم‌هــا با کمی محدودیت انجام می‌شــود، تصریح کرد: «اکنون ماشین‌های دیالیزی وارداتی موجود را شرکت‌های مربوطه سرویس می‌دهند؛ منتها مســئله میانگین عمر دستگاه در بحث دیالیز مطرح است.»

حریرچی با تاکید بر اینکه ماشین دیالیزی که ۲۵ تا ۳۰ هزار ساعت کار کرده است باید از رده خارج شود، اظهار تاسف کرد: «در ایران مراکزی هستند ماشین‌های دیالیز آن‌ها شاید تا ۷۰-۶۰ هزار ساعت نیز کار کرده‌اند؛ اما دیالیز با این دستگاه‌ها بهینه نیست.»

حریرچی با اشــاره به فعالیت حدود ۵ هزار ماشین دیالیز در ایران، تاکید کرد: «این ماشــین‌ها باید به‌روز شــوند؛ ضروری اســت که ماشین‌های قدیمی کنار بروند و نسل جدید جایگزین آن‌ها شوند تا برای بیماران قابل استفاده باشند.»

### بزرگ‌ترین چالش تولیدکنندگان مقوله تخصیص ارز است

محمد منزه، مدیرعامل شرکت مدار سلامت نیز با بیان اینکه هم‌اکنون درحال تولید دستگاه‌های بخش مراقبت ویژه در زمینه تشک مواج و دستگاه IPC هستند، گفت: «ما قبلا واردکننده این محصول بودیم و بیشتر از ٤ سال است که تولید داخل انجام می‌دهیم.»

وی با اظهار اینکه اداره کل تجهیزات پزشــکی در مســیر درستی درحال حرکت است، افزود: «فرایند واردات را انجام داده‌ام و اکنون کاملا درگیر فرایند تولید هســتم؛ بنابراین به‌نظرم سخت‌گیری‌هایی که اعمال می‌شوند به‌جا و مناسب هستند.»

به‌گفته منزه، بعضی‌ها مدعی هســتند اکنون کالاهایی وارد کشــور می‌شود که نمونه تولیدی آن موجود است؛ اما باید توجه داشت که اداره کل تجهیزات پزشکی نیز محدودیت‌هایی دارد.

وی در تکمیــل توضیح خود اضافه کرد: «حداقل در محصولات ما ندیده و نشــنیده‌ام که رقیب واردکننده‌ای داشته باشیم؛ یعنی رقبای ما همه تولیدکنندگان هستند.»

با همه این تفاسیر، منزه بزرگ‌ترین و تنها چالشی که دارند را مقوله تخصیص ارز دانســت و تصریح کرد: «یعنــی به‌خاطر محدودیت منابع مالی بانک مرکزی، اکنون تولیدکنندگان به‌شــدت تحت فشار هستند.»

مدیرعامل شرکت مدار سلامت با اشــاره به راه‌اندازی خط تولید، یادآور شد: «راه‌اندازی خط تولید هزینه بسیار زیادی دارد؛ اگر ارز مورد نیاز برای واردات مواد اولیه تامین نشــود و دو، ســه ماه خط تولید غیرفعال شــود، باتوجه‌به هزینه‌های بالایی همچون مالیات، دستمزد، خط تولید و... واقعا امکان جبران وجود ندارد.»

وی دومیــن چالش موجود را محدود شــدن روزافزون منابع مالی مراکز درمانی دانســت و گفت: «منابع مالی مراکز درمانی به‌شدت درحال محدود شدن و تحلیل رفتن است؛ متاسفانه آنجا نیز برگشت پول ما به‌کندی اتفاق می‌افتد.»

### اولویت‌های اداره کل تجهیزات پزشکی مدام درحال تغییر است

منزه با بیان اینکه خط تولید شرکت اکنون به‌لحاظ تامین ارز دچار مشکل است، توضیح داد: «تولید باتوجه‌به تاخیرها در تخصیص ارز و برگشت دیرهنگام پول به شرکت‌ها تقریبا درحال توقف است.»
وی همچنین این انتقاد را به عملکرد اداره کل وارد دانست که بهم‌ریختگی شدیدی در تعیین سیاست و تخصیص ارز در این اداره وجود دارد و اولویت‌هایش مدام درحال تغییر است.
به‌گفته منزه، اگر اداره کل این مشکل را حل کند، ارتباط بهتری با بانک مرکزی داشته باشد و از سوی دیگر منابع مالی مراکز درمانی با هدف پرداخت به‌موقع پول شرکت‌ها، مدیریت شود در مسیر درست قرار می‌گیریم؛ مادامی که این چالش‌های بزرگ حل نشوند، تولیدکنندگان خیلی دوام نخواهند آورد.
مدیرعامل شرکت مدار سلامت با یادآوری اینکه سال‌های گذشته نیز شاهد تاخیر در تخصیص ارز بوده‌اند، تصریح کرد: «امسال تاخیر در تخصیص ارز بسیار پررنگ‌تر شده است؛ اکنون ارز واردات در سامانه نیما، ۲۸ هزار و ۵۰۰ تومان است که این مبلغ اختلاف بسیار زیادی با بازار آزاد دارد.»
وی در تکمیل توضیح خود با یادآوری اینکه قبلا اختلاف ارز سامانه نیما با بازار آزاد کم بود، اضافه کرد: «پیش از این می‌توانستیم ارز مورد نیاز را از بازار آزاد فراهم کنیم و چراغ خط تولید را روشن نگه داریم؛ اکنون فقط باید صبر کنیم تا از سامانه نیما پول بگیریم که آن هم به‌راحتی ارز نمی‌دهد.»
منزه با تاکید بر اینکه اگر خیلی زود چاره‌ای برای رفع این مشکل پیدا نشود، وزارت بهداشت با مشکل روبه‌رو خواهد شد، توضیح داد: «در چنین شرایطی بخش عمده‌ای از نیاز مراکز درمانی از نظر تجهیزات و ملزومات پزشکی تامین نخواهد شد؛ بنابراین احتمال دارد بسیاری از دستگاه‌ها در مراکز درمانی غیرفعال شوند.»
وی با اشاره به محدودیت‌های اعمال شده توسط اداره کل تجهیزات پزشکی در زمینه تولید، گفت: «از شرکت‌های دارای پروانه تولید به‌معنای واقعی حمایت می‌شود زیرا مسیر واردات واقعا محدود شده است؛ به‌گونه‌ای که حتی اگر شرکت‌ها واردات هم انجام دهند، بیمارستان‌ها مجاز به خرید از آن‌ها نیستند زیرا موظف به خرید از تولید داخل هستند.»
به‌گفته منزه، در واقع شرکت‌های تولیدکننده از دو مسیر حمایت می‌شوند؛ یعنی هم محدودیت برای واردات گذاشته‌اند و هم بخشنامه‌ای وزارت بهداشت خرید از واردکنندگان را منع کرده است.

### واردات در صورت تامین نیاز کشور با تولیدات داخلی، ضرورتی ندارد

همچنین محمدرضا کریمی راد، رئیس هیئت مدیره شرکت داریا بهین تجهیز راه ابریشم با اشاره به فعالیت این شرکت از سال ۱۳۹٤ گفت: «از همان شروع فعالیت اقدام به راه‌اندازی بخش R&D کردیم تا بتوانیم محصولات را مهندسی معکوس کنیم؛ با دستگاه اولتراسوند سونوگرافی شروع کردیم، اما به‌دلیل نیازهایی که داشتیم برای ساخت پروب سونوگرافی پروژه پس از یک سال‌ونیم متوقف شد.»
وی با اشاره به قوانین آن زمان اداره کل تجهیزات پزشکی، افزود: «بر اساس آن قوانین باید ۱۰۰ درصد محصول در داخل کشور تولید می‌شد و تمایل به دریافت مجوز SKD نیز نداشتیم؛ به همین دلیل پروژه را متوقف کردیم و به محصولی ورود کردیم که بتوانیم ۱۰۰ درصد آن را خودمان تولید کنیم.»
کریمی راد با بیان اینکه در این راستا دستگاه سرنگ پمپ را باتوجه‌به نیاز کشور تولید کردند و استانداردهای مختلف را به‌دست آوردند، تصریح کرد: «سال ۱٤۰۱ موفق به مجوز دانش‌بنیان و پروانه ساخت شدیم؛ سپس دستگاه پمپ سرم را به‌عنوان محصول بعدی شرکت تولید کردیم.»
وی با اظهار اینکه تمام استانداردهای دستگاه پمپ سرم را دریافت کرده و منتظر ارزیابی بالینی آن و دریافت پروانه ساخت هستند،

گفت: «علاوه‌بر این به فکر ورود به حوزه تولید محصولات مصرفی بودیم؛ بنابراین بخش کلین روم را در کارخانه خود به مساحت ۱۰۰ متر ایجاد کردیم و وارد فیلد بیهوشی شدیم.»

به‌گفته کریمی راد، ماسک بیهوشی نخستین محصول شرکت است و لوله‌های خرطومی، لوله‌های ونوژک و لوله آزمایشگاهی محصولات بعدی در این زمینه هستند که ماشین‌آلات آن‌ها خریداری شده و در آستانه تولید قرار دارند.

رئیس هیئت مدیره شرکت داریا بهین تجهیز راه ابریشم درباره مشکل واردات محصولات مشابه به کشور خطاب به مسئولان گفت: «وقتی شرکت‌های تولیدکننده می‌توانند نیاز داخل را با قیمت مناسب برآورده کنند چرا اجازه واردات می‌دهند؟ برای نمونه شرکت ما بدون اینکه هیچ‌گونه ارزی از جایی دریافت کند، با گرانول‌های ساخته شده در ایران ماسک بیهوشی تولید می‌کند.»

## شرکت‌های واردکننده ارز نیمایی برای واردات محصولات چینی دریافت می‌کنند

وی در تکمیل توضیح خود اضافه کرد: «علاوه‌بر این نه‌تنها قیمت ماسک بیهوشی تولیدی ما کمتر از محصولات وارداتی است بلکه کیفیت آن از ماسک‌های تولید چین نیز بهتر است؛ بااین‌حال شرکت‌ها واردکننده محصولات چینی ارز نیمایی برای واردات این محصولات دریافت می‌کنند.»

کریمی راد با بیان اینکه چون بیمارستان‌ها از قدیم از این شرکت‌ها خرید می‌کردند اکنون نیز ترجیح می‌دهند از آن‌ها خرید کنند، توضیح داد: «این رویه، کار را برای ما بسیار دشوار می‌کند؛ بنابراین باید سیاست‌های حمایتی از تولیدکنندگانی همچون ما ایجاد شود. یعنی حداقل اگر بنا به واردات است با دلار آزاد و بدون ارز سوبسیددار انجام شود.»

وی با یادآوری اینکه در گذشته هیئت امنای ارزی از واردکننده و تولیدکننده خرید می‌کرد، اظهار داشت: «اما اکنون موظف به خرید از تولیدکنندگان است و مراکز دولتی نیز موظف به خرید از تولید داخل هستند؛ این سیاست باعث شده است که هیئت امنای صرفه‌جویی ارزی در معالجه بیماران مانند گذشته خرید حمایتی از دستگاه‌های تولیدی داشته باشد؛ به‌گونه‌ای که برای خرید دستگاه سرنگ پمپ نیز کمک زیادی شد تاجایی‌که اکنون این دستگاه تولید ما در بیمارستان‌ها استفاده می‌شود.»

## در زمینه خرید تجهیزات مصرفی هیچ حمایتی از تولیدکنندگان داخلی نمی‌شود

بااین‌حال کریمی راد ادامه داد: «اما در رابطه با وسایل مصرفی، هیئت امنای صرفه‌جویی ارزی در معالجه بیماران، خریدی انجام نمی‌دهد و تامین آن‌ها را به خود دانشگاه‌های علوم پزشکی ارجاع می‌دهد؛ در واقع با تمام نامه‌نگاری‌هایی که تاکنون انجام شده هیچ حمایت و خریدی از ما نشده است.»

رئیس هیئت مدیره شرکت داریا بهین تجهیز راه ابریشم در پاسخ به این پرسش که چرا از ارز دولتی استفاده نکردند، گفت: «باتوجه‌به برخوداری از نفت و محصولات پتروشیمی، می‌توانیم از شرکت‌های تولیدکننده، گرانول‌های PVC، پلی کربونات و ABS خریداری کنیم؛ خط تولید را هم خودمان داریم و برای هیچ قسمتی از محصول‌مان نیازی به واردات نداریم؛ البته خرید از پتروشیمی ایران گران‌تر از واردات است.»

به‌گفته وی هم‌اکنون پلی کربونـــات کره‌ای از پلی کربونات ایرانی ارزان‌تر اســـت، اما به‌دلیل الزامات داخلی شرکت و لزوم استفاده از مواد مدیکال گرید، مجبور به استفاده از محصولات داخلی هستند؛ از ســـوی دیگر نیز دنبال واردات این مواد نیستند زیرا اگر بخواهند همه انرژی خود را برای واردات بگذارند از تولید غافل می‌شوند.

یکی دیگر از نکاتی که کریمی راد یادآور شد، این است که بسیاری از شرکت‌ها پروانه ساخت گرفته‌اند، اما تولیدکننده نیستند، بنابراین تاکید کرد: «باید هنگام صدور پروانه ساخت، از شرکت و امکانات و توانمندی‌های آن در حوزه تولید بازرســـی دقیق‌تری شـــود؛ اما شـــرکت‌هایی هســـتند که برد و نرم‌افزار را از چین وارد و در ایران فقط مونتاژ می‌کنند و به‌عنـــوان تولیدکننده نیز محصولات خود را می‌فروشند.»

## یکسری از شرکت‌ها با ارز دولتی یا نیمایی کیت وارد می‌کنند

گلمکانی، مدیرعامل شرکت شمس آزما پیشرو طب نیز که شرکتی فن‌آور در زمینه تولید کیت‌های آزمایشـــگاهی و پزشکی در شرق کشور است، گفت: «انواع کیت‌ها در زمینه ناباروری، بیماری زنان، زیبایی، ارتوپدی و ترمیم زخم را تولید می‌کنیم که جدیدترین کیت ما در انتظار دریافت پروانه تولید است.»

وی با بیان اینکه یکی از مشـــکلات را مربوط به واردات دانست و توضیح داد: «یکسری از شرکت‌ها با ارز دولتی یا نیمایی کیت وارد می‌کنند که قیمت آن‌ها از محصول تولید ایران کمتر می‌شود؛ حتی شاید کیفیت کیت نیز بهتر باشد.»

گلمکانـــی با تاکید بر اینکه در گریدبندی محصولات از نظر کیفیت و قیمت‌گذاری بایـــد به‌گونه‌ای عمل کنند که تولیدکننده ایرانی نیز بتواند محصول خود را در بازار بفروشـــد، افزود: «یک راهکار این اســـت که کیت وارداتی قیمت بالاتری از کیت ایرانی داشته باشد تا تولیدات ایران نیز بتوانند در بازار رقابت کنند.»

