



# فناوری ناب

فصلنامه علمی - تخصصی نانو بیوتکنولوژی

سال سوم / شماره یازدهم / زمستان ۱۴۰۰



**فصلنامه علمی - تخصصی فناوری ناب**

**صاحب امتیاز:** انجمن علمی دانشجویی نانویوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس (معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی)

**مدیر مسئول:** مرضیه موسی زاده

**سر دبیر:** فائزه موسی زاده

**هیئت تحریریه:** حامد سلمانی، مرضیه موسی زاده، عاطفه حسن‌لی، مهرناز رادفرجی، فاطمه صادقی، زهرا لطیفی، لادن دایی رضایی.

**هیئت داوران:** دکتر مریم نیکخواه، دکتر الناز تمجید، دکتر سارا دانشجو.

**ویراستار:** عطیه جهانگیری منش

**طراح جلد:** فائزه موسی زاده

این نشریه دارای مجوز ۲۴۶۴ / ۱۹۳د در تاریخ ۱۳۹۷/۰۲/۰۹ از معاونت دانشجویی، فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس است.

## فهرست

---

---

استنت‌های قلبی ضد پلاک آترواسکلروتیک .....	۵
بررسی رابط‌های کامپیوتری مغز .....	۱۲
ادغام نانوفناوری و کرایونیکس یا دانش برودت شناسی گامی به سوی بهبود حفاظت زیستی .....	۱۵
دانشمندان ITMO نانوکریستال‌های پروسکایتی مقاوم در برابر آب ایجاد کردند.....	۲۴
بورسیه ارasmus موندوس (Erasmus Mundus) .....	۲۷
گزارش رویداد ایران بایو .....	۳۰
اخبار علمی .....	۳۲
مسابقه ملی فناوری نانو .....	۳۴
تاریخ نگار کنفرانس‌ها و وقایع علمی .....	۳۵
معرفی کتاب .....	۳۶

## سخن سردبیر

با سلام

با تشکر از همراهی دانشجویان و اساتید گرامی، با افتخار اعلام میداریم در سالی که گذشت، چهار شماره از نشریه علمی-تخصصی فناوری ناب را به دست علم‌جویان عزیز رسانده و مقام دوم نشریات برتر را در جشنواره منتخبین و برتران حوزه نانو از طرف ستاد ویژه توسعه نانوفناوری دریافت نموده‌ایم. هم اکنون در واپسین روزهای سال ۱۴۰۰، آخرین شماره این سال را نیز به دانشجویان و اساتید عزیز تقدیم می‌کنیم. امیدواریم در سال جدید موفق به استفاده بیشتر از ظرفیت‌های علمی موجود باشیم.

همچنین، در آستانه فرا رسیدن “عید نوروز”، خودنمایی پیک بهار و آغاز سال نو، تبریک و تهنیت صمیمانه خود را تقدیم تمامی همراهان و مخاطبین نشریه فناوری ناب داشته و در پرتو الطاف بیکران خداوندی، سلامتی و بهروزی، طراوت و شادکامی، عزت و کامیابی را آرزومندیم.

فائزه موسی زاده

سردبیر نشریه فناوری ناب



## مقاله علمی

نگارنده: حامد سلمانی زارچی، دانشجوی کارشناسی ارشد نانوبیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



## استنت‌های قلبی ضد پلاک آترواسکلروتیک

## مقدمه:

دارند. از دیدگاه سازنده، استنت‌ها ساختارهای توخالی کوچک، پیچیده و استوانه‌ای شکل هستند که به یک ساختار حلقه‌ای پی در پی متشکل از یک سری استرات‌ها (struts) و عناصر اتصال دهنده شکل گرفته‌اند. روش کار استنت‌ها به طراحی آنها متکی است، که به باز نگه داشتن مسیر عروق انسان از طریق بدن کمک می‌کند.

## تکامل استنت‌های قلبی عروقی

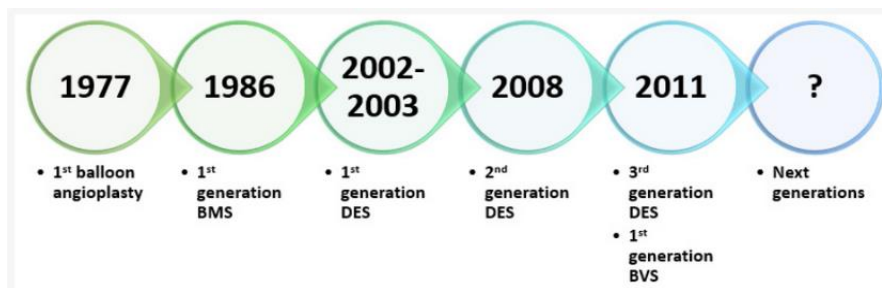
پیشرفت‌های سریع تکنولوژیکی که طی ۴۰ سال گذشته اتفاق افتاده است، تأثیر زیادی بر تکامل PCI (percutaneous coronary intervention) داشته است. اقدامات مداخله‌ای قلب و عروق بدون شک از اولین آنژیوپلاستی کرونر از طریق پوست تکامل یافته است. این تکامل با یک کاتتر بالونی که بر روی یک سیم ثابت سوار شده و به استنت‌های فلزی برهنه (BMS)، DES (Drug-eluting stents) های نسل اول و DES های مبتنی بر پلیمر زیست تخریب پذیر نسل دوم و سوم پیشرفت می‌کند، شروع می‌شود و در اواخر معرفی داربست‌های عروقی قابل جذب است (bioresorbable (BVS) vascular scaffolds)، که در حال حاضر در دست توسعه است. (شکل ۱)

شکل ۲، شماتیکی از تشکیل پلاک آترواسکلروز در طول زمان و دستگاه‌های استنت‌گذاری در یک شریان کرونر را نشان می‌دهد.

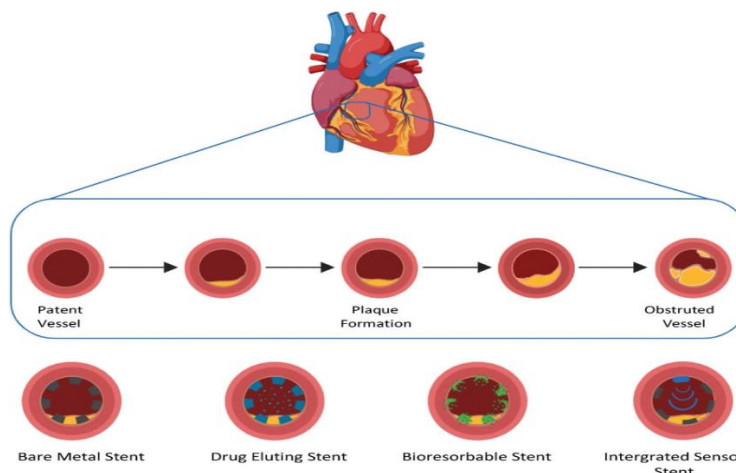
بیماری‌های قلبی عروقی به تهدیدی جدی برای زندگی انسان تبدیل شده‌اند. آن‌ها علت اصلی بستری و مرگ در سراسر جهان هستند. بیماری عروق کرونر (CAD) به ویژه، سومین علت شایع مرگ و میر در سراسر جهان است که بار عمده اقتصادی و بهداشتی را بر دوش بسیاری از کشورهای پیشرفته تحمیل می‌کند. CAD با تنگی عروق به دلیل رسوب پلاک در زیر اندوتلیوم مشخص می‌شود. سلول‌ها، چربی‌ها، کلسیم، بقایای سلولی و سایر مواد ممکن است در این رسوبات تجمع یابند و باعث ایجاد حوادث ناگهانی - کاهش لومن عروق رگ‌های خونی، محدود شدن جریان خون و تأمین ناکافی مواد مغذی و اکسیژن به عضله قلب - شود که در نهایت می‌تواند باعث انفارکتوس قلبی یا حملات ایسکمیک مغزی گذرا و سکته مغزی شود.

برای بازگرداندن جریان طبیعی خون و جلوگیری از عواقب مهم دیگر باریک شدن رگ، می‌توان با استفاده از راهنمایی‌های فلوروسکوپی و / یا آندوسکوپی، دستگاه‌های خاصی به نام استنت (stents) را در رگ آسیب دیده قرار داد. این روش در مقایسه با جراحی قلب باز کمتر تهاجمی است و در طولانی مدت با مرگ و میر پایین‌تر و در کوتاه مدت با نتایج بهتر در بیماران جدی همراه است.

بنابراین استنت‌های قلبی-عروقی وسیله نجات‌دهنده زندگی هستند که به درستی جزو ده پیشرفت برتر پزشکی قرن ما قرار



شکل ۱- تکامل استنت‌های قلبی عروقی



شکل ۲- شماتیک تشکیل پلاک آترواسکلروز در طول زمان و دستگاه‌های استنت‌گذاری در یک شریان کرونر.