به‌گفته وی، یکی دیگر از مشکلات این است که اداره کل تجهیزات پزشـــکی برای کیت‌های مولکولی بســـیار ســـخت مجوز می‌دهد؛ درنتیجه تمـــام کیت‌های موجود وارداتی هســـتند و تولیدکنندگان ایرانی نیز دیگر به‌دنبال گرفتن مجوز نیستند.

مدیرعامل شـــرکت شمس آزما پیشـــرو طب، مسئله مجوز را یکی دیگر از چالش‌ها دانســـت و گفت: «مجوزهـــا گریدبندی A،B و C دارد؛ گریدهـــای A و B در اختیار اســـتان‌ها و گرید C در حوزه تهران اســـت؛ مشکلی که شرکت‌های شهرستانی دارند این است کا کارشناسان اداره تجهیزات در بحث آزمایشگاهی تخصص ندارند.»

به‌گفتـــه گلمکانـــی، کم بودن تعـــداد کارشناســـان اداره تجهیزات پزشـــکی را یکی دیگر از مشکلات اســـت که خروجی آن تاخیر دیرهنگام در صدور مجوزها می‌شود؛ کارشناسان اداره کل نه‌تنها به مراجعان حضوری بلکه به تلفن‌ها نیز پاسخ نمی‌دهند و شرکت‌های شهرستانی بیشتر با این چالش دست‌به گریبان هستند. ▶

گفتگو

ندا علیزاده

یک کارآفرین حوزه سلامت کشور:

# یکی از سیاست‌های بسیار اشتباه دولت اختصاص ارز دولتی است

**یکی از دغدغه‌های جدی فعالان اقتصادی به‌ویژه در صنعت تجهیزات پزشکی کشور، چند نرخی بودن ارز و اختصاص ارز دولتی به شرکت‌ها به‌ویژه وارکنندگان است. موضوعی که موجبات ایجاد رانت و فساد در کشور را فراهم می‌کند و تنها مزیتی که ندارد کمک به گردش چرخ صنعت است. در این زمینه گفت‌وگویی با دکتر محمد جعفر حسینی شیرازی، کارآفرین حوزه سلامت کشور داشتیم.**

دکتر محمدجعفر حسینی شیرازی، نویسنده و کارآفرین حوزه سلامت کشور درباره تقابل واردات با تولید داخلی تجهیزات پزشکی گفت: «یکی از سیاست‌های بسیار اشتباه دولت اختصاص ارز دولتی است؛ موضوعی که هرچه ما فریاد می‌زنیم حاضر به شنیدن آن نیست.»

وی با تاکید بر اینکه اختصاص ارز دولتی باعث ایجاد رانت و مشکلات فراوان در کشور شده است، افزود: «واردکننده‌هایی هستند که قیمت‌های غیرواقعی را اعلام می‌کنند، برگشت ارز دارند و اقداماتی از این دست که متاسفانه جز فساد نتیجه‌ای نداشته است.»

## اختصاص ارز دولتی به واردات، قدرت رقابت را از تولیدکننده می‌گیرد

حسینی شیرازی با اظهار اینکه در تولید داخل نیز این اتفاق می‌افتد، توضیح داد: «وقتی ارز دولتی به واردکننده برای واردات محصولات داده می‌شود، عملا تولیدکننده دیگر قادر به رقابت نیست؛ زیرا تولیدکننده مواد اولیه را از بازار آزاد داخلی تهیه می‌کند.»

وی در تکمیل توضیح خود اضافه کرد: «در چنین شرایطی تولیدکننده عملا محصولی را تولید می‌کند که قیمت مواد اولیه آن حتی از قیمت محصول خریداری شده بیشتر است؛ بنابراین به‌نظرم بزرگ‌ترین مشکل موجود در همین بخش است.»

به‌گفته این کارآفرین حوزه سلامت کشور، مشکلات ارزی موجود در صنعت تجهیزات پزشکی و شیوه تخصیص ارز باعث بروز مشکلات در صنایع دیگر نیز شده است؛ زیرا آن‌هایی که از این ارزها استفاده کرده‌اند، خواسته‌اند پول‌های خود را به‌گونه‌ای وارد کشور کنند که نوع وارد کردن آن‌ها به سایر صنایع ضربه زده است.

حسینی شیرازی با اظهار تاسف از اینکه همه دولت‌ها تاکنون چشم‌شان را روی این موضوع بسته‌اند، گفت: «هرچه فریاد می‌زنیم و تقاضا می‌کنیم که ارز دولتی چیزی جز رانت نیست، اما این موضوع همچنان ادامه دارد و مشکلات را ایجاد می‌کند و به آن‌ها دامن می‌زند.»

## چند نرخی بودن ارز مشکلات فراوانی را به‌دنبال دارد

این کارآفرین حوزه سلامت کشور در پاسخ به این پرسش که مخالفت با تخصیص ارز دولتی فقط برای واردکنندگان است یا شامل اختصاص آن به تولیدکنندگان هم می‌شود، توضیح داد: «در کل چه تولیدکننده‌ای که مواد اولیه وارد می‌کند و چه واردکننده‌ای که محصول تمام شده می‌آورد نباید شامل ارز دولتی شوند؛ زیرا به‌نظرم چند نرخی بودن ارز فقط باعث ایجاد مشکل می‌شود.»

وی با تاکید بر اینکه باید اجازه دهند شرکت‌ها با ارز آزاد فعالیت کنند، گفت: «فرض کنید یک شرکت واردکننده قصد واردات کالایی را دارد که قیمت آن یک دلار است، اما رقم آن را به دولت دو دلار اعلام می‌کند؛ برای مثلا از دولت یک میلیون دلار برای واردات آن کالا می‌گیرد.»

حسینی شیرازی ادامه داد: «بدین‌ترتیب ۵۰۰ هزار دلار در کارخانه ذخیره می‌ماند و از سوی دیگر در قیمت‌گذاری نیز هزینه خرید را غیرواقعی اعلام کرده است؛ شاید بیش از ۵۰ درصد شرکت‌ها این بازی را انجام می‌دهند.»

وی با اظهار اینکه دولت نیز از بازی این شرکت‌ها باخبر است، تصریح کرد: «اینکه دولت چرا در این بازی شرکت و این فساد را ایجاد می‌کند جای سئوال دارد؛ بنابراین ارز دولتی باید حذف و هرگونه قیمت‌گذاری باید تک نرخی شود.»

## با حذف ارز دولتی جلوی رانت گرفته می‌شود

حسینی شیرازی درباره اینکه آیا حذف ارز دولتی منجر به صدمه به تولیدکنندگان نمی‌شود نیز توضیح داد: «حذف ارز دولتی شرایط را برای تولیدکنندگان بهتر می‌کند؛ زیرا واردکننده محصول نهایی با ارز دولتی اقدام به واردات می‌کند درحالی‌که تولیدکننده مواد اولیه مورد نیاز تولید را از داخل کشور و از پتروشیمی ایران و با قیمت گران‌تر می‌خرد.»

وی با بیان اینکه باتوجه‌به اینکه هزینه تولید در کشور بالاست، افزود: «بنابراین عملا حذف دلار دولتی به‌تنهایی به تولیدکننده داخلی کمک می‌کند و جلوی رانت را می‌گیرد؛ زیرا واردکننده‌ای که قیمت محصول را غیرواقعی اعلام می‌کند به ایجاد رانت دامن می‌زند و پولی که باید به چرخه سالم کشور وارد شود را به چرخه فساد می‌برد.» ◀

ندا علیزاده

برگزاری بیست‌وچهارمین کنگره بین‌المللی رویان هفتم تا دهم شهریور:

# «رویان» جنبشی نرم‌افزاری برای ارتقاء جامعه علمی ایران است

**◄ رئیس کنگره و جشنواره بین‌المللی رویان از برگزاری بیست‌وچهارمین کنگره و بیست‌ودومین جشنواره بین‌المللی رویان در تاریخ هفتم تا دهم شهریور ماه در سالن همایش‌های این پژوهشگاه خبر داد.**

به گزارش ماهنامه مهندسی پزشکی و تجهیزات آزمایشگاهی، عبدالحسین شاهوردی در نشست خبری این کنگره با بیان اینکه برگزاری کنگره و جشنواره رویان حاصل تلاش‌های دکتر کاظمی آشتیانی است، افزود: «پژوهشگاه رویان به‌دنبال ایجاد امید و فضای پرنشاط بین محققان و جوانان کشور است؛ پژوهشگران این پژوهشگاه نیز مورد پذیرش و احترام مجامع علمی هستند.»

وی با یادآوری اینکه در این نشست‌های علمی، موضوعات روز علمی به بحث گذاشته می‌شود، تصریح کرد: «در واقع رویان ویترینی برای پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌های کشور است تا آخرین دستاوردهای علمی خود را به بحث بگذارند.»

شاهوردی با تاکید بر اینکه برگزاری همین نشست‌های علمی، باعث برقراری ارتباط خوب بین جامعه بین‌المللی و علمی کشور شده است، اظهار داشت: «به‌گونه‌ای که در عرصه بین‌المللی به پژوهشگران ایرانی در حوزه‌های درمان ناباروری، سلول درمانی، بیوتکنولوژی و... به چشم خوبی نگاه می‌شود.»

وی با اظهار اینکه کنگره رویان حرکتی علمی و جنبشی نرم‌افزاری است، گفت: «این کنگره به‌دنبال ارتقاء روزافزون جامعه علمی ایران و ایجاد جایگاه برتر برای آن است؛ چه‌بسا که هم‌اکنون نیز ایران در انتشار مقالات در مجلات علمی حوزه تولید مثل و همچنین تربیت نیروی انسانی در تخصص‌های مختلف جایگاه بسیار خوبی دارد.»

## حفظ پرچمداری علمی رویان در گروی داشتن استمرار و تلاش است

رئیس کنگره و جشنواره بین‌المللی رویان جایگاه خوب ایران را گویای وجود زیرساخت‌ها در کشور بیان کرد و افزود: «فقط کافی است با یک جهش علمی در این عرصه، جایگاه واقعی خود را بیابیم؛ هرچند بررسی جایگاه مراکز علمی مختلف در دنیا بر اساس مقالات علمی منتشر شده نشان دهنده جایگاه خوب مراکز علمی ایران از جمله پژوهشگاه رویان است.»

وی به کسب رتبه پنج توسط یکی از پژوهشگران رویان در عرصه ناباروری مردان، تاکید کرد: «استمرار و تلاش لازمه موفقیت بیشتر است؛ در واقع موقعیت کنونی و موفقیت‌های به‌دست آمده نباید

ما را گول بزند بلکه باید به‌گونه‌ای عمل کنیم که منجر به ارتقاء این جایگاه شود.»

شاهوردی که بر این باور است اگر دست از تلاش برداریم، از سایر کشورها عقب خواهیم افتاد، یادآور شد: «هرچند در سالیان گذشته موقعیت خوبی در منطقه به‌دست آورده‌ایم، اما کشورهای منطقه سرمایه‌گذاری زیادی در این زمینه انجام داده‌اند؛ به‌گونه‌ای که برخی کشورهای منطقه از محققان و مراکز تحقیقاتی خارج از کشور خود استفاده می‌کنند درحالی‌که ما به پژوهشگران و امکانات کشور خودمان تکیه داریم.»

وی تاکید کرد که باید به این نکته توجه داشته باشیم که دیگران بیکار ننشسته‌اند؛ بنابراین باید تلاش کنیم تا پرچم‌داری که با زحمت به‌دست آورده‌ایم استمرار داشته باشد.

رئیس پژوهشگاه رویان همچنین با اشاره به پنج دوره برگزاری جایزه سمبلیک دکتر کاظمی آشتیانی، تصریح کرد: « با پیگیری‌های پژوهشگاه رویان این جایزه در شورای عالی انقلاب فرهنگی مصوب شد و با همکاری معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری اهدا می‌شود؛ امیدواریم این جایزه با یاد دکتر کاظمی آشتیانی استمرار داشته باشد.»

شاهوردی با اشاره اینکه علم مدام درحال به‌روز شدن است، گفت: «باید با حفظ تعاملات با سایر کشورها، در عرصه علم به‌روز بود و جایگاه علمی خود را حفظ کرد.» ◄

ندا علیزاده

گفتگو

# بی‌ثباتی نرخ ارز، سنگی سر راه تامین‌کنندگان و خریداران تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای

**یکی از مسائلی که کمتر به آن توجه شده است، مقوله واردات دستگاه‌های سرمایه‌ای است. این مسئله از این نظر اهمیت دارد که خرید و واردات این دستگاه‌ها سفارش‌محور هستند و امکان دپوی آن‌ها در انبار شرکت‌های واردکننده وجود ندارد. همین مسئله در کنار نوسان شدید نرخ ارز موجب شده است که نه‌تنها شرکت‌های واردکننده بلکه مصرف‌کنندگان و متقاضیان خرید این دستگاه‌ها نیز در تخمین بودجه و توان مالی خرید دستگاه‌ها با مشکل روبه‌رو شوند. در این زمینه با محمد قانون، مدیر فروش بخش قلبی و سی‌تی اسکن شرکت تجهیزات پزشکی پیشرفته گفت‌وگو کردیم.**

## بی‌ثباتی قیمت‌ها چالش اصلی تجهیزات پزشکی کشور است

مدیر فروش بخش قلبی و سی‌تی اسکن شرکت تجهیزات پزشکی پیشرفته با بیان اینکه این شرکت از سال ۱۳۶۸ نماینده انحصاری کمپانی جنرال الکتریک در بخش پزشکی با عنوان GE Healthcare است، گفت: «فعالیت شرکت در زمینه دستگاه‌های تصویربرداری و تشخیصی است.»

محمد قانون با تاکید بر اینکه اکنون چالش اصلی در حوزه تجهیزات پزشکی همانند همه حوزه‌ها بی‌ثباتی است، افزود: «نوسان قیمت‌ها یک مسئله است و داشتن ثبات که اجازه تصمیم‌گیری بدهد، داستانی دیگر به‌شمار می‌رود؛ زمانی نرخ ارز بالاست و باتوجه‌به این مسئله محاسبات انجام و قراردادی منعقد می‌شود.»

وی در تکمیل توضیح خود با اظهار اینکه اگر قیمت‌ها ثبات

داشته باشـــند، حتی زمانی‌که نرخ ارز بالاست، می‌توان پاسخگوی خریدار بود، اضافه کرد: «زیرا باثباتـــی قیمت، اجازه تصمیم‌گیری به فعالان اقتصادی را می‌دهد؛ منتها اکنون مشـــکل عمده به‌ویژه در زمینه دستگاه‌های سرمایه‌ای، بی‌ثابت بودن نرخ از روز مذاکره برای خرید دستگاه تا زمان تخصیص ارز توسط بانک مرکزی است.»

قانون برای روشن‌تر شدن مسئله، با اشاره به وجود دو نوع دستگاه در حوزه تجهیزات پزشـــکی، توضیح داد: «یک دســـته، تجهیزاتی هســـتند که نیاز به سرمایه‌گذاری بالا و دریافت مجوز مستقل برای ورود به کشور ندارند؛ شرکت می‌تواند این دستگاه‌ها را خریداری کـــرده و در انبار نگهداری کنید و بنابر تقاضا به مشـــتریان با قیمت عادلانه و بر اســـاس ســـود مجاز مورد تایید ســـازمان حمایت از مصرف‌کنندگان، بفروشد.»

منتهـــا آنگونه کـــه وی گفت، چالش اصلی بر ســـر دســـتگاه‌های سرمایه‌ای مانند سی‌تی اسکن، آنژیوگرافی، MRI و... است؛ چراکه عملا نمی‌توان دستگاه‌های سرمایه‌ای را در انبار نگهداری کرد.

### پروسه واردات دستگاه‌های سرمایه ای، سفارش‌محور است

مدیر فروش بخش قلبی و سی‌تی اسکن شرکت تجهیزات پزشکی پیشـــرفته یادآور شد: «پروسه واردات دستگاه‌های سرمایه‌ای زمانی شـــروع می‌شود که خریدار با شرکت قرارداد می‌بندد و مجوزی در اختیار می‌گـــذارد؛ آن زمان می‌توان پرونـــده را در اداره تجهیزات پزشـــکی پیگیری کرد و تاییدش را گرفت و پروسه کاری آن را با مرحله ثبت در بانک مرکزی انجام داد.»

قانون خرید دستگاه‌های سرمایه‌ای را در واقع سفارش‌محور عنوان کرد و افزود: «مشـــکل اینجاست که مشتری با بودجه ریالی خاص و نرخ ارز روز برای خرید دســـتگاه سرمایه‌ای مذاکره می‌کند؛ منتها عملا مشخص نیست نرخ ارز از روز مذاکره تا روزی که پرونده به بانک مرکزی می‌رسد چه رقمی باشد.»

وی با بیان اینکه شرکت به‌ناچار باید قرارداد را به‌گونه‌ای با مشتری منعقد کند که نوســـان نرخ ارز در آن لحاظ شود، اظهار داشت: «در این روش در قرارداد قید می‌شود که نرخ ارز بر مبنای قیمت روزی اســـت که بانک مرکـــزی برای خرید این ســـفارش، ارز تخصیص می‌دهد نه زمـــان انعقاد قرارداد؛ بدین‌ترتیب بر مبنای نرخ آن زمان ارز، قیمت نهایی محصول مشخص می‌شود.»

به‌گفته قانون، این روال ممکن است موجب کاهش یا افزایش هزینه خرید تجهیزات سرمایه‌ای سفارش داده شده شود؛ البته تجربه نشان داده که معمولا قیمت افزایشی بوده است.

وی با اظهار اینکه این روند افزایشـــی قیمت بر روی دســـتگاه‌های ســـنگین که سرمایه‌گذاری زیادی را می‌طلبد بسیار چشمگیر است، گفـــت: «در واقع کوچک‌ترین تغییرات ارزی در قیمت تمام شـــده یک دستگاه سنگین ســـرمایه‌ای تاثیر بسیار قابل‌توجهی می‌گذارد؛ بنابراین مشـــتری با این چالش روبه‌رو می‌شود که باید رقمی بیشتر از بودجـــه‌ای که برای خریدش تعریف کـــرده بود، هنگام دریافت دستگاه پرداخت کند.»

### تغییر نرخ ارز بر روی قیمت نهایی کالا و هزینه‌های گمرک، کارمزد و مالیات تاثیر می‌گذارد

قانون با تاکید بر اینکه این مسئله در سیستم‌های دولتی و خصوصی و مصوبه‌ها مشـــکلاتی ایجاد می‌کند، تصریح کرد: «مشـــتریان نیز معمولا مکـــدر می‌شـــوند و نمی‌خواهند این تغییـــر را بپذیرند و درنتیجه چالش ایجاد می‌شود؛ ضمن اینکه تغییر نرخ ارز فقط روی قیمت کالا تاثیرگذار نیســـت بلکه گمـــرک، کارمزدها و مالیات بر

ارزش افزوده نیز بر مبنای نرخ ارز حساب می‌شود.»
مدیر فروش بخش قلبی و سی‌تی اسکن شرکت تجهیزات پزشکی پیشـــرفته، یکی دیگر از عواقب بی‌ثباتی نرخ ارز را ناتوانی مالی و انصراف خریدار از ســـفارش خود در مرحله نهایی ساخت دستگاه توسط شرکت سازنده بیان کرد و اظهار داشت: «این درحالی است که کمپانی دســـتگاه را بر اساس ســـفارش دریافتی، ساخته و حتی درصـــد از هزینه تولیـــد آن را نیز دریافت کرده اســـت؛ بااین‌حال وقتی مشـــتری توان خرید دستگاه را ندارد، کاری جز لغو سفارش نمی‌توان کرد. مسئله‌ای که مشکلات حقوقی نیز ایجاد می‌کند.»
وی به‌عنوان یک واردکننده گریـــزی هم به مقوله تولید و حمایت از آن زد و گفت: «از تولید درســـت و واقعی استقبال می‌کنم و باید از آن کامـــلا حمایت کرد، اما اکنون برخی از مدعیان تولید، فقط از این حوزه به‌عنوان بهانه‌ای برای به انحصار درآوردن بخشی از بازار استفاده می‌کنند.»
قانون حتی به این نکته نیز اشاره کرد که عده‌ای، نمایندگی‌هایی از کمپانی‌های درجه سه می‌گیرند که در حالت عادی شاید دستگاه‌های آن اجازه ورود به ایران نداشـــته باشند، ادامه داد: «بنابراین دستگاه را در قطعات منفصل وارد کشـــور کرده و در ایران مونتاژ می‌کنند؛ به‌نوعی فقط کابینت دســـتگاه را در ایران تولید می‌کنند و یک اسم روی آن می‌چسباند.»

## SKD، CKD، ســـاخت قالب و بومی‌سازی تکنولوژی، مراحل اصلی داشتن تولید واقعی است

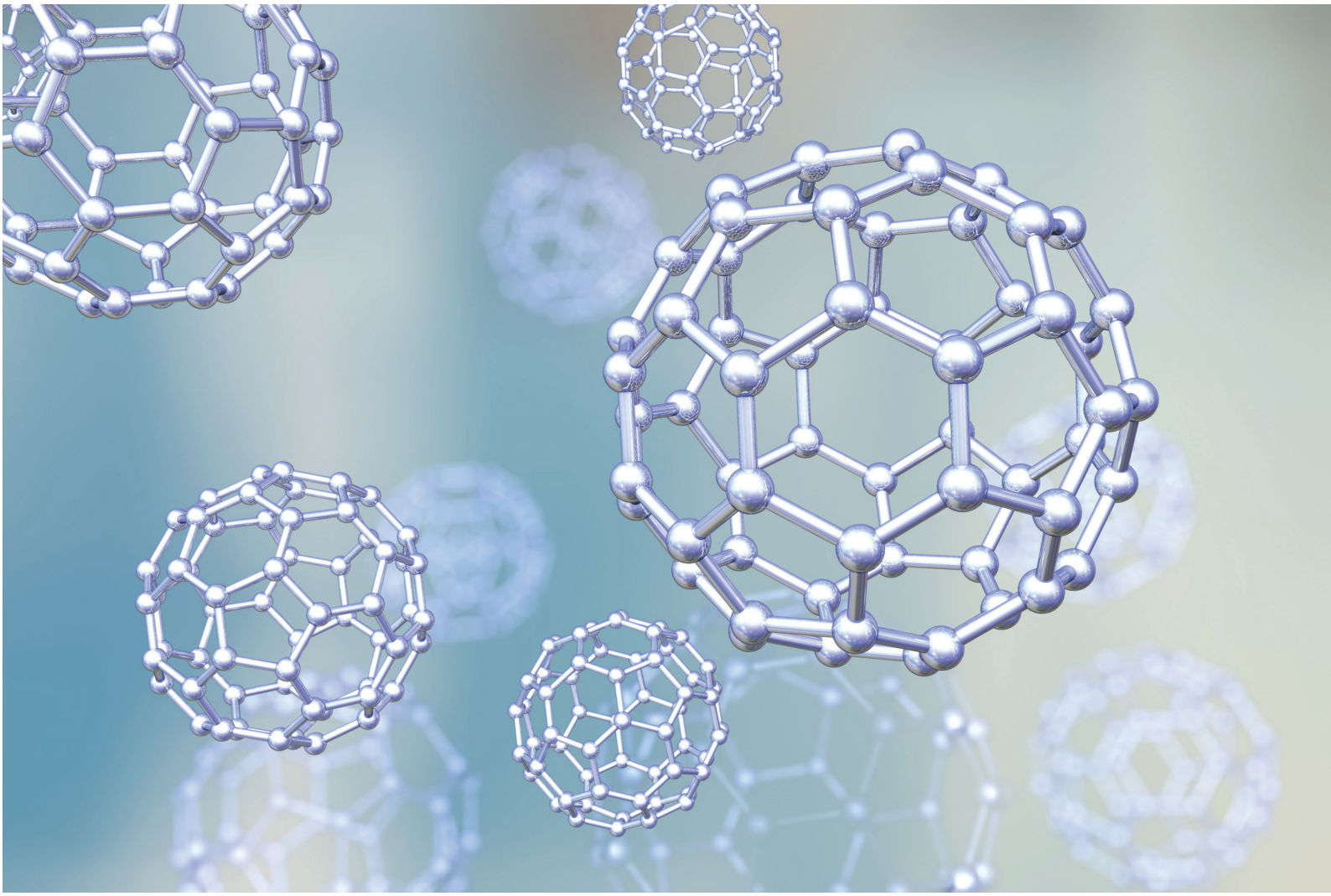
به‌گفته وی، درحالی‌که تولید بر اســـاس فازبندی مشخصی، ابتدا با SKD شـــروع کرده و بعد وارد مرحله CKD شود؛ پس از آن باید قالب‌ها را ساخت و پس از چند سال تکنولوژی را بومی‌سازی کرد.

البته قانون بر این نکته نیز صحه گذاشت که تولید درست و اصولی نیز در کشـــور داریم، توضیح داد: «برای نمونه در زمینه مانیتورینگ به تکنولوژی ساخت در کشور رسیده‌ایم؛ اکنون چند تولیدکننده در این زمینه فعالیت دارند و عملا بردهای دستگاه‌ها را تولید می‌کنند.»
مدیر فروش بخش قلبی و سی‌تی اسکن شرکت تجهیزات پزشکی پیشـــرفته با تاکید بر اینکه باید هرگونه حمایتـــی از تولیدکنندگان واقعی شـــود، اظهار داشـــت: «بااین‌حال نقطه مقابل هم یکســـری شـــرکت وجود دارند که فقط با عنوان اینکه تولیدکننده هســـتند، تلاش می‌کنند جلوی واردات را بگیرند و به‌جای آن برند درجه سه را وارد کشور کرده و به‌عنوان تولید داخل فروشند؛ درحالی‌که این دســـت از تولیدات فاقد استانداردهای اروپا و FDA هستند و اداره تجهیزات پزشکی روی اســـتانداردها، سوابق ورود، میزان فروش، فعالیت کمپانی و سایر تاریخچه‌ها را بررسی می‌کند.»
وی با بیان اینکه عملا بسیاری از کمپانی‌هایی که تولید داخل دارند، هیچ‌کدام از این استانداردها را پاس نمی‌کنند، گفت: «استانداردهای ایران نســـبت به تولیدات داخل بسیار سهل نگاه می‌کنند و به‌نوعی دقت نظری که روی تولیدات خارجی دارند روی تولیدات داخلی ندارند و مقداری با اقماض با مســـائل برخورد می‌کنند؛ درحالی‌که اقماض در بحث سلامت مردم شایسته نیست.»
نکته دیگری که قانون به آن اشـــاره کرده این است که قیمت تمام شـــده محصولات بیشتر شـــرکت‌های مدعی تولید داخل، کمتر از دستگاه‌های وارداتی نیست؛ یعنی به‌نوعی تولید داخل برای بسیاری از دوســـتان مستمســـکی برای عقب زدن رقبا است. از سوی دیگر به‌خاطـــر اعمال محدودیت‌هـــای دولت بـــرای واردات و الزام به خریـــد از تولید داخل، این دســـت از تولیدکنندگان به قیمت بالاتر دستگاه‌های کم کیفیت با آبشن‌های کمتر را عرضه می‌کنند.▶

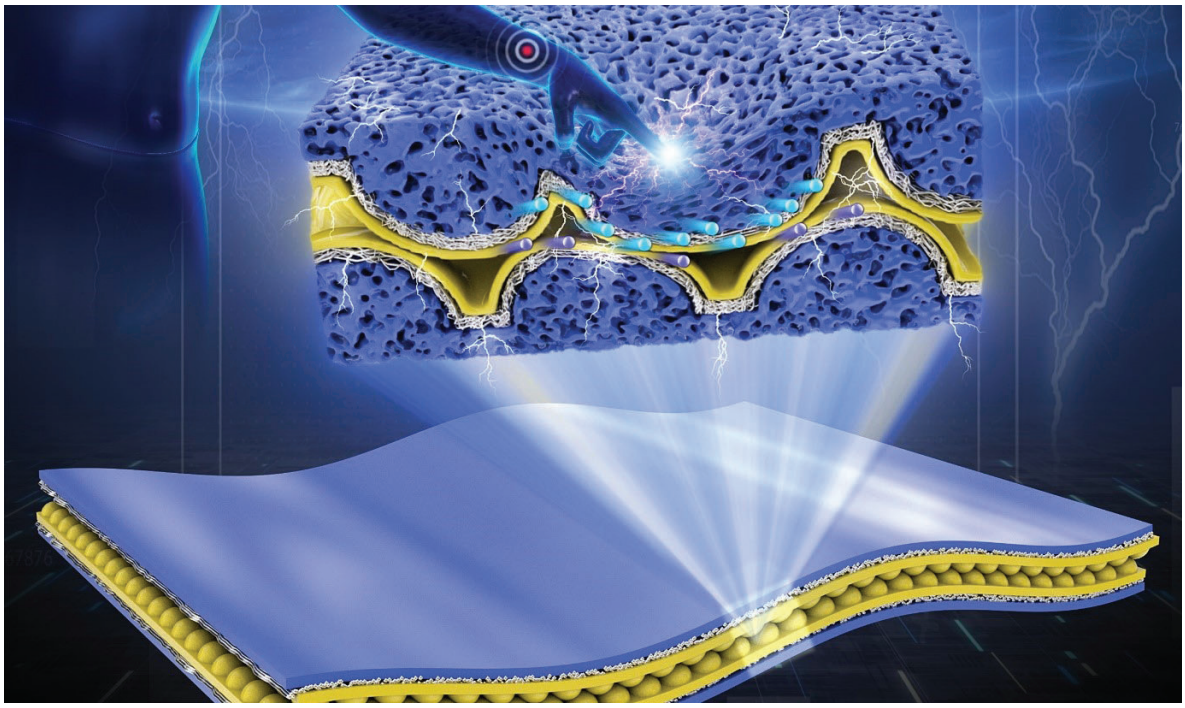
دکتر سرور بهبهانی
دکتر محمد کریمی مریدانی

زنگ تحقیق

# نانوبیومواد و کاربردهای نوین آن در پزشکی و صنایع



**◄ نانوبیومـــواد، ترکیبی جـــذاب از دو حوزه مهم علمی، یعنی نانوتکنولوژی و بیومواد، اســـت که با ترکیب ویژگی‌های منحصربه‌فـــرد این دو حوزه، به ایجاد کاربردهای بســـیار جدید و مبتکر در پزشـــکی و صنایع کمک می‌کند. در این تحقیق، به تشریح مفاهیم و کاربردهای نانوبیومواد در دو زمینه مهم پزشکی و صنایع تمرکز می شود.**



اســـتفاده از نانوبیومواد در تحویل داروها به اندازه فشـــرده شده به بخش‌های خاص از بدن، امـــکان افزایش کارایی درمانی و کاهش عوارض جانبـــی را فراهم می‌کند. به عنوان مثـــال، نانوذرات طلا می‌توانند داروها را به سلول‌های سرطانی هدف برسانند. نانوبیومواد به عنوان برچســـب‌ها و سنســـورها در تشـــخیص بیماری‌ها مورد اســـتفاده قرار می‌گیرند. این مواد با اتصـــال به مولکول‌های خاص در بدن، امکان تشـــخیص زودهنگام بیماری‌هـــا را فراهم می‌کنند. استفاده از نانوبیومواد در ترمیم بافت‌ها و اعضا، بهبود قابل توجهی در روش‌هـــای ترمیمی ایجاد کرده اســـت. ســـاخت ماتریس‌های نانوساختاری با قابلیت رشد و تمایز سلول‌ها، به بازسازی سریع‌تر و بهتر اعضا کمک می‌کند.