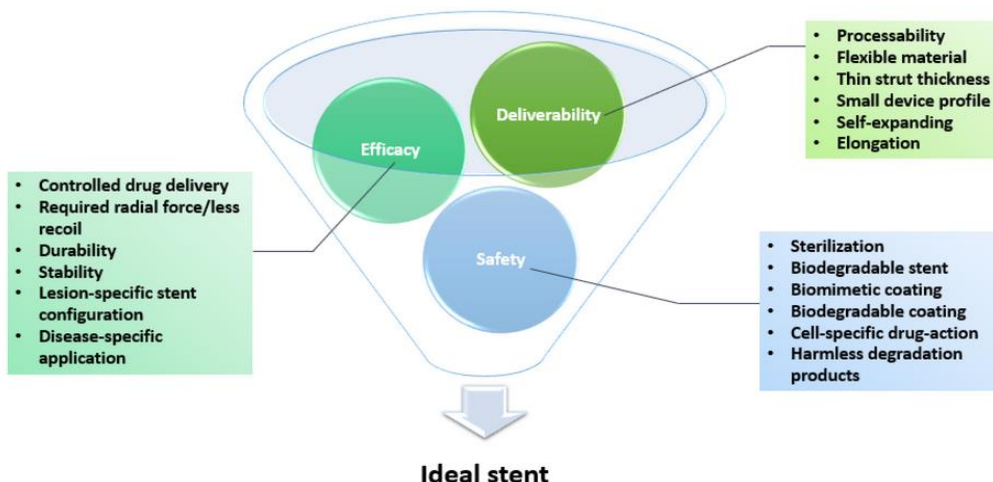
باعث ترمیم و بازسازی رگ شود. بسیاری از الزامات مختلف را می‌توان در سه دسته اصلی تقسیم کرد که هر کدام دارای چندین معیار اساسی هستند: قابلیت تحویل پذیری، اثربخشی و ایمنی (شکل ۳).

برای دستیابی به اکثر این ویژگی‌ها - اگر نه همه - بهینه‌سازی استنت را می‌توان از طریق چندین روش، از جمله توسعه پلتفرم‌های جدید استنت (با استفاده از مواد جدید یا ایجاد طرح‌های جدید)، عامل‌دار کردن سطوح استنت و استفاده از تکنولوژی‌های دقیق‌تر برای تولید به دست آورد.

با توجه به بررسی‌هایی که بین انواع مختلف استنت‌های قلبی انجام شده، پیشنهاد استنت‌های قابل جذب زیستی (Bioresorbable Stents) می‌باشد. به اختصار توضیحی در مورد این انتخاب شرح می‌دهیم:

### ویژگی‌های یک استنت ایده آل:

برای اینکه یک استنت ایده‌آل قلمداد شود، باید از نظر زیست‌سازگاری، انعطاف‌پذیری و قابلیت تحویل‌پذیری، نیروی شعاعی قوی و قابلیت رادیوپاسیتی خوب تحت فلوروسکوپی وضعیت مناسبی را از خود نشان دهد. یک وسیله ایده‌آل همچنین باید در پیگیری طولانی مدت منجر به میزان کم ترومبوژنز، هایپرپلازی نئوآنتیمال و ترومبوز استنت شود. برای تهیه درمان مؤثر برای CAD، استنت نباید با داروی فعال‌کننده تنگی مجدد عروق خون تداخل داشته باشد، باید دارو را با سرعت مناسب آزاد کند و باید از نظر بیولوژیکی بی‌اثر و از نظر مکانیکی در طولانی مدت پایدار باشد. باید حداقل ضربه (تروما) را به دیواره رگ وارد کند، باعث حداقل واکنش التهابی شود، میل اندوتلیالیزه شدن مجدد داشته باشد، داربستی برای رگ ایجاد کند و در نهایت



شکل ۳- نمایش شماتیک خصوصیات ایده آل استنت.

### استنت‌های قابل جذب زیستی

انجام آنژیوپلاستی با استنت قابل جذب مزایای بالقوه فراوانی نسبت به استنت‌های نسل حاضر ( استنت‌های فلزی بدون پوشش و استنت‌های با قابلیت رهایش دارو) دارد. از لحاظ فیزیولوژیکی، عدم حضور یک داربست فلزی صلب می‌تواند ترمیم رگ را آسان‌تر کند همچنین با تنش برشی وارده سازگاری بیشتری داشته و اتساع طولانی مدت بهتری را به دلیل بازسازی رگ فراهم کند. پس از جذب زیستی، استنت‌های نسل جدید بر خلاف استنت‌های فعلی مشکل ایجاد ترمبوز نخواهند داشت. همچنین در غیاب جسم خارجی، درمان طولانی‌مدت با مواد ضدپلاکت و سایر داروها کاهش می‌یابد. مزیت دیگر استنت‌های قابل جذب این است که در طولانی‌مدت مانعی برای درمان‌های احتمالی آینده مانند آنژیوپلاستی مجدد و گرافت‌بای- پس عروق کرونری نیستند. خواص ایده آل مواد استنت زیست‌تخریب‌پذیر در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خواص ایده آل برای مواد زیست‌تخریب‌پذیر استنت

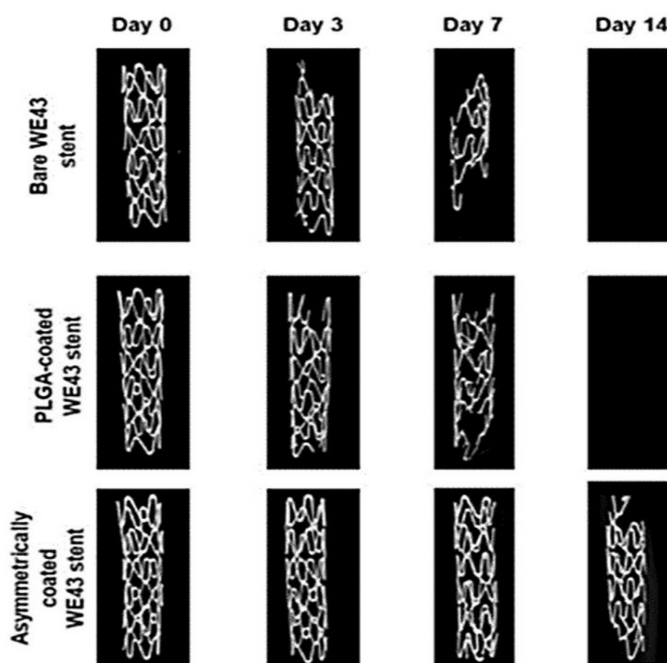
زیست سازگاری خوب
قابلیت انعطاف کافی
استحکام شعاعی کافی با حداقل برگشت فنری
رادیوپاک بودن کافی برای مشاهده و تصویربرداری
توانایی تسهیل رهایش دارو
قابلیت مهندسی شدن و تنظیم زمان‌بندی تخریب

استفاده از آلیاژ منیزیم به عنوان پلتفرم استنت، مترپالی است که ما پیشنهاد می‌کنیم. منیزیم یک ماده معدنی مورد نیاز برای عملکردهای فیزیولوژیکی گوناگون در بدن انسان است. جذب روزانه منیزیم در یک رژیم غذایی غربی برای جلوگیری از کمبود این ماده کافی است ولی برای سایر کشورها نیاز به تحقیق بیشتر است. از سرم منیزیم با غلظت‌های بالاتر از نرمال برای محافظت در برابر بیمارهای گوناگون استفاده می‌شود. غلظت خارج سلولی منیزیم توسط کلیه‌ها تنظیم می‌شود و کاتیون‌های اضافی منیزیم به طور مؤثر توسط ادرار دفع می‌شود. خوردگی منیزیم بسیار سریع است لذا برای کنترل سرعت تجزیه، این عنصر را با مواد دیگر آلیاژ می‌کنند. همچنین می‌توان از آنودایز کردن استفاده کرد. این موارد، منیزیم را به یک ماده قابل جذب زیستی و ایمپلنت زیست‌سازگار ارتقا می‌دهد. اگر چه منیزیم به صورت تجاری با درجه خلوص بالا (بیش از ۸,۹۹ درصد) قابل دسترس است، ولی استحکام کم و خوردگی سریعی در فرم غیرآلیاژی دارد. بنابراین به صورت معمول در حالت آلیاژی با طیف گسترده‌ای از عناصر گوناگون استفاده می‌شود. منیزیم ساختاری سبک دارد ولی نسبت استحکام به وزن آلیاژهای رسوب سختی منیزیم قابل مقایسه با آلیاژهای استحکام بالای آلومینیم و آلیاژهای فولاد است. در نتیجه یک داربست قابل جذب منیزیمی دارای استحکام شعاعی مناسب برای اتساع یک باریک‌شدگی آترواسکروتیکی را داشته و قادر به باز نگه داشتن لومن کرونری است. خاصیت دیگر منیزیم به عنوان یک پروتز، خواص الکتروشیمیایی آن است. تجهیزات با بارهای سطحی منفی، کمتر

PLLA از آلیاژ منیزیم WE43 همراه با پوشش Biotronik حاوی داروی Sirolimus برای ساخت استنت زیست جذب‌پذیری به نام Magmaris استفاده کرد که نتایج کلینیکی قابل قبولی داشته است.