نانوبیومواد در الکترونیـــک و الکترونیک‌های انعطاف‌پذیر: ترکیب نانوذرات با مواد الکترونیکی، به ساخت الکترونیک‌های کوچک‌تر، ســـریع‌تر و انعطاف‌پذیر کمک می‌کند. این تکنولوژی به طراحی و ساخت اقلامی مانند صفحات نمایش انعطاف‌پذیر و الکترونیک‌های پوشیدنی منجر می‌شـــود. اضافه کردن نانوذرات به مواد ساختاری مانند پوشش‌های رنگی و پوشش‌های ضدزنگ، مواد را مقاوم‌تر در برابـــر آب و خوردگی می‌کند. ایجاد مواد کامپوزیت با اضافه کردن نانوذرات به مواد پایه، خواص مکانیکی، حرارتی و الکتریکی مواد را بهبود می‌بخشد. این تکنولوژی در تولید قطعات خودرو، هواپیما و ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### نانوبیومواد در ترمیم اندام‌ها و ساختارهای بافتی مصنوعی

یکی از حوزه‌های جذاب و با اهمیت در حوزه مهندســـی پزشکی، اســـتفاده از بیومواد نانوســـاختار برای ترمیم اندام‌ها و ساختارهای بافتی مصنوعی اســـت. این فناوری جدیـــد، با ادغام نانوتکنولوژی و بیومـــواد، امکانـــات منحصربه‌فردی را برای ترمیم و بازســـازی بافت‌های آســـیب دیده، ایجاد ساختارهای بافتی مصنوعی و بهبود کیفیت زندگی بیماران فراهم می‌کند.

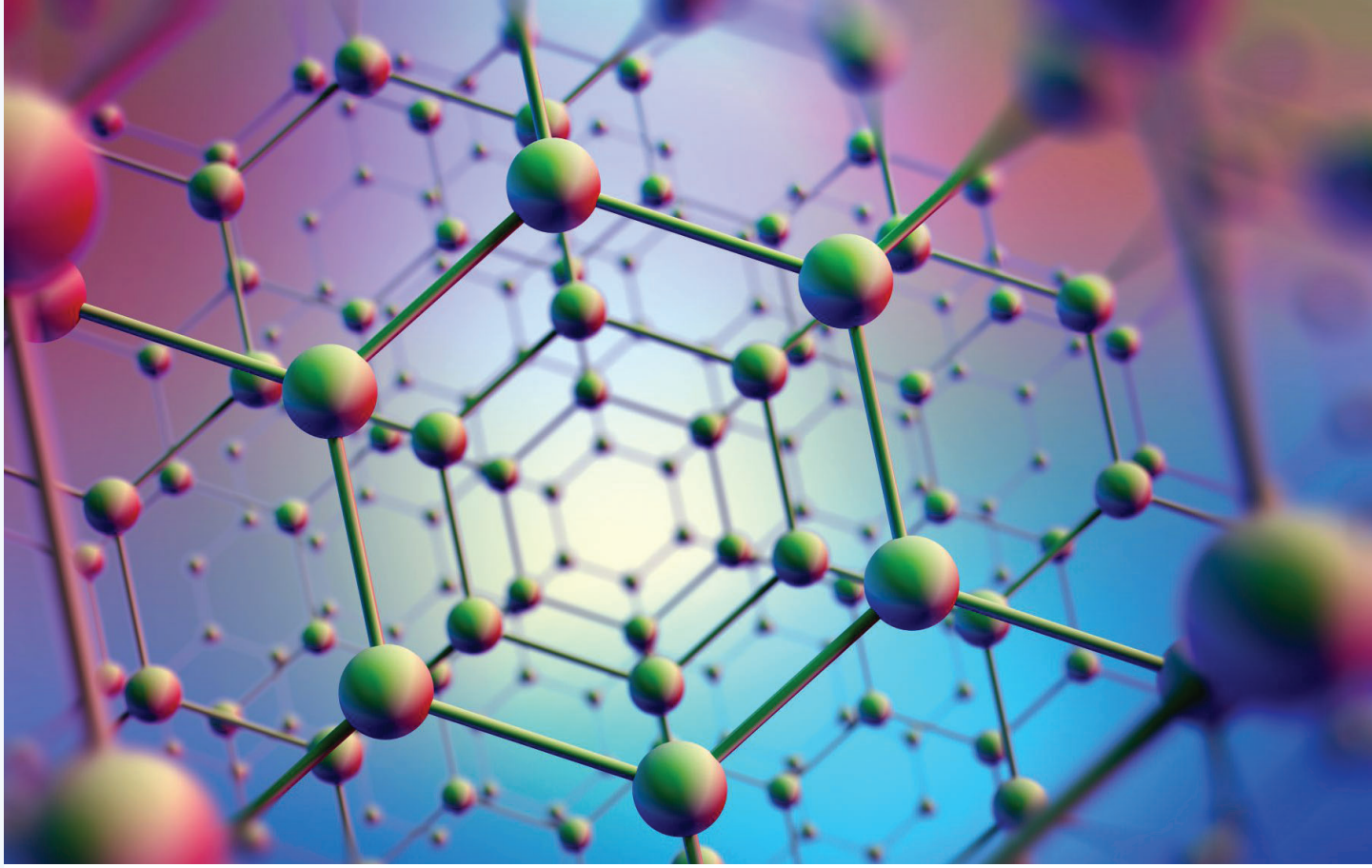
ترمیم بافت‌ها و اندام‌ها با استفاده از بیومواد نانوساختار دارای مزایا و کاربردهای زیادی است:

– بیومواد نانوســـاختار می‌توانند بهبود در ترمیم بافت‌های عصبی و اعصاب مختلف ایجاد کنند. این بیومواد می‌توانند سلول‌های عصبی را تحریک کرده و فرآیند تجدیدســـازی و ترمیم بافت را تســـهیل کنند. این کاربرد در درمان اختلالات عصبی مانند صدمات نخاعی و التهابات عصبی اهمیت دارد.

– بیومـــواد نانوســـاختار می‌توانند در ترمیـــم و تقویت بافت‌های اســـتخوانی به کار رود. ایـــن بیومواد می‌توانند تشـــکیل مارپیچی اســـتخوان را تســـهیل کنند و به ترمیم شکستگی‌ها و تحریک رشد اســـتخوان‌ها کمک کنند. همچنین بیومواد نانوساختار می‌توانند در ترمیم بافت‌های عضلانی پس از صدمات و آســـیب‌ها به کار رود. ایـــن بیومواد می‌توانند عملکرد و قـــدرت عضلات را بهبود داده و فرآیند ترمیم عضلانی را تسهیل کنند.

– از بیومواد نانوســـاختار می‌توان برای ایجاد ســـاختارهای بافتی مصنوعـــی مانند دریچه‌های قلبی، شـــبکه‌های عروقی و بافت‌های پوســـتی استفاده کرد. این ســـاختارها می‌توانند با بافت‌های طبیعی تعامل داشته و ترمیم طبیعی را تسهیل کنند.

– برای تشـــکیل بافت‌های نرم مانند بافت‌های پســـتانی و پوستی،



از بیومواد نانوســاختار می‌توان بهره بــرد. این بافت‌ها می‌توانند به شــکل طبیعی با اندام‌ها تعامل داشته و جذب و پرخوری بهتری را فراهم کنند.

با توجه به این کاربردها، بیومواد نانوســاختار بازدهی و کیفیت در ترمیم اندام‌ها و ســاختارهای بافتی مصنوعی را بهبود می‌بخشند. با توسعه تحقیقات و تکنولوژی‌های نانوبیومواد، امکان پیشرفت‌های بزرگتر در حوزه ترمیم و بهبود ســاختارهای بافتی مصنوعی واقعی خواهد بود.

## کاربرد نانوبیومواد در تصویربرداری پزشکی

یکــی از جنبه‌های جذاب و کاربردی دیگــر نانوبیومواد در حوزه مهندسی پزشکی، استفاده از آن ها در تصویربرداری پزشکی است. تصویربرداری پزشــکی، ابزار مهمی برای تشــخیص و نظارت بر بیماری‌ها و وضعیت‌های پزشــکی اســت که با انواع تکنولوژی‌ها و وســایل مختلــف انجــام می‌شــود. اســتفاده از نانوبیومواد در تصویربرداری، توانایی بالقوه‌ای را برای افزایش دقت، حساسیت و دسترسی به اطلاعات دقیق‌تر از ناحیه‌های مورد نظر فراهم می‌کند.

یک مثــال از کاربــرد نانوبیومــواد در تصویربــرداری مولکولی (Molecular Imaging) است. در این مورد، نانوبیومواد معمولا به عنوان نشــانگرهای تشدید (Contrast Agents) در تصویربرداری مولکولی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نشانگرها به تشخیص و تصویربرداری دقیق‌تر اجزای بیومولکولی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و داروها کمک می‌کنند. به عنوان مثال، نانوبیومواد می‌توانند به داروها متصل شوند و به وسیله تکنیک‌های تصویربرداری مانند MRI (تصویربرداری تشــدید مغناطیســی)، PET (تصویربرداری انبوهــی پوزیترون) یــا CT (تصویربــرداری کامپیوتری)، مکان و توزیــع داروها در بدن را نشــان دهند. این اطلاعات به پزشــکان کمک می‌کند تا اثربخشی درمان‌ها را بهبود دهند و وضعیت بیماری را دقیق‌تر تحلیل کنند. اســتفاده از نانوبیومــواد در تصویربرداری مولکولی علاوه بــر دقت بالا، امکان کاهش نیاز به مواد نشــانگر سنتی و غیربیولوژیکی را نیز فراهم می‌کند که معمولا ممکن است عوارض جانبی داشته باشند. همچنین، ترکیب نانوبیومواد با داروها و نشــانگرهای دیگر، امکانــات جدیدی را بــرای تصویربرداری هدفمند و دقیق‌تر فراهم می‌کند.

بــا ادامه تحقیقات در این حوزه و بهره‌گیری از نانوبیومواد به‌عنوان نشــانگرهای تشــدید، تصویربرداری مولکولی به عنوان یک ابزار تشــخیصی و نظارتی در پزشکی، به شــکلی دقیق‌تر و پیشرفته‌تر تقویت می‌یابد و به بهبود فرآیند تشــخیص و درمان بیماران کمک می‌کند.

استفاده از نانوبیومواد در تصویربرداری پزشکی، هرچند که با مزایا و قابلیت‌های بی‌نظیری همراه است، نیازمند مراعات مسائل اخلاقی و امنیتی نیز می‌باشد. در این حوزه، چندین نکته باید در نظر گرفته شوند:

اســتفاده از نانوبیومواد در تصویربرداری ممکن اســت اطلاعات حساســی از بیماران، مثلا در تشــخیص بیماری‌هــای ژنتیکی، به دســت آورد. بنابراین، حفظ حریم خصوصی بیماران و محرمانگی اطلاعات فردی ضروری اســت. قبل از استفاده گسترده از هر نوع نانوبیومواد در تصویربرداری، باید اطمینان حاصل شود که این مواد برای انسان‌ها بی‌خطر هستند و سمیت‌های مخربی ندارند. همچنین بهره‌برداری از نانوبیومواد باید به‌طور مســئولانه و با توجه به فواید علمی و پزشکی انجام شود. همچنین، تاثیرات زیست‌محیطی ناشی از دفــع این مواد باید مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، با توجه به اینکه نانوبیومواد می‌توانند در تصویربرداری به طور بسیار دقیق و حساس استفاده شوند، توسعه تکنولوژی‌های امنیتی برای جلوگیری از سوءاستفاده و دسترسی غیرمجاز به اطلاعات پزشکی بسیار مهم است.

با رعایت این مســائل اخلاقی و امنیتی، اســتفاده از نانوبیومواد در تصویربرداری پزشــکی می‌تواند به تشخیص و درمان بهتر بیماران کمــک کند و به توســعه فناوری‌های نوین و پیشــرفته در حوزه پزشکی منجر شود. این ترکیب بین نانوتکنولوژی و تصویربرداری،

به عنوان یکی از نمادهای پیشـرفت در علم و پزشـکی، امیدواره آینده‌ای بهتر و سالم‌تر را برای انسان‌ها به ارمغان می‌آورد.