استنت‌های آلیاژ منیزیم برهنه خیلی زود دچار خوردگی می‌شوند و به پوشش‌های پلیمری نیاز دارند تا روند تخریب آن‌ها را کند کرده و توانایی تحویل دارو را حفظ کنند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که از پوشش پلیمری برای این نوع از استنت‌ها استفاده شود (شکل ۴).

از تجهیزات با بار سطحی مثبت ترومبوژنیک هستند. منیزیم الکترون‌گاتیوی بیشتری نسبت به سایر فلزاتی که برای ایمپلنت‌ها استفاده می‌شوند، دارد لذا در بدن از خودش خواص ضد ترومبوژنیک نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که آلیاژهای حاوی آلومینیوم به دلیل عدم زیست‌سازگاری برای کاربرد در بدن مناسب نیستند. همچنین آلیاژ حاوی کلسیم نیز به دلیل تداخل در عملکرد قلب برای ساخت استنت توصیه نمی‌شود. یکی از محصولات تجاری این نوع از استنت‌ها، به عنوان مثال:



شکل ۴. تخریب استنت‌های قابل جذب مبتنی بر فلز.

### تغییرات سطح:

یک روش متفاوت برای بهبود زیست‌سازگاری، ایمنی و کارایی استنت‌ها، اصلاح سطح ایمپلنت است. پاسخ‌های بیولوژیکی را می‌توان از طریق تغییرات سطحی در سه دسته بهبود داد: تغییرات توپوگرافی، تغییرات فیزیکیوشیمیایی و عملکرد بیولوژیکی سطح.

اصلاحات توپوگرافی به ایجاد سطوح خاص نانو یا میکرو الگو با هدف تسریع در بهبودی اندوتلیال اشاره دارد. ایده پشت این استراتژی دستیابی به یک پروفایل زیست‌الهام کنترل شده است

که می‌تواند چسبندگی و مهاجرت سلول‌های اندوتلیال را به سطح استنت افزایش دهد. از این لحاظ، عمق الگو باید در محدوده زیر میکرون باشد تا از چسبندگی ناخواسته پلاکت جلوگیری شود. برای بدست آوردن سطوح صاف و عاری از آلودگی، از جمله electropolishing, mechanical polishing, chemical etching and ultrasonic cleaning و degreasing و plasma etching با فشار کم، می‌توان از طریق تیمارهای مختلف سطح، روی پلتفرم‌های استنت استفاده کرد.



خواص بیولوژیکی مناسب تسهیل می‌کنند، یک زمینه جدید تحقیقاتی است. پوشش‌های چند منظوره‌ای که از نظر هم افزایی ویژگی‌هایی از جمله اصلاح میزان تخریب مواد بالک، کاهش خطر ابتلا به ترومبوز، تسریع در تکثیر سلول‌های اندوتلیال یا حتی دارا بودن دستگاه با ویژگی‌های جدید را مورد توجه خاص قرار می‌دهد.

رویکرد نوآورانه دیگر گنجاندن نشانگرهای زیستی در پوشش استنت است. در این راستا، محققان استفاده از CD146 را به عنوان یک هدف متمایز برای تصرف سلول‌های پیش‌ساز اندوتلیال پیشنهاد کرده‌اند. نویسندگان یک مطالعه این آنتی بادی‌ها را بر روی استنت‌های کبات کروم که با نانو فیلامنت‌های سیلیکون پوشانده شده‌اند، immobilize می‌کنند و در نتیجه دستگاه‌های برتر اندوتلیالیزاسیون مجدد را تسریع می‌کنند و از عود تنگی مجدد شریان جلوگیری می‌کنند.

یکی از این پیشرفت‌ها برای استنت‌های مبتنی بر منیزیم در دسترس است، که می‌تواند از طریق تیمار قلیایی و به دنبال آن immobilization با پلی دوپامین و اسید هیالورونیک از طریق جذب الکترواستاتیک قوی و پیوند کووالانسی بین گروه کربوکسیل اسید هیالورونیک و گروه‌های آمین یا هیدروکسیل پلی دوپامین بهبود یابد. از این رو، می‌توان یک پوشش منیزیم / OH / پلی دوپامین / اسید هیالورونیک به دست آورد؛ تعادل بهینه زیست سازگاری - ضدترومبوژنیستی که با تنظیم محتوای اسید هیالورونیک در سطح پلی دوپامین حاصل می‌شود.

تکنیک راهنمایی کنونی برای PCI (percutaneous coronary intervention)، فلوروسکوپی اشعه ایکس است که به دلیل کنتراست ضعیف در بافت نرم و محدودیت در یک صفحه، مانع جهت‌یابی دقیق ابزارهای اندوواسکولار می‌شود. از طریق تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) می‌توان به راهنمایی ایمن و دقیق‌تری دست یافت، اما در دسترس بودن استنت‌های قابل مشاهده با MRI محدود است. یکی از راه‌های حل این مشکل ایجاد دستگاه‌های عامل‌دار شده حل این مشکل ایجاد دستگاه‌های عامل‌دار شده superparamagnetic iron oxide (SPIO) است که به شما امکان کنترل بهتر استقرار استنت را می‌دهد و در نتیجه سرعت عوارض ناشی از ایمپلنت‌گذاری را کاهش می‌دهد. با استفاده از نانوذرات SPIO در یک پلیمر زیست سازگار (به عنوان

چسبندگی و گسترش اندوتلیال نیز می‌تواند از طریق تغییرات فیزیکوشیمیایی اصلاح شود. اینها را می‌توان با تولید گروه‌های عاملی مناسب و یا تعدیل انرژی سطح انجام داد. برای این منظور می‌توان از اکسیدها و نیتريد‌های فلزات استفاده کرد. همچنین می‌توان از طریق تکنیک‌های مختلف فیزیکوشیمیایی، از جمله پاشش مگنترون، لایه نشانی لیزر پالسی و تبخیر لیزر پالسی به کمک زمینه (matrix-assisted pulsed laser evaporation)، فلزات و پلیمرها را لایه نشانی کرد. نمونه دیگری از اصلاح سطح شیمیایی استنت‌ها، Molecular layer deposition (MLD) سیلان‌ها است که ترکیباتی غنی از گروه‌های عاملی مفید هستند.

دسته دیگری از تغییرات سطحی، عملکرد بیولوژیکی است که به immobilization سطحی بیومولکول‌ها با خواص بیولوژیکی خاص اشاره دارد در حالی که خصوصیات مکانیکی اصلی ماده بدون تغییر باقی مانده است. برهمکنش‌های سلول و مواد را می‌توان با استفاده از بیومکرولکول‌ها (به عنوان مثال هپارین، فوکوئیدان، سولفات کندرویتین، اسید هیالورونیک، ترکیبات آنتی‌اکسیدان یا کلاژن) بهبود داد که باعث کاهش وقایع مفید برای بازسازی ناحیه آسیب دیده با اندوتلیوم عملکردی می‌شود.

هپارینه کردن (Heparinization) سطح یکی از متداول‌ترین روش‌های افزایش سازگاری بافتی است. این به دلیل اثرات مفید هپارین در جلوگیری از هایپرپلازی اینتیمال و مهار تکثیر و مهاجرت سلول‌های عضله صاف است. بار منفی هپارین، که توسط بسیاری از گروه‌های سولفور و کربوکسیل اعطا می‌شود، واسطه برهمکنش‌ها با آنزیم‌ها، مهارکننده‌های استراز، پروتئاز، کموکین‌ها و فاکتورهای رشد است. راه حل دیگر، استفاده از پپتید تقلیدی CD31 برای حمایت از هموستاز عروقی و ترمیم دیواره شریانی است. ثابت شده است که چنین عامل‌دار کردن سطحی موفقیت آمیز است. یک هفته پس از ایمپلنت گذاری، گزارش شده است که پایه‌های تقلیدی CD31 بدون پلاکت / لکوسیت فعال شده اندوتلیالیزه شده اند، در حالی که چهار هفته پس از استنت گذاری کاهش قابل توجهی در توسعه نئو آنتیما در مقایسه با استنت‌های فلزی برهنه مشاهده شده است. کاربرد پوشش‌ها نیز در زیر چتر گسترده تغییرات سطح قرار می‌گیرد. توسعه مواد و طرح‌های پوشش دهنده که دارو را در عین حفظ

علاوه بر این، استنت‌های هوشمند را می‌توان به جای دستگاه‌های پشتیبانی ساده معرفی کرد. محققان پلترم‌های نوین قابل کاشت و زیست سازگار را پیشنهاد داده‌اند که می‌توانند جریان خون را با استفاده از مبدل‌های اولتراسونیک کوچک شده اندازه‌گیری کنند. چنین سیستم‌هایی انعطاف پذیری دارند زیرا می‌توانند اطلاعات را به صورت بی‌سیم منتقل و دریافت کنند. بنابراین، استنت‌های هوشمند قادر به جلوگیری از عود تنگی مجدد عروق خون، در حالی که همزمان نتایج پس از ایمپلنت‌گذاری را در محل کنترل می‌کنند، می‌باشند.