## کاربردهای پزشکی تراشه‌های نانو

تراشـه‌های نانو، ابزارهای مهم و نوآورانه‌ای در حوزه مهندسـی پزشـکی هسـتند که قادر به تحلیل دقیق و همزمان تعداد بسـیار زیادی آنالیت (مولکول‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و ...) در نمونه‌های بیولوژیکی هستند. این تراشه‌ها از ساختارهای نانومتری تشـکیل شـده و با ابعاد بسـیار کوچک، قادر به تعامل با اجزای بیوشـیمیایی و بیولوژیکی سـلول‌ها و بافت‌ها هسـتند. در زیر به تعدادی از کاربردهای پزشکی تراشه‌های نانو پرداخته خواهد شد: تراشـه‌های نانو می‌توانند بـه طور همزمان تعـداد زیادی آنالیت مختلف را تشخیص داده و به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها کمک کنند. به عنوان مثال، تراشه‌های نانو می‌توانند به طور همزمان تعداد زیادی پروتئین بیماری‌زا در خون یا سـایر نمونه‌های بیولوژیکی را تشـخیص دهند و اطلاعاتی ارزشـمند در مورد وضعیت سلامتی فرد فراهم کنند. تراشـه‌های نانو همچنین می‌توانند در مانیتورینگ و پیگیری اثربخشی درمان‌ها مورد اسـتفاده قرار گیرند. با استفاده از این تراشـه‌ها، می‌توان تغییرات در سطح آنالیت‌ها در طول زمان را نظارت کرده و اطلاعاتی درباره پاسـخ بـه درمان‌ها و تغییرات وضعیت بیماری کسـب کرد. همچنین تراشه‌های نانو می‌توانند به تحلیـل بیومارکرها، که نشـانگرهای مولکولی خاصی از وضعیت سـلامتی یا بیماری هسـتند، پرداخته و به تشـخیص و پیگیری بیماری‌ها کمک کنند. این بیومارکرها می‌توانند اطلاعات دقیق‌تری در مورد تشـخیص و تغییرات بیماری‌هـا ارائه دهند.علاوه بر این تراشـه‌های نانو می توانند به تحلیل ژنتیکی و مولکولی بپردازند و اطلاعاتی درباره ساختار ژنتیکی، تغییرات ناحیه‌های خاص و دیگر جزئیـات مولکولی را ارائه دهند. به کمک تراشـه‌های نانو امکان انجام پژوهش‌های مرتبط با بیولوژی سـلولی و مولکولی، طراحی داروها و تسـت‌های دارویی فراهم است. تراشه‌های نانو می‌توانند به تشـخیص سـریع و دقیق بیماری‌های عفونی مانند عفونت‌های ویروسی و باکتریایی کمک کنند. همچنین این تراشه‌ها به مطالعات پروتئومیکـس و ژنومیکس کمـک می‌کننـد و اطلاعاتی درباره تعامـلات پروتئینی و تغییرات ژنتیکـی را ارائه می‌دهند. به کمک تراشـه‌های نانو، امکان دسترسی به اطلاعات دقیق‌تر و جزئی‌تر در مورد وضعیت سـلامتی و بیماری‌ها فراهم می‌شود، که این امر به تشـخیص زودهنگام، درمان بهتر و پیشـگیری از بیماری‌ها کمک می‌کند. تراشـه‌های نانو به عنوان ابزارهای تحقیقاتی و تشخیصی پیشـرفته، در پیشبرد علم پزشکی و توسعه فناوری‌های نوین نقش کلیدی ایفا می‌کنند.

اسـتفاده از تراشـه‌های نانو در حوزه پزشـکی با وجـود مزایا و کاربردهای فراوان، همچنین با چالش‌ها و مسـائلی نیز همراه است که نیازمند توجه و تحقیقات بیشـتر می‌باشد. تراشه‌های نانو برای تشخیص و پایش بیماری‌ها نیاز به حساسیت و انتخاب‌پذیری بالا دارند. طراحی و سـاخت تراشـه‌هایی با دقت بسیار بالا و قابلیت تفکیـک دقیق بین مولکول‌های مختلـف چالش‌های فنی مهمی را ایجـاد می‌کند. تراشـه‌های نانو باید دقیق، قابـل تجدیدپذیری و بـا دقت بالا باشـند تا بتوانند اطلاعات دقیـق در مورد نمونه‌های بیولوژیکی ارائه دهند. مشـکلات مرتبط بـا دقت و تجدیدپذیری ممکن است تفسیر نادرسـت اطلاعات را در پزشکی تشدید کند. تولید تراشـه‌های نانو با اندازه‌ها و ابعاد کوچک نیازمند تکنولوژی پیشـرفته و هزینه‌بر اسـت. توسعه روش‌های سـاخت کارآمد و همچنین کاهش هزینه‌های تولید می‌تواند به گسـترش کاربردهای تراشه‌های نانو در پزشکی کمک کند. استفاده از تراشه‌های نانو در محیط‌های بیولوژیکی و بدن انسـان نیازمند بررسی دقیق تأثیرات بهداشتی و زیست‌محیطی این مواد است. باید اطمینان حاصل شود که تراشـه‌های نانو برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست بی‌خطر هستند. استفاده از تراشه‌های نانو در تحلیل‌های بیولوژیکی می‌تواند مسـائل اخلاقی مرتبط با حریم خصوصی و اسـتفاده از اطلاعات شخصی را پیش بیاورد. تامین حفاظت از حریم خصوصی بیماران و مطالعاتی که با استفاده از این تکنولوژی انجام می‌شوند، ضروری

است. تجمیع و تحلیل داده‌های حاصل از تراشه‌های نانو نیازمند زیرساخت‌های محاسباتی و نرم‌افزارهای پیشرفته است. همچنین، تفسیر صحیح و درست اطلاعات حاصل از تراشه‌های نانو برای پزشکان و پژوهشگران اهمیت دارد.

با توجه به توسعه روزافزون فناوری‌ها و تکنولوژی‌های نانو، انتظار می‌رود که این چالش‌ها در آینده با تحقیقات بیشتر و پیشرفت‌های تکنولوژیکی حل شوند. استفاده از تراشه‌های نانو در پزشکی با توانایی تشخیص دقیق‌تر، درمان بهتر و پیشگیری از بیماری‌ها، به عنوان یک قدرت تغییردهنده در علم پزشکی و بهبود سلامتی انسان‌ها مطرح می‌شود.

## نانوبیومواد در ساخت دستگاه‌های حوزه پزشکی

نانوبیومواد به عنوان مواد با خواص منحصربه‌فرد در سطح نانومتری، در طراحی و ساخت دستگاه‌های جدید و نوآورانه در حوزه پزشکی نقش مهمی ایفا می‌کنند. این مواد با توانایی‌های فراوانی که در سطح نانو دارند، امکانات تشخیص، درمان و پیشگیری را بهبود می‌بخشند. در زیر به تعدادی از کاربردهای نانوبیومواد در ساخت دستگاه‌های حوزه پزشکی اشاره می شود:

نانوسنسورها برای تشخیص بیماری‌ها: ساخت نانوسنسورها با استفاده از نانوبیومواد می‌تواند به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها کمک کند. این نانوسنسورها با تفاعل با مولکول‌های بیولوژیکی مختلف، تغییراتی در خواص فیزیکی خود ایجاد می‌کنند که می‌توان به راحتی تشخیص داد. به عنوان مثال، تشخیص سریع و دقیق بیماری‌های عفونی یا سرطان با استفاده از نانوسنسورهای مبتنی بر نانوبیومواد ممکن است.

دستگاه‌های تصویربرداری پیشرفته: استفاده از نانوبیومواد در تولید دستگاه‌های تصویربرداری جدید، مانند اشعه X نانوساختاری، می‌تواند کیفیت تصاویر را بهبود داده و اطلاعات دقیق‌تری از بافت‌ها و ساختارهای بیولوژیکی ارائه دهد.

دستگاه‌های تحریک عصبی و تحریک مغز: نانوبیومواد می‌توانند در دستگاه‌های تحریک عصبی و تحریک مغز برای بهبود درمان بیماری‌های عصبی، مانند پارکینسون یا افسردگی، به کار روند. این مواد با تعامل با سلول‌های عصبی، امکانات تحریک دقیق‌تر و مؤثرتر را فراهم می‌کنند. ترکیب نانوبیومواد با نانوالیاف در دستگاه‌های تحریک عصبی می‌تواند دقت و تأثیربخشی این دستگاه‌ها را افزایش دهد. این دستگاه‌ها می‌توانند در درمان بیماری‌های عصبی مانند پارکینسون و نوروپاتی کمک کنند.

دستگاه‌های ارتباطی و بیوالکترونیک: ترکیب نانوبیومواد با الکترونیک به موجب تولید دستگاه‌های ارتباطی و بیوالکترونیک مبتنی بر نانومتریال‌ها منجر می‌شود. این دستگاه‌ها می‌توانند به طور مثال در تحقیقات نورونی و تراپی در بیماری‌های عصبی مؤثر باشند.

اپتوژنتیکس و درمان نوری: نانوبیومواد در ترکیب با فناوری اپتوژنتیکس (استفاده از نور برای تحریک سلول‌ها) می‌توانند در درمان بیماری‌ها و ترمیم بافت‌های بیولوژیکی تأثیرگذار باشند.

بیوسنسورهای نانو: استفاده از نانوبیومواد در بیوسنسورهای نانومتری می‌تواند امکان تشخیص سریع و دقیق‌تری از مولکول‌ها و آنالیت‌های مختلف را فراهم کند، که این امر در تشخیص بیماری‌ها و پایش وضعیت سلامتی اهمیت دارد. به عنوان مثال، بیوسنسورهای نانومتری مبتنی بر نانوبیومواد می‌توانند به تشخیص زودهنگام بیماری‌های مانند دیابت یا سرطان کمک کنند.

دستگاه‌های داروسازی نانوبیومواد: ترکیب نانوبیومواد با سیستم‌های داروسازی می‌تواند به تحریک و تحریر داروها در مناطق خاص از بدن کمک کند. این دستگاه‌ها می‌توانند داروها را به طور مستقیم به مناطق مورد نیاز هدایت کنند و اثربخشی درمان‌ها را افزایش دهند.

سیستم‌های انتقال و ذخیره‌سازی اطلاعات بیولوژیکی: نانوبیومواد در ترکیب با سیستم‌های انتقال و ذخیره‌سازی اطلاعات می‌توانند در تحقیقات ژنتیکی و پروتئومیک کمک کنند. این دستگاه‌ها می‌توانند به جمع‌آوری و انتقال دقیق داده‌های بیولوژیکی کمک کرده و در تشخیص بیماری‌ها و بررسی تغییرات ژنتیکی مؤثر باشند.

با توجه به توانمندی‌های منحصربه‌فرد نانوبیومواد، انتظار می‌رود که در آینده نزدیک، این مواد در طراحی و ساخت دستگاه‌های جدید و نوآورانه در حوزه پزشکی به نقش مهمی دست یابند و به بهبود تشخیص، درمان و پیشگیری از بیماری‌ها کمک کنند.

استفاده از نانوبیومواد در ساخت دستگاه‌های جدید در حوزه پزشکی با وجود مزایا، همراه با چالش‌هایی نیز می‌باشد که نیازمند تحقیقات بیشتر و توسعه تکنولوژی‌های پیشرفته است. در ادامه به برخی از این چالش‌ها و آینده کاربردهای نانوبیومواد در ساخت دستگاه‌های حوزه پزشکی پرداخته می شود.

یکی از چالش‌های اساسی در استفاده از نانوبیومواد، بهره‌وری

بالای آن ها در دستگاه‌های پزشکی است. تضمین کارآیی و پایداری نانوبیومواد در طول زمان و در شرایط مختلف از جمله چالش‌های مهم در این زمینه است. بررسی تاثیرات بهداشتی و سمیت نانوبیومواد در تماس با بافت‌ها و سلول‌های بیولوژیکی از جمله چالش‌های حیاتی است. لازم است اطمینان حاصل شود که استفاده از این مواد برای انسان‌ها و محیط زیست بی‌خطر است. علاوه بر آن، فرآیند مهندسی تولید و ساخت دستگاه‌های پزشکی با نانوبیومواد به دقت و دانش فنی بالایی نیاز دارد. این فرآیند باید به گونه‌ای طراحی شود که مشکلات ناشی از اندازه‌بندی نانومتری و خواص ویژه نانوبیومواد را در نظر بگیرد. انتقال تکنولوژی‌های مبتنی بر نانوبیومواد از محیط آزمایشگاهی به بالین و به کاربردهای عملی در مراکز درمانی و پزشکی نیازمند مراحل مشخصی است که شامل آزمون‌ها، آزمایش‌های بالینی و مطالعات بلندمدت است. همچنین استفاده از دستگاه‌های جدید مبتنی بر نانوبیومواد نیازمند رعایت اصول اخلاقی و حفاظت از حریم خصوصی بیماران و شرکت‌کنندگان در تحقیقات است. اطمینان حاصل کردن از این که تحقیقات با نانوبیومواد با اخلاقیات پژوهشی سازگار است، ضروری است. پیاده‌سازی موفق کاربردهای نانوبیومواد در دستگاه‌های پزشکی نیازمند همکاری و تعامل بین افراد و تخصص‌های مختلف از جمله مهندسان، پزشکان، بیوشیمی‌دانان و علمای مواد است.

آینده کاربردهای نانوبیومواد در ساخت دستگاه‌های جدید در حوزه پزشکی، با توسعه تکنولوژی و پیشرفت‌های علمی در این زمینه، به پیشرفت‌های جدیدی خواهد انجامید. این مواد قدرت تغییردهی به شکل و خواص مختلف را دارند و می‌توانند در طراحی دستگاه‌های پزشکی منحصربه‌فرد و کارآمد تأثیرگذار باشند.

نانوبیومواد با امکانات و کاربردهای متنوع خود، به طور فزاینده‌ای در پزشکی و صنایع تأثیرگذار است. این ترکیب بین نانوتکنولوژی و بیومواد، دنیایی از امکانات نوین را در تشخیص، درمان و بهبود کیفیت زندگی ما ایجاد می‌کند و باعث توسعه متنوع تر و پیشرفتی بیشتر در علم و فناوری می‌شود.

## چالش‌ها و راهکارها در توسعه نانوبیومواد

با وجود تمامی فرصت‌ها و کاربردهای جذاب نانوبیومواد، همچنان چالش‌هایی در این حوزه وجود دارد که نیازمند توجه و پیگیری دقیق‌تر است:

سمیت و ایمنی: بررسی تأثیرات سمیت نانوبیومواد بر سلول‌ها و اعضا، جزء اهمیت‌های بالای این حوزه است. ایجاد نانوبیومواد که بتوانند بدون آسیب به سلول‌های سالم اثر کنند، از اهمیت بالایی برخوردار است.

تولید و مقیاس‌پذیری: تولید نانوبیومواد به صورت مقیاسی و با کیفیت، همچنان چالشی است. تعیین روش‌های اقتصادی و کارآمد برای تولید این مواد با توجه به نیازهای صنعت و پزشکی، از موضوعات مهمی است.

استانداردسازی: ایجاد استانداردهای مشخص و قابل قبول برای تولید و استفاده از نانوبیومواد، به منظور اطمینان از ایمنی و کیفیت محصولات، امری اساسی است.

تاثیرات زیست‌محیطی: بررسی تأثیرات زیست‌محیطی نانوبیومواد در محیط زیست و اکوسیستم‌ها، نیازمند مطالعات جامع و دقیقتر است تا از پیامدهای غیرمنتظره جلوگیری شود.

توسعه و کاربردهای نانوبیومواد، تأثیرات قابل توجهی در اقتصاد و جامعه خواهد داشت:

استفاده از نانوبیومواد در تشخیص و درمان بیماری‌ها، باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی درمان‌ها خواهد شد. همچنین، توسعه تکنولوژی‌های پزشکی نوین مانند ابزارهای تشخیصی دقیق‌تر و دستگاه‌های پزشکی پیشرفته، نقش مهمی در بهبود مراقبت‌های بهداشتی خواهد داشت. توسعه نانوبیومواد در صنایع تولیدی، امکان افزایش کارایی و کیفیت محصولات را فراهم می‌کند. از افزایش قدرت و مقاومت مواد ساختاری تا ساخت محصولات با ویژگی‌های خاص مانند ضد آبی یا ضدباکتریالیته. رشد در حوزه نانوبیومواد، باعث ایجاد فرصت‌های شغلی در زمینه‌های تحقیقاتی، تولید و فناوری مرتبط با این زمینه خواهد شد. توسعه نانوبیومواد، ابزارها و دستگاه‌های نوآورانه‌ای را به دست محققان و صنعتیان می‌دهد که می‌توانند در تحقیقات و تولید بهبود و نوآوری ایجاد کنند.