آینده دیگر جایگزینی روش سنتی ایمپلنت گذاری است. با توجه به موفقیت در انتقال دارو از طریق رگ‌های خونی که توسط یک ربات بسیار دقیق، زیست‌سازگار و قابل چاپ سه بعدی امکان پذیر شده است، توسعه‌دهندگان از ETH زوریخ شروع به بررسی میکروربات‌ها برای استقرار استنت کرده‌اند. علاوه بر این، در همان دانشگاه، فناوری جدید چاپ D۴ برای ساخت استنت‌های قلبی - عروقی با ابعادی ۴۰ برابر کوچکتر از نمونه‌های موجود در حال حاضر، معرفی شده است.

#### نتیجه :

به طور خلاصه، بیماری‌های قلبی-عروقی تهدیدی جدی برای بخش عمده‌ای از جمعیت جهانی است و کیفیت زندگی و مدت زمان آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به ویژه، عود تنگی شریانی ناشی از رسوب پلاک در پشت یک آبشار فاجعه تشدید کننده حوادث قرار دارد.

هر مرحله از پیشرفت تکنولوژی در استنت‌های داخل کرونر با بهبود نتایج آن در کوتاه مدت و بلند مدت، بر مداخله کرونر از طریق پوست تأثیر گذاشته است. استنت‌های Drug-eluting به عنوان استاندارد مراقبت در PCI تبدیل شده‌اند، زیرا پلترم‌های معاصر (DES) Drug-eluting stents دارای پیشرفت‌های چشمگیری در طراحی داربست، سازگاری با پلیمرها و تحویل داروهای ضد تکثیر هستند. علاوه بر این، استنت‌های قابل جذب (bioresorbable) اخیراً به عنوان یک راه حل مناسب در صورت نیاز به استنت‌های دائمی ظاهر شده‌اند، زیرا تخریب آن‌ها امکان جلوگیری از اثرات طولانی مدت نامطلوب را

مثال (PLGA) که به عنوان یک پوشش چند منظوره عمل می‌کند، می‌توان چنین استنت‌هایی را بدست آورد.

با استفاده از نور مادون قرمز، توموگرافی انسجام نوری (Optical coherence tomography) امکان ارزیابی دقیق پلاک‌های آترواسکلروتیک کرونر و پاسخ عروقی به دستگاه‌های مداخله‌ای کرونر، مانند استنت‌های کرونر نسل جدید را فراهم می‌کند. توموگرافی انسجام نوری همچنین می‌تواند به عنوان راهنما برای مداخله کرونر استفاده شود.

برخی از آنالیزهایی که برای این محصولات می‌تواند اعمال شود، به عنوان مثال:

SEM analysis - Micro-CT study - Optical coherence tomography (OCT) analysis - Histological analysis - Quantitative coronary angiography - Statistical analyses

#### چشم اندازهای آینده:

در حال حاضر، استنت‌ها بیشتر توسط برش لیزری یا سایر روش‌های ساخت، مانند electrode discharge, photochemical machining, etching from tubing, forming, مانند braiding و knitting تولید می‌شوند. با این حال، این فناوری‌ها می‌توانند از طریق پیشرفت در واقعیت افزوده (AR) (augmented reality)، چاپ سه بعدی و یادگیری عمیق (DL) به روز یا جایگزین شوند. به طور خاص، با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در مورد رگ‌های خونی از طریق AR و DL، می‌توان موادی مانند PLA, polydiolcitrate یا شیشه‌های فلزی را به صورت سه بعدی در دستگاه‌های قلبی-عروقی با طرح‌های متمایز از آنچه در بازار موجود است، چاپ کرد. استفاده از چنین فناوری‌هایی دریچه‌ای برای دستگاه‌های خاص بیمار باز می‌کند که می‌توانند نیازهای دقیق هر فرد را برآورده کند. به این ترتیب می‌توان با ایجاد استنت‌های قلبی-عروقی سفارشی متناسب با شرایط فیزیولوژیکی رگ‌های خونی و وضعیت پاتولوژیک، چالش‌های ایمنی‌زایی، التهاب، تشکیل بافت فیبری، تخریب مواد و سمیت سلولی را برطرف کرد.

magnesium-based drug-eluting stent in porcine coronary artery. *Sci Rep* **11**, 7330 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86803-0>

7. Andreou I, Stone PH, Ikonomidis I, Alexopoulos D, Sabaté M. Recurrent atherosclerosis complications as a mechanism for stent failure. *Hellenic J Cardiol.* 2020 Jan-Feb;61(1):9-14. doi: 10.1016/j.hjc.2019.04.007. Epub 2019 Apr 26. PMID: 31034959.
8. [http://www.ijs.ir/library/upload/article/af\\_272\\_227311%20Artery%20Stents%20-%20Dr.%20Sadegh%20Abadi%20%202052.pdf](http://www.ijs.ir/library/upload/article/af_272_227311%20Artery%20Stents%20-%20Dr.%20Sadegh%20Abadi%20%202052.pdf)
9. <https://iranbmomag.com/%D8%B2%D9%8A%D8%B3%D8%AA-%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DA%AF%D8%A7%D8%B1%D9%8A-%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D9%86%D8%AA-%D9%87%D8%A7%D9%8A-%D9%82%D9%84%D8%A8%D9%8A-%D8%B9%D8%B1%D9%88%D9%82%D9%8A/>

فراهم می‌کند. با این حال، چالش‌ها هنوز هم ممکن است بوجود آیند و هنوز هم افرادی هستند که از نقص استنت، ترومبوز یا عود مجدد تنگی عروق، صرف نظر از ایمنی عالی و کارایی جدیدترین دستگاه‌ها در مقایسه با نسل‌های قبلی، رنج می‌برند. بنابراین مواد جدیدی برای هر دو پلتفرم استنت و پوشش‌های پلیمری باید بررسی شود و طرح‌های بهتر استنت ساخته شود.

برای نتیجه‌گیری، با وجود استفاده از ده‌ها سال، استنت‌ها هنوز پتانسیل تحقیق قابل توجهی دارند. بهینه‌سازی استنت باید در تمام مراحل از طراحی و انتخاب مواد و روش ساخت گرفته تا روش عامل‌دار کردن و ایمپلنت گذاری سطح انجام شود.

#### منابع :

1. Scafa Udriște, A.; Niculescu, A.-G.; Grumezescu, A.M.; Bădilă, E. Cardiovascular Stents: A Review of Past, Current, and Emerging Devices. *Materials* **2021**, *14*, 2498. <https://doi.org/10.3390/ma14102498>
2. Borhani, S., Hassanajili, S., Ahmadi Tafti, S.H. *et al.* Cardiovascular stents: overview, evolution, and next generation. *Prog Biomater* **7**, 175–205 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40204-018-0097-y>
3. Tovar Forero, MN, van Zandvoort, L, Masdjedi, K, et al. Serial invasive imaging follow-up of the first clinical experience with the Magmaris magnesium bioresorbable scaffold. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020; 95: 226–231. <https://doi.org/10.1002/ccd.28304>
4. Rapetto C, Leoncini M. Magmaris: a new generation metallic sirolimus-eluting fully bioresorbable scaffold: present status and future perspectives. *J Thorac Dis.* 2017;9(Suppl 9):S903-S913. doi:10.21037/jtd.2017.06.34
5. Hoare, D., Bussooa, A., Neale, S., Mirzai, N., Mercer, J., The Future of Cardiovascular Stents: Bioresorbable and Integrated Biosensor Technology. *Adv. Sci.* 2019, 6, 1900856. <https://doi.org/10.1002/advs.201900856>
6. Zhu, J., Zhang, X., Niu, J. *et al.* Biosafety and efficacy evaluation of a biodegradable



مقاله علمی

نگارنده: عاطفه حسن‌لی، دانشجوی کارشناسی ارشد نانوبیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



## بررسی رابط‌های کامپیوتری مغز

BCI یک سیستم هوش مصنوعی است که می‌تواند مجموعه خاصی از الگوها را در سیگنال‌های مغز به دنبال پنج مرحله متوالی شامل کسب سیگنال، پیش پردازش یا افزایش سیگنال، استخراج ویژگی، طبقه‌بندی و رابط کنترل، تشخیص دهد. مرحله دریافت سیگنال مغز را تسخیر می‌کند، سیگنال می‌دهد و همچنین ممکن است کاهش نویز و پردازش مصنوع را انجام دهد. مرحله طبقه‌بندی سیگنال‌ها را با در نظر گرفتن بردارهای ویژگی طبقه‌بندی می‌کند؛ بنابراین برای دستیابی به تشخیص مؤثر الگو، انتخاب ویژگی‌های متمایز مؤثر به منظور رمزگشایی مقاصد کاربر ضروری است.

مطالعات موفقیت آمیز بر روی پدیده‌های سیگنال مغز وزن بیشتری را به این موضوع اختصاص داده است، این پیشرفت‌ها توسعه هر چه بیشتر سخت‌افزار و نرم‌افزار کامپیوتر ارزان تر و امکان تجزیه و تحلیل آنلاین پیچیده‌تری را فراهم کرده است.

### رویکردهای تصویربرداری عصبی در BCIs

از سیگنال‌های مغزی برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد اهداف کاربر استفاده می‌شود.