## نانوتکنولوژی

علاوه بر نانوبیومواد، نانوتکنولوژی در حوزه مهندسی پزشکی پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. در ادامه به برخی از این کاربردها به طور جزئی پرداخته می شود.

نانوسنسورها در تشخیص بیماری‌ها: تکنولوژی نانوسنسورها با استفاده از نانومواد به عنوان حسگرها، قادر به تشخیص دقیق بیماری‌ها و مارکرهای بیولوژیکی در سطح مولکولی است. این سنسورها می‌توانند در تشخیص زودهنگام بیماری‌های مختلف از جمله سرطان، دیابت و اختلالات قلبی عروقی مؤثر باشند.

بیومواد نانوساختاری در ترمیم بافت‌ها: استفاده از بیومواد نانوساختاری در ترمیم بافت‌های آسیب دیده، مانند بافت استخوان و بافت عصبی، به تجدیدسازی سریع‌تر و کیفیت بهتر بازسازی منجر می‌شود.

تحریک عصبی نانوساختاری: نانومواد می‌توانند در تحریک عصبی مستقیما به سلول‌های عصبی وصل شوند و امکان کنترل دقیق‌تر و بهبود تأثیرات درمانی در بیماری‌های مختلف از جمله اختلالات عصبی را فراهم کنند.

تولید داروهای نانوساختاری: ایجاد داروهای نانوساختاری با استفاده از نانوذرات به ارتقاء کارایی درمانی و کاهش عوارض جانبی مرتبط با داروها کمک می‌کند.

بیوپرینتینگ نانوساختاری: تکنیک‌های بیوپرینتینگ با استفاده از نانومواد، امکان ساخت ساختارهای سلولی و بافتی پیچیده‌تر با دقت و واقع‌گرایی بالاتر را فراهم می‌کند.

سیستم‌های تحویل داروها: نانوتکنولوژی در توسعه سیستم‌های تحویل داروها مانند نانوذرات حامل داروها، مایعات نانوساختاری و پوشش‌های دارویی، بهبود کنترل و هدایت داروها به مناطق مورد نیاز در بدن را تسهیل می‌کند.

کاربردهای نوری نانوتکنولوژی: ترکیب نانومواد با فناوری نوری، به ساخت سنسورها، ابزارهای تصویربرداری پیشرفته و دستگاه‌های تشخیصی دقیق‌تر منجر می‌شود.

توسعه اپتوژنتیکس: این فناوری امکان کنترل نور و انتقال اطلاعات نوری تا سطح نانو را فراهم می‌کند که در توسعه دستگاه‌های نوری پیشرفته و تکنولوژی‌های نوری جدید مؤثر است.

پوشش‌های نانوساختاری: استفاده از پوشش‌های نانوساختاری در

ایمپلنت‌ها، دستگاه‌های پزشکی و ابزارهای جراحی، به کاهش عفونت‌ها، تسهیل درمان و افزایش عمر مفید آن ها کمک می‌کند.

## چالش‌های حوزه نانوتکنولوژی

هرچند نانوتکنولوژی با چشم‌اندازهای جذاب پیش می‌رود، اما همچنان چالش‌ها و مسائل مرتبطی نیز وجود دارد که نیازمند توجه و بررسی دقیق‌تر هستند:

استفاده از نانوذرات در تولید داروها و مواد پزشکی، ممکن است به خطرات سمیت بیشتری نسبت به مواد بزرگتر منجر شود. تاثیرات سمیت نانومواد بر سلول‌ها و اعضا، نیازمند بررسی دقیق‌تر است. تخلیه نانومواد به محیط زیست ممکن است منجر به آلودگی‌ها و اثرات زیست‌محیطی غیرمنتظره شود. ارزیابی دقیق‌تر تاثیرات زیست‌محیطی از جمله اثرات طولانی‌مدت و تجمع نانومواد در محیط زیست ضروری است. در استفاده از نانوتکنولوژی در درمان‌ها و دستگاه‌های پزشکی، ایمنی بیماران و تأثیرات جانبی باید به دقت ارزیابی شود تا از عوارض غیرمنتظره جلوگیری شود. توسعه تکنولوژی‌های پیشرفته نانومواد، به مسائل اخلاقی و حفظ حریم خصوصی بیماران نیز توجه بیشتری ایجاد کرده است. مسائلی مانند تحت کنترل قرار گرفتن افراد توسط سنسورها و دستگاه‌های نانومـوادی، نیازمند توجه دقیق‌تر به جنبه‌های اخلاقی هستند. با پیشرفت تکنولوژی نانوتکنولوژی، نیاز به تدوین و اجرای قوانین و مقررات مناسب در زمینه تولید، استفاده و دفع نانومواد اهمیت یافته است تا از امانت اجتماعی و ایمنی عمومی محافظت شود. تاکنون، بسیاری از جنبه‌های نانوتکنولوژی در حوزه مهندسی پزشکی به تحقیقات عمیق‌تر نیازمندند. ارتقاء دانش و درک ما از خصوصیات نانومواد، بهبود کارایی و کاربرد این فناوری را تسریع خواهد کرد. با توجه به این چالش‌ها، تحقیقات پیشرفته و تعامل فعال بین دانشگاه‌ها، صنعت، نهادهای بهداشتی و جامعه علمی، می‌تواند به توسعه پایدار و مؤثر نانوتکنولوژی در حوزه مهندسی پزشکی کمک کند.

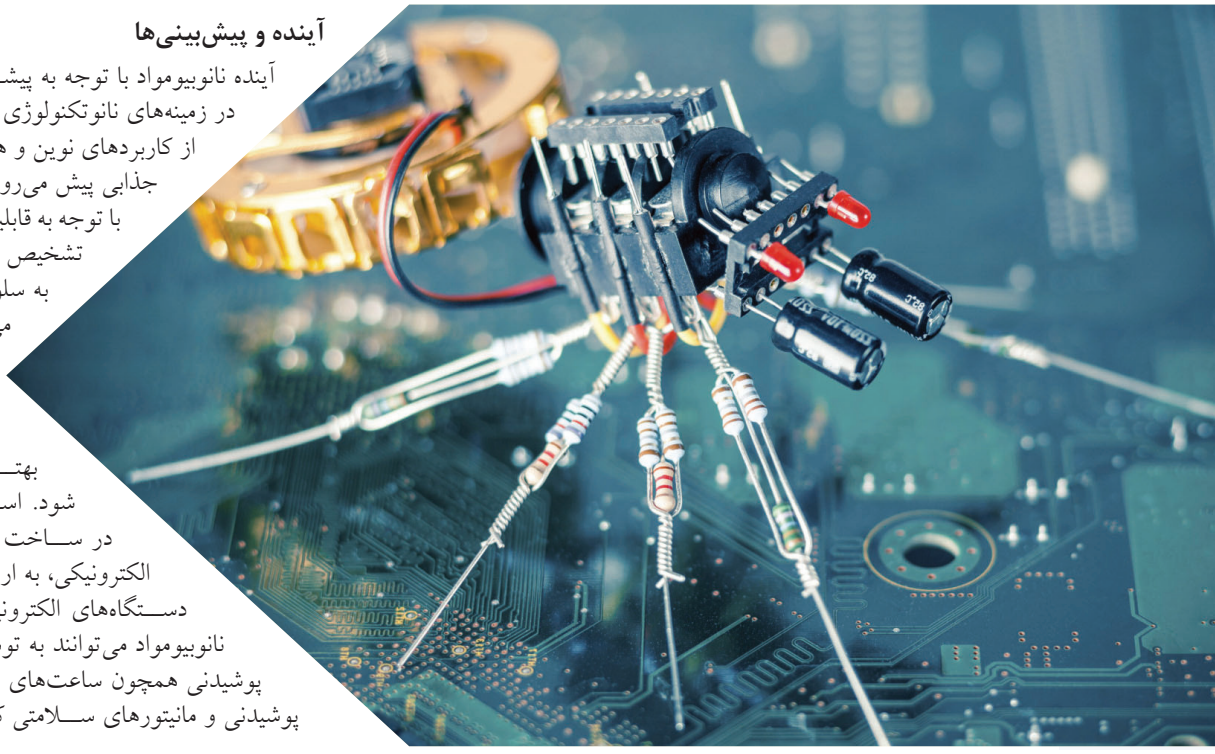
برای مدیریت چالش‌ها و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل‌های نانوتکنولوژی در حوزه مهندسی پزشکی، می‌توان تدابیر و پیشنهادات زیر را در نظر گرفت:

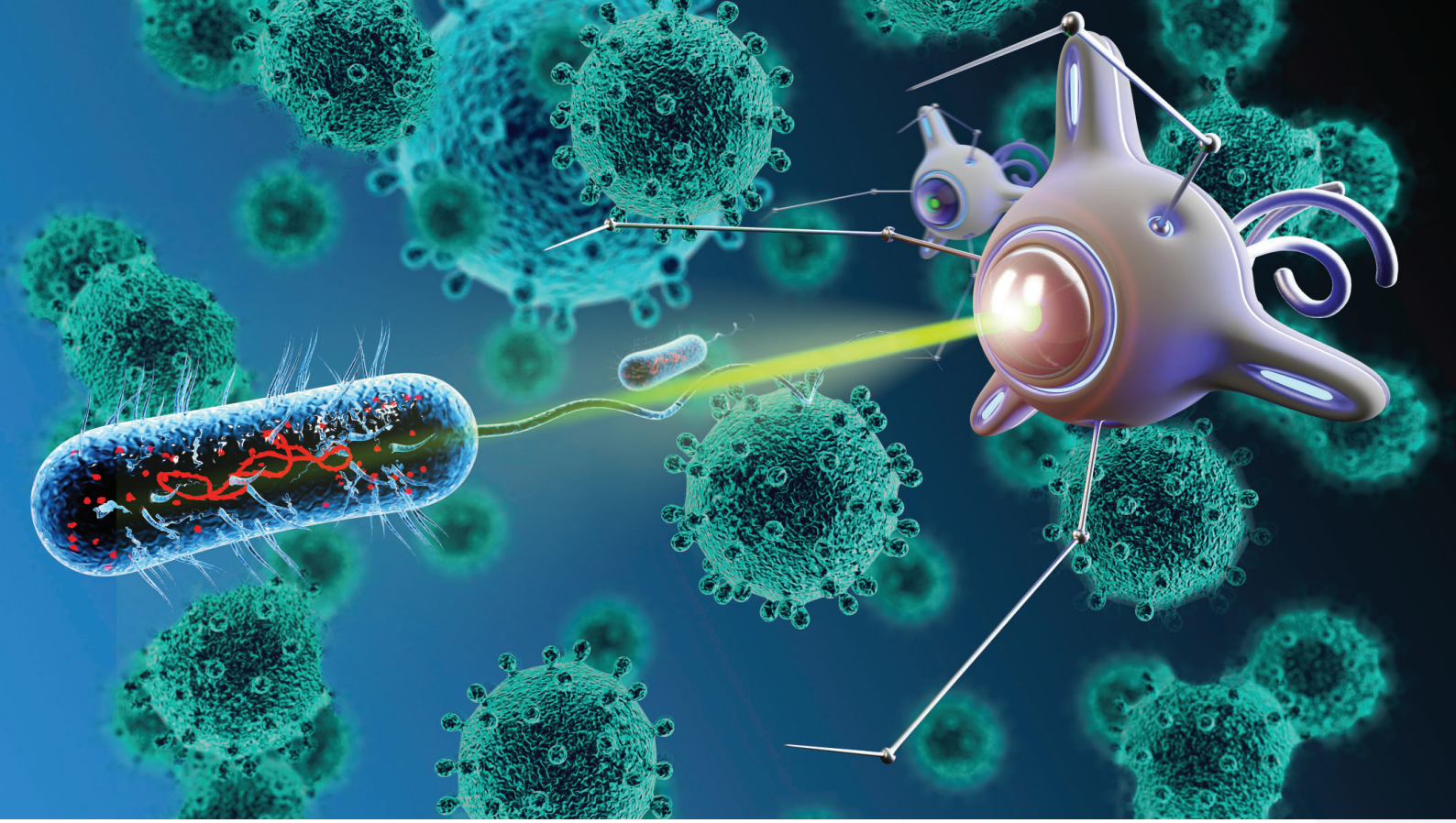
ادامه تحقیقات گسترده در زمینه نانوتکنولوژی و ارتقاء دانش ما از ویژگی‌ها و تاثیرات نانومواد، بهبود کاربردها و مدیریت بهتر چالش‌ها را فراهم می‌کند. بررسی دقیق‌تر تاثیرات سمیت و ایمنی نانومواد بر سلول‌ها و انسان‌ها، بهبود ایمنی مصرف‌کنندگان و بیماران را تضمین می‌کند. همچنین ایجاد روش‌های پایش محیطی برای کنترل دفع نانومواد به محیط زیست و کاهش تاثیرات زیست‌محیطی ناشی از آن ها ، اهمیت دارد. تدوین قوانین و مقررات مناسب برای تولید، استفاده، دفع و دسترسی به نانومواد در حوزه پزشکی، به حفظ حقوق بیماران و حریم خصوصی کمک می‌کند. بعلاوه، برگزاری دوره‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی به پزشکان، پژوهشگران و صنعتیان در زمینه نانوتکنولوژی، به تسهیل در تبادل دانش و استفاده بهینه از این فناوری کمک می‌کند. مطالعه و بررسی مسائل اخلاقی مرتبط با استفاده از نانوتکنولوژی در مهندسی پزشکی، در تضمین استفاده مسئولانه و انسان‌محور از این فناوری موثر است. تعامل فعال و مستمر میان دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و صنعت در زمینه توسعه نانومواد و تکنولوژی‌های مرتبط، به ارتقاء کاربردها و تجاری‌سازی این فناوری کمک می‌کند. تشکیل تیم‌های ترکیبی از متخصصان نانوتکنولوژی، مهندسی پزشکی، پزشکی و بیوتکنولوژی، به توسعه راه‌حل‌های جامع و موثر در حوزه مهندسی پزشکی خواهد انجامید. با اجرای این تدابیر و توجه به پیشنهادات فوق، می‌توان به بهره‌برداری مؤثر از نانوتکنولوژی در حوزه مهندسی پزشکی، با دقت به چالش‌ها و اثرات جانبی پتانسیل این فناوری پرداخت و نتیجه‌گیری بهتری برای بهبود سلامتی و کیفیت زندگی انسان‌ها دست یافت.