BCIs برای این منظور، بر یک ضبط تکیه می‌کنند... مرحله‌ای که فعالیت مغز را اندازه‌گیری می‌کند و اطلاعات را به سیگنال‌های الکتریکی قابل انتقال تبدیل می‌کند. دو نوع فعالیت مغز را می‌توان تحت نظر داشت: الکتروفیزیولوژیک و همودینامیک. اطلاعات با فعالیت الکتروفیزیولوژیک توسط فرستنده‌های الکتروشیمیایی درحال تبادل بین نورون‌ها ایجاد می‌شود. پاسخ همودینامیک فرآیندی است که در آن خون گلوکز را به نورون‌های فعال با سرعت بیشتری نسبت به ناحیه نورون‌های غیرفعال آزاد می‌کند.

رابط مغز و کامپیوتر (BCI) که یک ارتباط سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است، سیستمی است که به فعالیت مغزی برای کنترل رایانه‌ها یا دستگاه‌های خارجی اجازه می‌دهد. هدف کلی تحقیقات BCI ارائه قابلیت‌های ارتباطی در افراد ناتوانی که کاملاً فلج شده‌اند یا به دلیل عصبی-عضلانی به اصطلاح "قفل" شده‌اند، مانند اختلالاتی مانند اسکروز جانبی آمیوتروفیک، سگته مغزی یا آسیب نخاعی است. در اینجا، ما به بررسی اجمالی پیشرفته‌ترین BCI ها می‌پردازیم در ابتدا به بررسی روش‌های تصویربرداری عصبی که هر یک فعالیت عملکردی متفاوت مغز را به عنوان فعالیت الکتریکی، مغناطیسی یا متابولیک در مرحله اکتساب سیگنال نظارت می‌کند، می‌پردازیم.

دوم، بررسی متفاوت سیگنال‌های کنترل الکتروفیزیولوژیکی در فعالیت مغز که مقاصد کاربر را تعیین می‌کنند و می‌توان آنها را شناسایی کرد، مورد بحث قرار می‌گیرد.

رابط مغز و کامپیوتر (BCI) که به آن رابط ماشین مغز (BMI) نیز گفته می‌شود، یک سخت‌افزار و سیستم ارتباطی نرم‌افزاری است که انسان را قادر می‌سازد بدون درگیری اعصاب و ماهیچه‌های محیطی و با استفاده از سیگنال‌های کنترلی تولید شده از فعالیت الکتروانسفالوگرافی، با محیط اطراف خود تعامل داشته باشد.

BCI یک کانال غیرعضلانی جدید برای انتقال پیام از یک فرد ایجاد می‌کند. مقاصد نیز دستگاه‌های خارجی مانند رایانه‌ها، سینت سایزرهای گفتار، وسایل کمکی و عصبی پروتزها می‌باشند و این امر به ویژه برای افراد دارای ناتوانی حرکتی شدید جذاب است.

جدول ۱- خلاصه ای از روش‌های تصویربرداری عصبی

Neuroimaging method	Activity measured	Direct/ Indirect Measurement	Temporal resolution	Spatial resolution	Risk	Portability
EEG	Electrical	Direct	~0.05 s	~10 mm	Non-invasive	Portable
MEG	Magnetic	Direct	~0.05 s	~5 mm	Non-invasive	Non-portable
ECoG	Electrical	Direct	~0.003 s	~1 mm	Invasive	Portable
Intracortical neuron recording	Electrical	Direct	~0.003 s	~0.5 mm (LFP) ~0.1 mm (MUA) ~0.05 mm (SUA)	Invasive	Portable
fMRI	Metabolic	Indirect	~1 s	~1 mm	Non-invasive	Non-portable
NIRS	Metabolic	Indirect	~1 s	~5 mm	Non-invasive	Portable

با این حال، پدیده‌های فیزیولوژیکی برخی از سیگنال‌های مغزی به گونه‌ای رمزگشایی شده‌اند که افراد ممکن است یاد بگیرند که آنها را به میل خود تعدیل کنند تا سیستم‌های BCI برای تفسیر مقاصد خود فعال شوند.

در BCI s این سیگنال‌ها به عنوان سیگنال‌های کنترلی ممکن در نظر گرفته می‌شوند.

### انواع سیگنال کنترل در BCI s

هدف BCI تفسیر اهداف کاربر از طریق نظارت بر فعالیت مغزی است. سیگنال‌های مغز شامل چندین پدیده همزمان مرتبط با وظایف شناختی هستند. اکثر آنها هنوز غیر قابل درک هستند و منشأ آنها ناشناخته است.

جدول ۲- خلاصه سیگنال‌های کنترلی

Signal	Physiological phenomena	Number of choices	Training	Information transfer rate
VEP	Brain signal modulations in the visual cortex	High	No	60-100 bits/min
SCP	Slow voltages shift in the brain signals	Low (2 or 4, very difficult)	Yes	5-12 bits/min
P300	Positive peaks due to infrequent stimulus	High	No	20-25 bits/min
Sensorimotor rhythms	Modulations in sensorimotor rhythms synchronized to motor activities	Low (2, 3, 4, 5)	Yes	3-35 bits/min

### انواع BCI s

#### الگوریتم‌های طبقه‌بندی

هدف از مرحله طبقه‌بندی در یک سیستم BCI، شناسایی مقاصد کاربر بر اساس یک بردار ویژگی است که فعالیت مغز ارائه شده توسط مرحله ویژگی را مشخص می‌کند. از رگرسیون یا

BCI s ها را می‌توان به (۱) برون‌زا یا درون‌زا و (۲) همزمان (با سرعت نشانه) یا غیرهمزمان (خود گام) و همچنین به وابسته و مستقل طبقه‌بندی کرد که هر یک تعاریف خود را دارد و تفاوت‌هایی که بین انواع آنها وجود دارد.

الگوریتم‌های طبقه‌بندی برای رسیدن به این هدف می‌توان استفاده کرد، اما در حال حاضر محبوب‌ترین رویکرد استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی می‌باشد.

جدول ۳- خلاصه روش‌های طبقه‌بندی

	Approach	Properties	Applications
Generative model	Bayesian analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assigns the observed feature vector to the labeled class to which it has the highest probability of belonging</li> <li>Produces nonlinear decision boundaries</li> <li>Not very popular in the BCI systems</li> </ul>	[245–248]
	LDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simple classifier with acceptable accuracy</li> <li>Low computation requirements</li> <li>Fails in the presence of outliers or strong noise. Regularization required</li> <li>Usually two class. Extended multiclass version exists.</li> <li>Improved LDA versions: BLDA, FLDA</li> </ul>	[179,230,231, 233–235]
Non-linear	SVM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linear and non-linear (Gaussian) modalities</li> <li>Binary or multiclass method</li> <li>Maximizes the distance between the nearest training samples and the hyperplanes</li> <li>Fails in the presence of outliers or strong noise. Regularization required</li> <li>Speedy classifier</li> </ul>	[131,228,230, 237,239–244]
	k-NNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uses metric distances between the test feature and their neighbors</li> <li>Multiclass</li> <li>Efficient with low dimensional feature vectors. Very sensitive to the dimensionality of the feature vectors</li> </ul>	[227–229]
	ANN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Very flexible classifier</li> <li>Multiclass</li> <li>Multiple architectures (PNN, Fuzzy ARTMAP ANN, FIRNN, PeGNC)</li> </ul>	[200,215, 249–256]

کسب دانش بیشتر در این زمینه به مقاله ارائه شده در ذیل مراجعه نمایند.

منبع:

Luis Fernando Nicolas-Alonso \* and Jaime Gomez-Gil  
 Department of Signal Theory, Communications and Telematics Engineering, University of Valladolid,  
 Valladolid 47011, Spain; E-Mail: [jgomgil@tel.uva.es](mailto:jgomgil@tel.uva.es)

\* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: [lnicalo@ribera.tel.uva.es](mailto:lnicalo@ribera.tel.uva.es);  
 Tel.: +34-690-357-486; Fax: +34-983-423-667.  
 Received: 29 December 2011; in revised form: 16 January 2012 / Accepted: 29 January 2012 / Published: 31 January 2012

### برنامه‌های کاربردی BCI

BCI به کاربران خود کانال‌های ارتباطی و کنترل جدیدی را بدون هیچ گونه مداخله‌ی اعصاب و عضلات محیطی، ارائه می‌دهند.

جمعیت‌های هدف اصلی برای کاربردها به سه کلاس تقسیم می‌شوند:

گروه اول شامل بیماران حالت قفل کامل که تمام کنترل حرکتی خود را از دست داده اند (CLIS).

گروه دوم شامل بیمارانی که تقریباً به طور کامل فلج هستند و حالت قفل شده دارند (LIS).

گروه سوم از کاربران بالقوه شامل افراد توانا و کسانی که کنترل عصبی-عضلانی قابل توجهی دارند.

در ارتباطات، موتور ترمیمی، کنترل محیطی، حرکت، سرگرمی و موارد دیگر می‌توان از این سیستم برای افراد استفاده کرد.

در این نوشته سعی شد معرفی اجمالی از سیستم‌های BCI و کاربردهای آن در طی بیست ساله گذشته که مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است، صورت پذیرد. علاقمندان می‌توانند برای



## مقاله علمی

نگارنده: لادن دایی رضایی، دانشجو کارشناسی ارشد نانو بیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



## ادغام نانوفناوری و کرایونیکس یا دانش برودت شناسی، گامی به سوی بهبود حفاظت زیستی

اهدایی در بریتانیا، دور انداخته می‌شوند؛ عمدتاً به دلیل زمان محدود موجود برای یافتن گیرندگان مناسب! از این ضایعات گسترده می‌توان با نگهداری انجمادی، که در حال حاضر تنها راه حل واقعی نگهداری طولانی مدت است، جلوگیری کرد. بهبود قابلیت بانک‌داری اعضا بسیاری از حوزه‌های پزشکی، نه تنها پیوند، بلکه مهندسی بافت، پزشکی تروما، ناباروری، تحقیقات اولیه زیست‌پزشکی و کشف دارو را نیز بهبود می‌بخشد.

به طور خاص، کشف و آزمایش دارو می‌تواند از نگهداری برش‌های بافت در سرما بهره‌مند شود. برش‌های بافت نشان‌دهنده ابزاری قدرتمند در شرایط آزمایشگاهی برای مطالعه فرآیندهای بیولوژیکی هستند، زیرا شباهت زیادی به اندامی دارند که از آن مشتق شده‌اند و حاوی تمام انواع سلول‌های خاص موجود در اندام هستند. انجماد برش‌های بافت استفاده از آن‌ها را در تحقیقات دارویی-سم شناسی و شناسایی اثرات نامطلوب تسهیل می‌کند و منجر به استفاده مؤثر از مواد اندام انسان و کاهش استفاده از حیوانات آزمایشگاهی می‌شود.

حفاظت زیستی به دو طریق انجام می‌گیرد:

روش انجماد آهسته (Freezing) رایج‌ترین روش انجماد در کلینیک‌ها و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی امروزه است (یعنی فاز مایع به فاز کریستالی جامد تغییر می‌کند). در این روش ابتدا آب داخل سیتوپلاسم با مواد محافظ سرما CPA/Cryoprotectant (Agents) جایگزین می‌کند که آسیب سلولی را به حداقل می‌رساند و سرعت سردسازی را مطابق با نفوذپذیری غشای سلولی تنظیم می‌کند. به طور معمول، سلول‌های پستانداران با

کرایوبیولوژی علمی‌ست که در آغاز قرن بیستم برای حفظ سلول‌ها و بافت‌ها با الهام از طبیعت و مطالعه گونه‌های حیوانی توسعه یافت. قرن‌های بعد نشان داده‌اند که اثر نگهدارنده آن در محروم کردن سیستم‌های بیولوژیکی از انرژی حرارتی مورد نیاز برای حرکت طبیعی مولکولی و متابولیسم است و در نتیجه فرآیندهای سلولی و تجزیه را کاهش می‌دهد.

مشاهدات روی برخی قورباغه‌های *Rana sylvatica* و خرس‌های آبی *Tardigrada* که با جایگزین کردن آب موجود در بدن خود با گلوکز بسیار غلیظ به عنوان یک ماده ضد انجماد، قابلیت زندگی در دماهای بسیار پایین و به حداقل رساندن متابولیسم را پیدا می‌کنند.

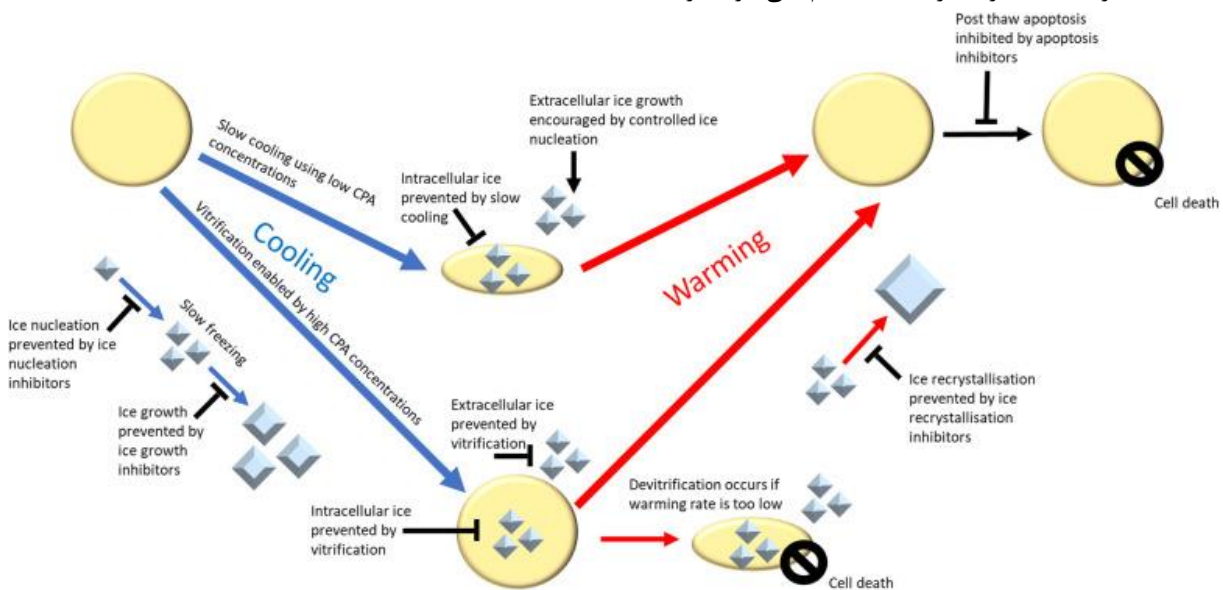
نگهداری در سرما کاربردهای متعدد و مهمی به ویژه در پزشکی با اهداف تحقیقاتی و بالینی، حفظ فرآورده‌های خونی، جابجایی اندام‌ها یا حفظ طولانی مدت سلول‌ها و مواد ژنتیکی در حال انقراض، پیوند اعضا و کشف داروها دارد. این واقعیت که انجماد می‌تواند به طور قابل توجهی تمام سینتیک‌های واکنش‌های بیوشیمیایی را کاهش دهد، آن را ابزاری جذاب جهت حفظ اندام‌ها و بنابراین تسهیل پیوند می‌کند. فقدان اعضای قابل پیوند تا حدی ناشی از کمبود اعضای اهدایی مناسب است، اما مهم‌تر از آن فقدان قابلیت نگهداری است. اگرچه تعداد اعضای پیوندی بسیار کمتر از آنچه در سراسر جهان مورد نیاز است، تخمین زده می‌شود، تقریباً دو سوم قلب‌های اهدایی در جهان، ۲۰٪ از کلیه‌های اهدایی در ایالات متحده آمریکا و ۵۰٪ از پانکراس‌های

دستیابی به نرخ‌های انتقال حرارت بالاتر و به حداقل رساندن سطوح CPA، روش شیشه‌ای شدن با حداقل حجم نمونه (minimum sample volume-based vitrification technique) توسعه یافته‌اند. این روش‌ها سلول‌ها را در حجم‌های میکرو و نانو دستکاری می‌کنند. به عنوان مثال، کانال‌های میکروفلوئیدیک برای بارگیری و تخلیه تدریجی سلول‌ها با CPA، به منظور به حداقل رساندن شوک اسمزی استفاده شده‌اند. انجماد شیشه‌ای در نهایت یک حالت شیشه مانند پایدار ایجاد می‌کند و محتویات مولکولی را به طور نامحدود حفظ می‌کند.

نکته قابل توجه، freezing برای طیف وسیعی از حجم نمونه اعمال می‌شود، در حالی که vitrification معمولاً اندازه کاربرد کوچکی دارد.

سرعت ۱ درجه سانتیگراد در دقیقه در غلظت CPA کمتر از ۱.۵ M منجمد می‌شوند. در این روش کریستال‌های یخ به تدریج با کاهش دما رشد می‌کنند و املاح را حذف نمی‌کنند و در نتیجه باعث افزایش غلظت املاح می‌شوند. همچنین سرعت سرد شدن خیلی کم می‌تواند منجر به آسیب سرمایی ناشی از اثرات محلول شود. از سوی دیگر، سرعت باید به اندازه کافی آهسته باشد تا زمان کافی برای خروج آب از سلول‌ها وجود داشته باشد تا از تشکیل یخ درون سلولی جلوگیری شود.

فرآیند شیشه‌ای شدن (Vitrification) یک روش انجماد جایگزین است که از دست دادن بقای سلول ناشی از تشکیل کریستال یخ را از طریق انتقال سریع فاز از مایع به جامد شیشه‌مانند برطرف می‌کند (یعنی انجماد به حالت شیشه‌ای بدون تشکیل یخ). این روش به واسطه غلظت‌های بالاتر CPA تا شش برابر بیشتر نسبت به انجماد آهسته و سرد شدن سریعتر تا ۲۵۰۰۰ درجه سانتیگراد در دقیقه انجام می‌گیرد. برای



شکل ۱- مروری بر مکانیسم‌های انجماد و CPAs. انجماد از خنک‌سازی آهسته استفاده می‌کند، که در آن نمونه با سرعت کنترل‌شده منجمد می‌شود تا آب از سلول خارج شود و از تشکیل یخ درون سلولی جلوگیری کند، یا از انجماد که در آن نرخ انجماد بالا و/یا غلظت CPA بالا از تشکیل یخ جلوگیری می‌کند.