## آینده و پیش‌بینی‌ها

آینده نانوبیومواد با توجه به پیشرفت‌های روزافزون در زمینه‌های نانوتکنولوژی و بیومواد، به وسعتی از کاربردهای نوین و همچنین پیش‌بینی‌های جذابی پیش می‌رود:

با توجه به قابلیت‌های نانوبیومواد در تشخیص دقیق و تحویل داروها به سلول‌های خاص، انتظار می‌رود که در آینده درمان‌ها به صورت شخصی سازی شده و بهبودی بهتر در بیماران ایجاد شود. استفاده از نانوبیومواد در ساخت مدارها و اجزای الکترونیکی، به ارتقاء سرعت و کارایی دستگاه‌های الکترونیکی خواهد انجامید. نانوبیومواد می‌توانند به توسعه تکنولوژی‌های پوشیدنی همچون ساعت‌های هوشمند، سنسورهای پوشیدنی و مانیتورهای سلامتی کمک کنند. استفاده از





نانوبیومـــواد در تولید مواد مقاوم در برابر آب، خوردگی و تغییرات محیطی، به ســـازگاری بیشتر با محیط زیست و تولید پایدار کمک خواهد کرد. تحقیقات بیشتر در زمینه نانوبیومواد، به درک عمیق‌تر از خـــواص مواد در ســـطح نانو و تعاملات ســـطحی میان مواد و زیست‌سیستم‌ها کمک خواهد کرد.

## نتیجه‌گیری

در ایـــن تحقیق، بـــه موضوع کاربردهـــای نانوبیومـــواد در حوزه پزشـــکی پرداختیم که یک حوزه پیشرفته و هیجان‌انگیز از ترکیب بین علوم نانوتکنولوژی و پزشـــکی را شـــامل می‌شود. نانوبیومواد به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد در ابعـــاد نانومتری، قابلیت‌های منحصربه‌شرحی را در تشـــخیص، درمان و پیشگیری از بیماری‌ها ارائه می‌دهنـــد. این مواد از تغییردهی خاص در ســـطح مولکولی و ســـاختارهای بیولوژیکی بهره می‌برند تا دســـتگاه‌ها و تجهیزات پزشکی بهبود یابند و بهترین خدمات را به بیماران ارائه دهند.

در تحقیـــق، ابتـــدا به معرفـــی نانوبیومواد پرداختیـــم و خواص و کاربردهای آن ها را در حوزه پزشکی بیان کردیم. سپس به تشریح جزئیات برخـــی از کاربردهای مهم این مواد در زمینه‌های مختلف مانند تصویربرداری پزشـــکی، درمـــان بیماری‌ها، تحریک عصبی، بیوسنســـورها و سایر دســـتگاه‌های پزشـــکی پرداختیم. به علاوه این، به ذکر چالش‌ها و مســـائل مرتبط با استفاده از نانوبیومواد در دستگاه‌های پزشـــکی پرداختیم و نکاتی راجع به آینده کاربردهای این مواد در این حوزه مطرح کردیم.

توسعه نانوبیومواد با کاربردهای وسیع در پزشکی و صنایع، دنیایی از فرصت‌ها و چالش‌ها را به دنبال دارد. از کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی در درمان‌های پزشکی گرفته تا توسعه فناوری‌های پیشرفته در صنایـــع تولیدی. با ادامه تحقیقات و پیشـــرفت تکنولوژی‌های نانوبیومواد، انتظار مـــی‌رود که تأثیرات اقتصادی و اجتماعی مثبتی بر جامعه داشـــته باشـــد و به پیشـــرفت علم و صنعت کمک کند. همچنین، لازم اســـت که در توسعه این فناوری، به مسائل اخلاقی، ایمنی و حفظ محیط زیســـت نیز توجه کافی شود تا از مخاطرات ناشی از استفاده نادرست از نانوبیومواد جلوگیری شود.

بـــا ادامه تحقیقات، حل چالش‌های فنـــی و اخلاقی، انتظار می‌رود که این فناوری در آینده باعث پیشرفت‌های چشمگیری در جامعه، بهبود ســـلامتی و کیفیت زندگی انســـان‌ها شـــود. تسهیم دانش و همکاری بین مختصـــات مختلف علمی و صنعتی، از دیگر عوامل مهم در تحقق این پیش‌بینی‌ها است که نیازمند تلاش‌های مشترک جامعه علمی و فناوری است.

در نهایت، استناد به تحقیقات و پیشرفت‌های تکنولوژیکی، انتظار مـــا از این ترکیب بیـــن نانوبیومواد و پزشـــکی فراتر از حد تخیل اســـت. امیدواریم که این ترکیب مهیج، با تلاش‌های پژوهشگران و متخصصان، به بهبود علم پزشکی، تشخیص دقیق‌تر، درمان‌های مؤثرتر و بهبود ســـلامتی افراد جهان کمک کند. با پیشروی در این راه، دستاوردهای شگفت‌انگیزی در حوزه پزشکی و نانوتکنولوژی در انتظار انسان است.

## منابع


https://nano.gov

https://sciencedirect.com/journal/nanomedicine-nanotechnology-biology-and-medicine

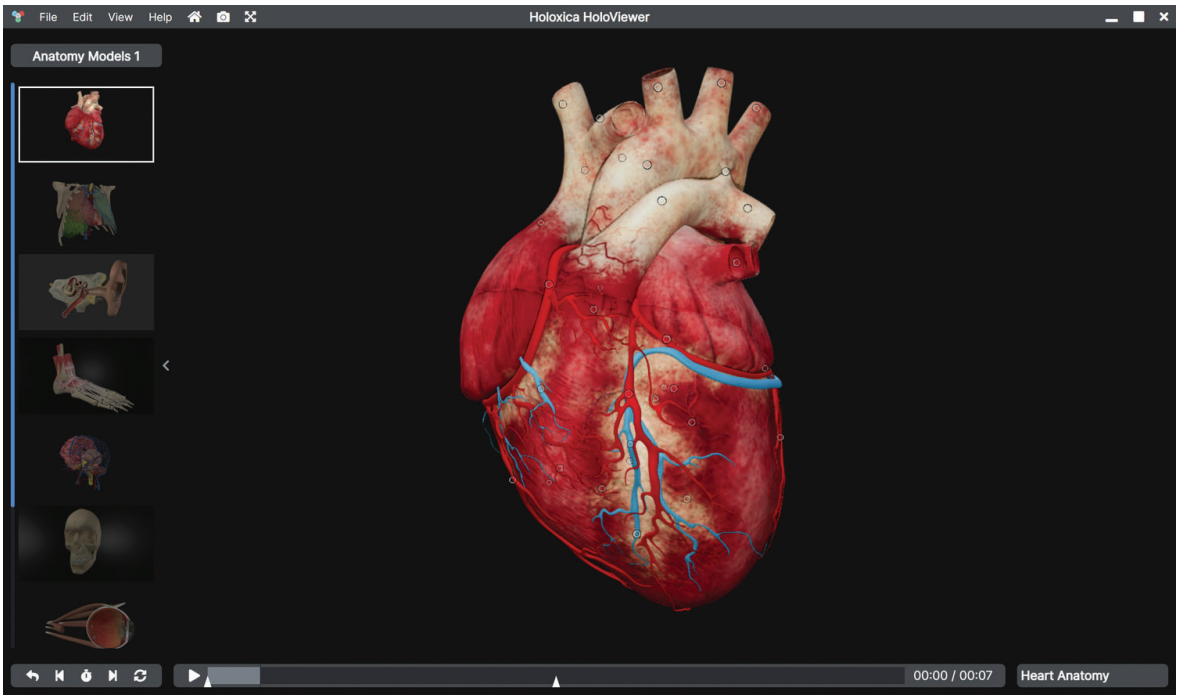
https://ema.europa.eu/en

https://commonfund.nih.gov/nanomedicine/index

یک فریم از تجهیزات پزشکی

۱۸۷

# نمایشگر سه بعدی هولوگرافی




## مفاهیم پایه

Holographic: هولوگرافی

3D: سه بعدی

Display: نمایشگر

نمایشگر سه بعدی هولوگرافی یک فناوری پیشرفته است که تصاویر سه بعدی به صورت هولوگرامی و واقع‌گرایانه نمایش می‌دهد. این فناوری از ترکیب اصول اپتیکی و امواج صوتی برای ایجاد تصاویر سه بعدی واقعی بهره می‌برد.

## فیزیولوژی

در حوزه پزشکی، نمایشگرهای سه بعدی هولوگرافی به عنوان یک ابزار تصویربرداری پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها به پزشکان و محققان امکان مشاهده اعضای بدن از طریق تصاویر سه بعدی با وضوح و واقع‌گرایی بالا را می‌دهند.

## چگونه کار می‌کند

نمایشگرهای سه بعدی هولوگرافی از ترکیب تکنولوژی‌های اپتیکی (نوری) و امواج فراصوتی (صوتی) برای ایجاد تصاویر سه بعدی استفاده می‌کنند. این دستگاه‌ها از اصول تغییر انحراف نور با استفاده از مواد نورافکن و تغییرات صوتی در مناطق مختلف تصویر برای ایجاد اثر ترکیب دیده‌بان‌ها استفاده می‌کنند.

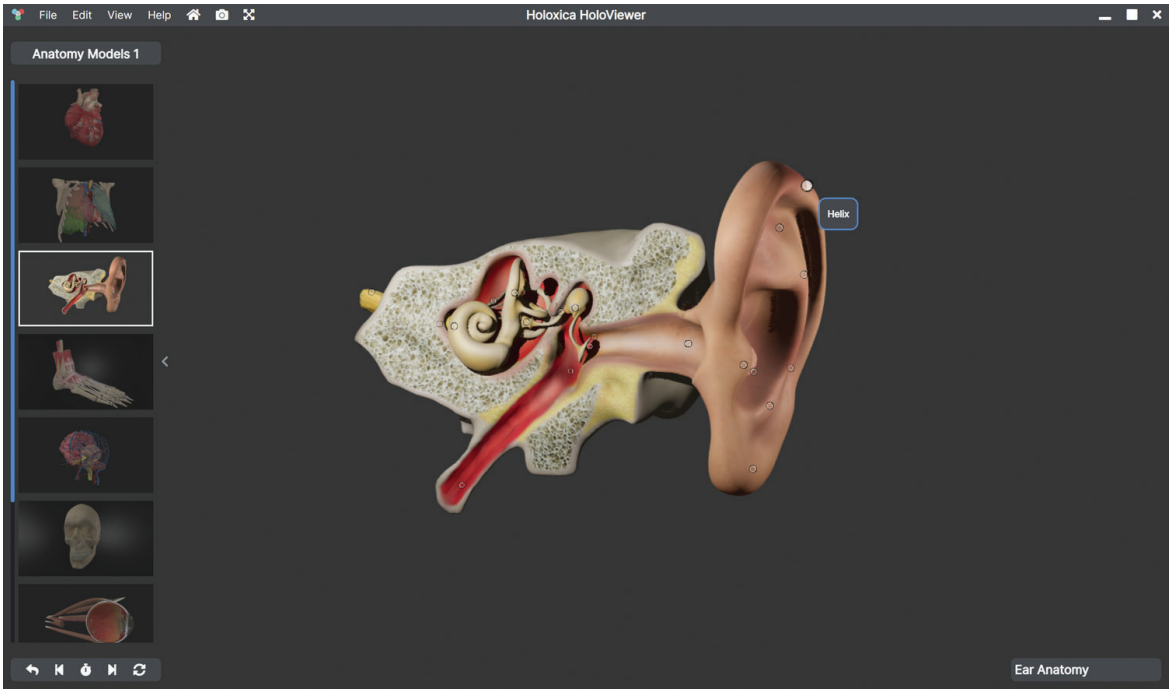
## در چه مواردی بکار می‌رود

این دستگاه در پزشکی به عنوان ابزاری برای تصویربرداری سه بعدی از اعضای بدن (مانند مغز یا قلب)، در صنعت به عنوان ابزار طراحی و شبیه‌سازی محصولات، در هنر به عنوان ابزار برای ایجاد نمایش‌های هولوگرافیک و در سرگرمی به عنوان نمایشگرهای تعاملی سه بعدی استفاده می‌شوند.

در زمینه پزشکی، نمایشگرهای سه بعدی هولوگرافی به عنوان ابزارهای تصویربرداری پیشرفته استفاده می‌شوند. برای مثال:

تشخیص و طراحی جراحی: پزشکان می‌توانند از این دستگاه‌ها برای بررسی و طراحی دقیق تراشه‌های جراحی یا روش‌های درمانی در مواردی مانند جراحی ترمیمی یا طراحی دستگاه‌های پزشکی استفاده کنند. با استفاده از هولوگرافی، پزشکان می‌توانند تراشه‌های جراحی را طراحی و سفارشی‌سازی کنند تا جراحی‌ها بهینه‌تر و با کمترین خطر انجام شوند.

تعلیم و آموزش: در آموزش پزشکی، این دستگاه‌ها می‌توانند به دانشجویان و پزشکان کمک کنند تا تشخیص‌های پزشکی را بهتر درک کنند و روش‌های درمانی را به صورت بصری و واقعی‌گرا مشاهده کنند. دستگاه‌های هولوگرافی می‌توانند به بیماران کمک




کنند تا به صورت واقع‌گرا و سه بعدی درک بهتری از وضعیت خود و برنامه‌های درمانی داشته باشند.برای مثال، در آموزش به بیماران درمان‌های فیزیکی، توضیحات تصویری سه بعدی می‌تواند کمک کند تا بیماران بهتر و دقیق‌تر تمرینات را انجام دهند.

مطالعه و تحقیقات پزشکی: در زمینه تحقیقات پزشکی، دستگاه‌های هولوگرافی می‌توانند به محققان کمک کنند تا ساختارهای بدنی را به صورت دقیق و واقع‌گرا مطالعه کنند. این مطالعات می‌توانند به درک بهتر از بیماری‌ها و فرآیندهای بیولوژیکی کمک کنند.

ارتباط پزشک-بیمار: دستگاه‌های هولوگرافی می‌توانند در فرآیند ارتباط پزشک و بیمار نقش مهمی ایفا کنند. با استفاده از تصاویر سه بعدی، پزشکان می‌توانند بهتر به بیماران توضیح دهند و اطلاعات را به صورت واضح‌تر و جذاب‌تر ارائه کنند.

## مشخصات ظاهری و ابعاد

ابعاد و طراحی دستگاه‌های نمایشگر سه بعدی هولوگرافی ممکن است متفاوت باشد. بعضی از دستگاه‌ها به صورت دسکتاپی طراحی شده‌اند که می‌توانند در محیط‌های کاری استفاده شوند. برخی دیگر از مدل‌ها برای استفاده در محیط‌های آموزشی یا کاربردهای پزشکی به صورت پرتابل و قابل حمل طراحی شده‌اند. طراحی و ابعاد دقیق بسته به مدل و سازنده متفاوت خواهد بود.

## شرکت سازنده و کشور تولیدکننده:

در زمینه سه بعدی نمایشگرهای هولوگرافی، شرکت‌های مختلفی در سراسر جهان فعالیت دارند. برخی از این شرکت‌ها شامل Look-ing Glass Factory، Holoxica و RealView Imaging هستند. این شرکت‌ها معمولا در کشورهای مختلفی از جمله انگلیس، کانادا و آمریکا مستقر هستند.

## قیمت دستگاه

قیمت دستگاه‌های نمایشگر سه بعدی هولوگرافی ممکن است بسته به مدل، سازنده، امکانات و ویژگی‌های مختلف متفاوت باشد. برای اطلاع دقیق می توانید به وبسایت شرکت های عرضه کننده این دستگاه مراجعه کنید.

## منابع

https://realviewimaging.com
https:// holoxica.com/holoviewer

دکتر محمد کریمی مریدانی

# نحوه رسم نمودار جعبه ای در پایتون

نمودار جعبه‌ای (Boxplot) یک ابزار آماری قدرتمند است که به محققان و تحلیل‌گران اجازه می‌دهد تا اطلاعات مهمی در مورد توزیع داده‌ها و ویژگی‌های آماری آن ها به دست آورند. این نمودار به شکلی مفصل و دقیق، ترکیبی از ویژگی‌های مختلف مجموعه‌های داده را به تصویر می‌کشد و امکان مقایسه‌ی میانگین‌ها، انحراف‌های معیار، چارک‌ها و داده‌های پرت را فراهم می‌کند. برخی اهداف مهم و کاربردهای نمودار جعبه‌ای عبارتند از:

نمایش توزیع داده‌ها: نمودار جعبه‌ای به توزیع داده‌ها در یک مجموعه اجازه می‌دهد. می‌توان به سرعت مشاهده کرد که چگونه داده‌ها در اطراف میانه گسترش دارند و چه میزان پراکنش در آن ها وجود دارد.

شناسایی داده‌های پرت: با رسم این نمودار، داده‌های پرت و افراز و نشیب‌ها در مجموعه داده به وضوح مشخص می‌شوند. این موارد می‌توانند به محققان کمک کنند تا داده‌های غیرعادی و ناهنجار را شناسایی کرده و از تحلیل‌های خود در برابر آن ها محافظت کنند.

مقایسه گروه‌ها: با رسم نمودار جعبه‌ای برای چندین گروه مختلف، می‌توان میانگین‌ها، میانه‌ها، انحراف‌های معیار و دیگر ویژگی‌های آماری در گروه‌ها را مقایسه کرد. این به تحقیقات مقایسه‌ای و تشخیص تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها کمک می‌کند.

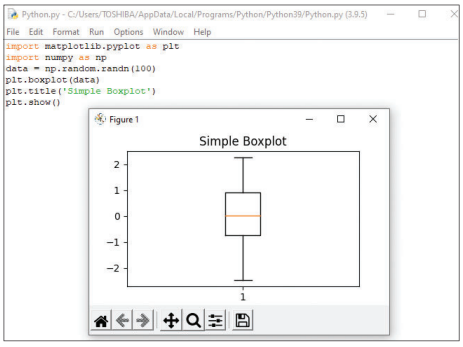
شناسایی توزیع‌های ناهمگن: نمودار جعبه‌ای می‌تواند توزیع‌های ناهمگن در داده‌ها را نشان دهد. اگر جعبه‌ها در نمودار به شکل نامنظمی از نظر اندازه باشند، این ممکن است به توزیع‌های ناهمگن اشاره داشته باشد.

شناسایی انحراف‌های معیار: انحراف‌های معیار در داده‌ها می‌توانند به سرعت با توجه به اندازه‌های جعبه‌ها و طول شانه‌ها در نمودار تشخیص داده شوند.

به علاوه، نمودار جعبه‌ای در مقالات علمی، گزارش‌ها و تحقیقات مختلف در زمینه‌های مختلف از جمله پزشکی، علوم اجتماعی، اقتصاد و آمار کاربردهای فراوانی دارد. این نمودار به تحلیل‌های دقیق‌تر، ارائه داده‌های آماری قابل فهم‌تر و انتقال اطلاعات به مخاطبان بهتر کمک می‌کند.

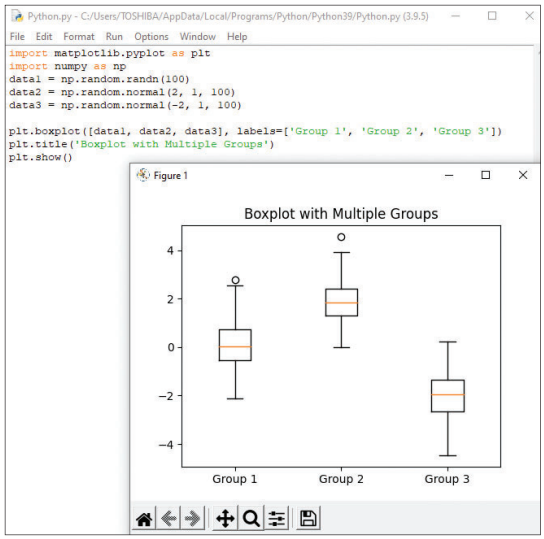
در پایتون، می‌توانیم از کتابخانه‌های مختلفی مانند matplotlib یا seaborn برای رسم نمودار جعبه‌ای استفاده کنیم. در ادامه با مثال‌هایی آشنا می شوید که در آن توابع boxplot از کتابخانه matplotlib برای رسم نمودارهای جعبه‌ای استفاده شده است. هر مثال نمودار جعبه‌ای را با ویژگی‌های مختلف نمایش می‌دهد، از جمله تعداد گروه‌ها، انحراف‌های معیار، پراکنش و دیگر پارامترها. با تغییر پارامترهای توابع boxplot می‌توانید نمودارهای مختلفی ایجاد کنید تا نیازهای خود را برآورده کنید.

در مثال آورده شده در شکل ۱، ابتدا دو کتابخانه matplotlib.pyplot و numpy را وارد می‌کنیم. سپس یک آرایه به نام data از اعداد تصادفی با توزیع نرمال (استاندارد) ایجاد می‌شود. در اینجا، data یک آرایه ۱۰۰ عنصری از اعداد تصادفی با توزیع نرمال است. سپس با استفاده از تابع boxplot از کتابخانه matplotlib.pyplot، نمودار جعبه‌ای از داده‌های data رسم می‌شود. در نهایت، با استفاده از تابع title، عنوان "Simple Boxplot" به نمودار اضافه می‌شود و با فراخوانی تابع show()، نمودار به صفحه نمایش منتقل و نمایش داده می‌شود.



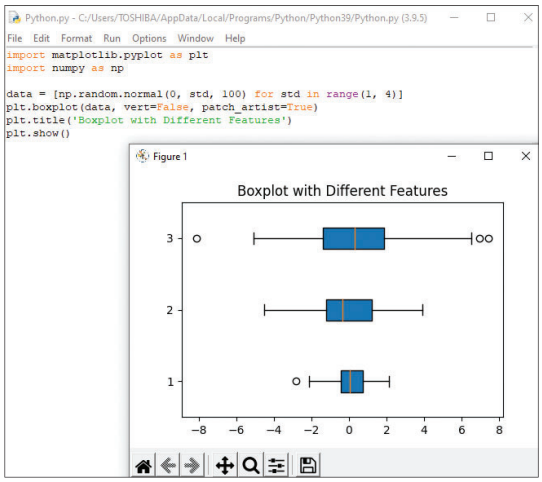

**شکل ۱) نحوه رسم نمودار جعبه ای ساده**

در مثال شـــکل۲، ابتدا داده‌های تصادفی برای سه گروه از اعداد تولید می‌شود. گروه اول دارای توزیع نرمال استاندارد (میانگین ۰ و انحـــراف معیار ۱)، گروه دوم دارای توزیع نرمال با میانگین ۲ و انحراف معیار ۱ و گروه سوم دارای توزیع نرمال با میانگین -۲ و انحراف معیار ۱ اســـت. ســـپس با اســـتفاده از تابع box-plot از کتابخانه matplotlib.pyplot، نمودار جعبه‌ای با توجه به داده‌های هر گروه و با برچسب‌های مشخص‌کننده گروه‌ها رسم می‌شـــود. در انتها، با تابع title، عنوان "Boxplot with Multiple Groups" به نمودار اضافه می‌شود و با فراخوانی تابع show()، نمودار به صفحه نمایش منتقل و نمایش داده می‌شود.




**شکل۲) نمودار جعبه‌ای با چند گروه**

در مثال ذکر شده در شـــکل۳، ابتدا با استفاده از یک حلقه for، داده‌های تصادفی برای سه مجموعه با انحراف‌های معیار مختلف ایجاد می‌شـــود. هر آرایه داده‌هـــا دارای توزیع نرمال با انحراف معیار مختلف اســـت: ابتدا از توزیع نرمال بـــا انحراف معیار ۱، سپس با انحراف معیار ۲ و در نهایت با انحراف معیار ۳.
برای هر مقدار در محدوده ۱ تا ۳ (با اســـتفاده از range(۱, ٤)، یک آرایه ۱۰۰ عنصـــری از اعداد تصادفی با توزیع نرمال ایجاد می‌شود. این آرایه‌ها در لیست data قرار می‌گیرند.
np.random.normal(۰, std, ۱۰۰): ایـــن تابع با اســـتفاده از کتابخانه numpy اعداد تصادفی با توزیع نرمال ایجاد می‌کند. سه پارامتر وارد می‌شود: میانگین (در اینجا صفر)، انحراف معیار (std که مقدار آن در بازه ۱ تا ۳ تغییر می‌کند) و تعداد نمونه‌ها (۱۰۰). پس از اجرای این دستور، لیست data شامل سه آرایه تصادفی با توزیع نرمـــال با انحراف معیارهای مختلف خواهد بود. به عبارت دیگر:
data[۰]: یک آرایه با اعـــداد تصادفی با توزیع نرمال و انحراف معیار ۱
data[۱]: یـــک آرایه با اعداد تصادفی بـــا توزیع نرمال و انحراف معیار ۲
data[۲]: یـــک آرایه با اعداد تصادفی بـــا توزیع نرمال و انحراف معیار ۳
سپس با استفاده از تابع boxplot از کتابخانه matplotlib.pyplot، نمودار جعبه‌ای از داده‌های ایجاد شده رسم می‌شود. با تنظیم vert به False، نمودار افقی رســـم می‌شود، به این معنی که جعبه‌ها در افقی قرار دارند. همچنین با تنظیم patch_artist به True، رنگ‌ها درون جعبه‌ها نشان داده می‌شوند.
در انتها، با استفاده از تابع title، عنوان "Boxplot with Different Features" به نمودار اضافه می‌شود و با استفاده از تابع show()، نمودار مورد نظر به صفحه نمایش منتقل و نمایش داده می‌شود.



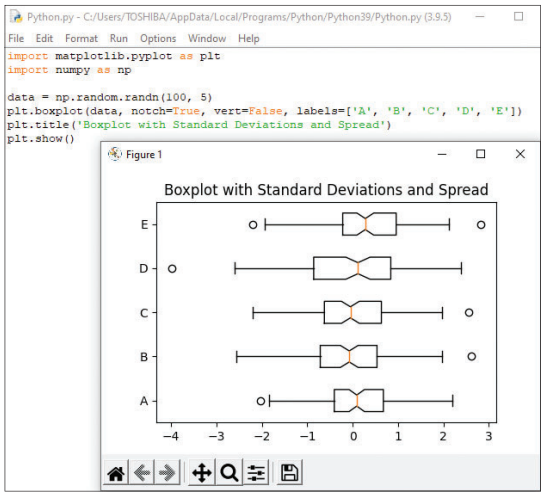

**شکل۳) نمودار جعبه‌ای با ویژگی‌های مختلف**

در مثال شـــکل٤، ابتدا با اســـتفاده از تابع np.random.randn(۵, ۱۰۰) اعـــداد تصادفی به شـــکل یک ماتریـــس ۱۰۰ در ۵ ایجاد

می‌شـــود. این ماتریس داده‌های تصادفی با توزیع نرمال استاندارد (میانگین ۰ و انحراف معیار ۱) را نمایش می‌دهد.

ســـپس با اســـتفاده از تابع boxplot از کتابخانـــه matplotlib.py-plot، نمودار جعبه‌ای از داده‌های تصادفی در قالب ماتریس رســـم می‌شـــود. با تنظیم notch به True، خط خطی در داخل هر جعبه رسم می‌شود که به نوعی نمایانگر اطلاعاتی از تخمین میانه است. با تنظیم vert به False، نمودار افقی رســـم می‌شـــود، به این معنی که جعبه‌ها در افقی قرار دارند. همچنین با تخصیص برچسب‌های labels بـــه ویژگی‌های گروه‌ها (در اینجا A تا E)، هر جعبه با یک برچسب نشان داده می‌شود.

در انتها، با اســـتفاده از تابع title، عنوان "Boxplot with Standard Deviations and Spread" به نمودار اضافه می‌شـــود و به کمک تابع ()show، امکان نمایش نمودار فراهم می‌شود.

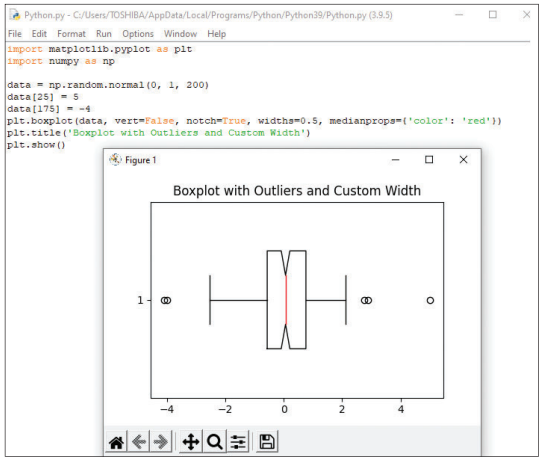



**شکل ٤) نمودار جعبه‌ای با انحراف‌های معیار و پراکنش**

در مثال ۵ با یکـــی دیگر از کاربردهای نمودار جعبه ای آشـــنا می شوید. ابتدا با اســـتفاده از تابع np.random.normal(۰, ۱, ۲۰۰)، یـــک آرایه ۲۰۰ عنصری از اعداد تصادفی با توزیع نرمال (میانگین ۰ و انحراف معیار ۱) ایجاد می‌شود. سپس با دسترسی به داده‌های این آرایه، دو داده‌ی پرت به داده‌ها اضافه می‌شود: یک داده بزرگتر از میانگین (در موقعیت ۲۵) و یـــک داده کوچکتر از میانگین (در موقعیت ۱۷۵).

در مرحله بعد، با استفاده از تابع boxplot از کتابخانه matplotlib.pyplot، نمودار جعبه‌ای از داده‌ها رســـم می‌شـــود. تنظیم vert به False نمودار را افقی نمایـــش می‌دهد. با تنظیم notch به True، خط خطی در داخل هر جعبه نشـــان می‌دهـــد که اطلاعاتی درباره تخمیـــن میانه داده‌هـــا ارائه می‌کند. تنظیـــم widths به ۰/۵ عرض جعبه‌هـــا را کمتر می‌کند. همچنین با اســـتفاده از پارامتر median-props و تنظیـــم رنگ قرمز، خط میانـــه‌ای درون جعبه‌ها را قرمز می‌کند.

در انتها، با اســـتفاده از تابع title، عنوان "Boxplot with Outliers and Custom Width" به نمودار اضافه می‌شود و با استفاده از تابع ()show همانطـــور که در مثال های قبلی نیز ذکر شـــد، نمودار به صفحه نمایش منتقل و نشان داده می‌شود. ◀




**شکل۵) نمودار جعبه‌ای با داده‌های پرت و عرض دلخواه**