می‌افتد که یک نمونه شیشه‌ای شده خیلی آهسته گرم شود و در نتیجه یخ تشکیل شود. همچنین می‌توان از مهارکننده‌های آپوپتوز برای جلوگیری از مرگ سلول‌ها پس از انجماد در اثر آپوپتوز ناشی از استرس استفاده کرد.

تشکیل یخ را می‌توان با مهارکننده‌های هسته‌زایی (Nucleation) یخ، هسته‌زایی کنترل‌شده یخ، مهارکننده‌های رشد یخ یا بازدارنده‌های تبلور مجدد یخ کنترل کرد. جداسازی شیشه (Devitrification) زمانی اتفاق



مکان درون سلولی آنها، مکانیسم رشد آنها، شکل آنها (مکعب در مقابل شش ضلعی) و سرعت گرم شدن.

به عنوان مثال، در دماهای کمتر از ۴ درجه سانتی گراد، چگالی آب با افزایش حجم آن کاهش می‌یابد، در حالی که در دمای زیر صفر، آب متبلور می‌شود و افزایش حجم ناشی از آن ممکن است باعث آسیب ناشی از سرما به سلول‌ها شود. برای رسیدگی به این چالش‌های حفظ زیستی، دو روش به‌طور سنتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند - انجماد آهسته و سریع. هر دوی این روش‌ها ممکن است منجر به آسیب سلولی در حین بارگیری/تخلیه عوامل حفاظت در برابر انجماد (CPAs)، مراحل انجماد و ذوب شوند. برای کاهش میزان آسیب ناشی از یخ، پروتکل‌های انجماد معمولاً از CPA استفاده می‌کنند. برخی از اثرات اصلی کاهش غلظت الکترولیت‌ها و همچنین کاهش تشکیل یخ به واسطه پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب برای جلوگیری از پیوند آنها با کریستال‌های یخ است. اگرچه CPA ها به عنوان معرف‌های نگهدارنده استفاده می‌شوند، اما می‌توانند سمی بوده و اثرات منفی بر عملکرد سلول داشته باشند. از این دست گلیسرول، پروپیلن گلیکول (PG)، اتیلن گلیکول (EG) و دی متیل سولفوکسید (DMSO) را می‌توان نام برد.

توانایی در محصور کردن سلول‌ها در قطرات نانولیتتری انواع مختلف سیالات از جمله CPAها و هیدروژل‌ها، همراه با نانومواد مانند نانوذرات مغناطیسی، قابلیت‌های جدیدی را برای دستکاری سلول‌ها و سیالات زیستی ممکن می‌سازد. به عنوان مثال، یک سیستم خروجی با جریان بالا (ejector-based system) برای تولید قطرات نانولیتتر طراحی شده است، که می‌تواند با سردسازی فوق‌العاده سریع پس از پرتاب مستقیم به نیتروژن مایع یا روی یک لایه نازک (Thin Field) که بعداً در نیتروژن مایع غوطه‌ور می‌شود، شیشه‌ای شود. این رویکرد به طور موفقیت‌آمیزی برای حفظ انجماد تخمک‌های موش با مطالعات عملکردی سلول‌های پس از ذوب (thawing) برای توسعه بکرزایی (parthenogenetic) اعمال شده است. این روش مقادیر کمتری CPA را برای شیشه‌ای شدن نیاز دارد و استرس اسمزی روی سلول‌ها را در طول بارگذاری CPA قبل از شیشه‌ای شدن و تخلیه پس از ذوب کاهش می‌دهد. افق‌های جدید در انجماد زیست‌شناسی را می‌توان توسط نانوتکنولوژی که انقلابی

در مورد اثرات فیزیولوژیکی دماهای پایین و چالش‌هایی را که ایجاد می‌کنند باید بدانیم سلول‌های انسانی تکامل یافته‌اند تا در محدوده دمایی بسیار محدود ۶ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد عمل کنند. قرار گرفتن طولانی مدت یا شدید خارج از این محدوده دمایی اغلب مضر است. همانطور که هیپوترمی و سرمازدگی نشان می‌دهد. انتقال به دمای پایین به طور مستقیم یا غیرمستقیم، توسط تشکیل یخ ایجاد می‌شود آسیب می‌رساند.

اگرچه پیشرفت قابل توجهی در حفظ انواع سلول‌های زیستی صورت گرفته است، روش‌های موجود باعث آسیب سرمایی (Cryo Injury) مانند دهیدراتاسیون سلول‌ها، از دست دادن یکپارچگی غشای سلولی، تغییر در عملکرد در اثر اختلال اسکلت سلولی و آپوپتوز یا تغییر در خواص ماتریکس خارج سلولی بافت‌ها می‌شود. بهبود نتایج انجماد با غلبه بر برخی از محدودیت‌های موجود را می‌توان با درک بهتر آنچه واقعاً در مقیاس‌های میکرو و نانو در طول فرآیندهای انجماد اتفاق می‌افتد، به دست آورد.

در سرعت‌های معمول سرد شدن، یخ ابتدا در فضاهای خارج سلولی بافت‌ها تشکیل می‌شود. با حذف آب از مایع خارج سلولی برای تشکیل کریستال‌های یخ، غلظت املاح خارج سلولی افزایش می‌یابد. گرادپان اسمزی حاصل در سراسر غشای سلولی برای بیرون راندن آب از سلول‌ها از طریق اسمز، کم‌آبی سلول‌ها و افزایش غلظت املاح درون سلولی عمل می‌کند. این افزایش غلظت املاح نقطه انجماد درون سلولی را کاهش می‌دهد و از تشکیل یخ درون سلولی جلوگیری می‌کند. این فرآیند می‌تواند از دو مسیر به بافت‌ها آسیب برساند: (۱) افزایش غلظت املاح و القای استرس اسمزی (۲) آسیب ناشی از کریستال‌های یخ خارج سلولی به بافت‌ها به طور مستقیم یا با سوراخ کردن یا خرد کردن غشای سلولی یا مختل کردن ساختارهای خارج سلولی.

اگر یک نمونه خیلی سریع خنک شود تا آب از سلول خارج شود، تشکیل یخ درون سلولی ممکن است رخ دهد. کریستال‌های یخ درون سلولی بسیار آسیب‌رسان‌تر از همتایان خارج سلولی خود هستند زیرا می‌توانند ساختارهای داخلی سلول مانند لیزوزوم‌ها را مختل کنند. تشکیل یخ درون سلولی معمولاً کشنده است، اما نه همیشه. عوامل مؤثر بر کشندگی عبارتند از: اندازه بلورهای یخ،

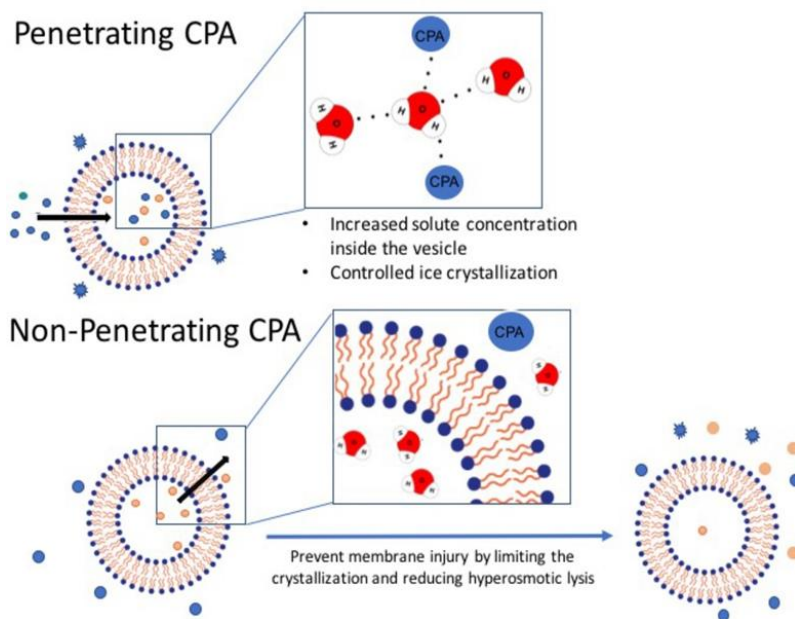
غشای سلولی نفوذ ناپذیر است، برای مطالعه اثرات آن‌ها بر سلول‌ها در هنگام سرد شدن و گرم شدن مجدد و در دمای پایین استفاده کرد.

طراحی نانوذرات پاسخ‌گو به محرک، امکان آزادسازی دقیق عوامل را هم از نظر مکانی و هم زمانی فراهم می‌کند. در گذشته، نانوذرات پلیمری پاسخگوی حرارتی معمولاً برای کاربردهای مرتبط با گرمایش/هیپرترمی طراحی شده‌اند. با این حال، پلیمرهایی که در پاسخ به دمای سرد (به عنوان مثال، کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد) دچار تغییرات فازی می‌شوند، می‌توانند برای طراحی نانوذرات برای کاربرد در انجماد استفاده شوند. محققان با موفقیت نانوذرات را با استفاده از پلیمرهای مقاوم به سرما برای حفظ انجماد سلولی سنتز کردند.

در زمینه‌های مختلف علم ایجاد کرده است، کشف کرد. برخی از این پیشرفت‌ها در علم مواد و فناوری نانو، مانند سطوح نانویی که می‌توانند قطرات حامل محموله‌های بیولوژیکی را دستکاری کنند، نیز می‌توانند با انجماد سازگار شوند.

انجماد و دستکاری سلول‌هایی که قطرات نانولیتتر را روی سطوح نانو ساختاری فوق آبریز در خود محصور می‌کنند، یکی از راه‌های بالقوه دستکاری قطرات است. سطوح فوق آبریز نانو مهندسی شده را می‌توان با تقلید از معماری برگ‌های نیلوفر آبی و گلبرگ‌های رز طراحی کرد. زوایای تماس بالا بین سطوح و قطرات نانولیتتر می‌تواند کنترل شکل و اندازه قطرات را که برای حفظ زیستی دستکاری می‌شوند، امکان‌پذیر کند.

در کاربردهای برودت، نانوذرات پلیمری را می‌توان برای انتقال CPAs و سایر عوامل محافظتی، به ویژه آنهایی که به



شکل ۲- انواع CPAs.

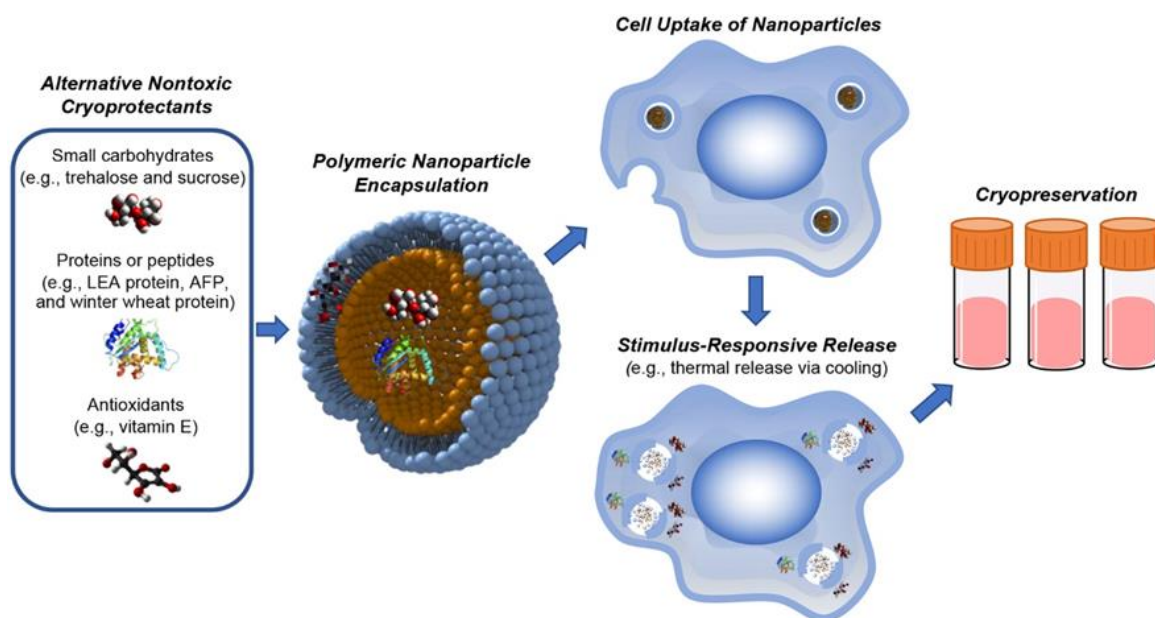
کمتری نسبت به DMSO دارد، اما باید با استفاده از دستگاه گلیسرزدایی مخصوص، زمانی که برای انجماد گلبول‌های قرمز خون برای انتقال خون استفاده می‌شود، کاملاً حذف شود. حذف این CPA های سمی قبل از استفاده درمانی ضروری است. با این حال، مراحل شستشو به زمان و کار اضافی اضافه می‌کند و ممکن است منجر به از بین رفتن سلول شود: تا ۱۰٪ از تعداد کل با هر شستشو. یک جایگزین غیر سمی محبوب CPA مورد

CPA ها در دمای بدن بسیار سمی هستند و هنگامی که برای انجماد در پیوند سلولی و درمان استفاده می‌شوند، می‌توانند واکنش‌های نامطلوبی ایجاد کنند. تهوع، آریتمی‌های قلبی، علائم عصبی و ایست تنفسی با پیوند سلول‌های بنیادی منجمد شده با DMSO همراه بوده است. علاوه بر این، مشخص شده است که DMSO باعث تمایز سلول‌های بنیادی با استفاده از بیش از ۲۵ رده سلول بنیادی انسانی می‌شود. گلیسرول، اگرچه سمیت

محققان راهبردهای زیادی را برای رساندن ترهالوز به صورت درون سلولی توسعه داده‌اند، از جمله منافذ و کانال‌های مهندسی، بیان ژن، اصلاح خود ترهالوز و موارد دیگر. با این حال اکثر رویکردها غیر اختصاصی هستند، برای مقادیر زیادی از سلول‌ها مناسب نیستند، یا ممکن است تغییراتی را در سلول‌ها ایجاد کنند که می‌تواند عملکردها را تغییر دهد.

انتقال درون سلولی ترهالوز با واسطه نانوذرات روشی جذاب است زیرا انتقال از طریق غشای سلولی مخصوص ترهالوز محصور شده در نانوذرات است. همچنین از آنجایی که از فرآیند طبیعی اندوسیتوز سلولی استفاده می‌کند، هیچ تغییر غیرضروری در سلول ایجاد نمی‌شود.

مطالعه ترهالوز است، یک دی ساکارید غیر احیاکننده گلوکز که توسط ارگانسیم‌ها برای زنده ماندن در شرایط محیطی شدید استفاده می‌شود. توانایی برخی کربوهیدرات‌های کوچک، مانند ترهالوز، برای تثبیت غشای سلولی و پروتئین‌ها در طول انجماد و خشک شدن به دو قابلیت نسبت داده می‌شود: اول، تشکیل پیوندهای هیدروژنی با و/یا افزایش هیدراتاسیون بیوماکرومولکول‌ها، به عنوان آب عمل می‌کند تا به اجزای سلولی اجازه دهد تا ساختار عملکردی خود را حفظ کنند و دوم، تعلیق فعالیت متابولیک با تشکیل ماتریکس شیشه‌ای با تحرک مولکولی بسیار کم. ترهالوز از سلول‌ها در برابر سرما حفاظت می‌کند، اما زمانی که هم در داخل و هم در خارج از غشای سلولی وجود داشته باشد، مؤثرتر است. متأسفانه به غشای سلولی و سلول‌های پستانداران که مکانیسم سنتز قند را به صورت درون زدا ندارند نفوذ ناپذیر است.



شکل ۳- تصویر شماتیک استفاده از نانوذرات پلیمری برای انجماد سلولی.

خلاصه‌ای از مطالعاتی که از نانوذرات مملو از ترهالوز برای انتقال ترهالوز به سلول‌ها استفاده کرده‌اند در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱- استفاده از نانوذرات مملو از ترهالوز برای انتقال ترهالوز به سلول‌ها

Studies using nanoparticles to encapsulate and deliver trehalose into mammalian cells.

Nanoparticle composition (reference)	Size (nm)	Surface charge (mV)	Cell type	Incubation time	Quality of cells cryopreserved by nTre.
<a href="#">PF127, PEI (79)</a>	~100	~32	NIH 3T3 fibroblasts	40 min	N/A
<a href="#">PF127, chitosan, genipin (56)</a>	~50	~17	hADSC	24 h	Comparable post-thaw viability to DMSO group.
					Cell stemness not different compared to fresh control.
<a href="#">Chitosan, TPP (75)</a>	~250	~25	NK-92	12 h	Comparable post-thaw viability and morphology to DMSO group.
					Similar CD56 expression to DMSO groups.
					Increased cytotoxicity against leukemic cell line in Np group than DMSO group.
					Cell stemness not different compared to fresh control.
<a href="#">pNIPAM-B, PLGA, PF127 (81)</a>	~200	-	MDA-MB-231, hADSC	4 h	Comparable post-thaw viability, 1-day viability, proliferation to conventional DMSO groups (both cell types).
					Cell stemness not different compared to fresh control.
<a href="#">pNIPAM-B, PLGA, PF127 (12)</a>	~200	-	B-TC-6	4 h	Combined with encapsulation and magnetic rewarming.
					Post-thaw cell viability comparable to DMSO group.
					Transplanted $\beta$ cells are able to regulate blood glucose levels in diabetic rat model similar to fresh control.

بررسی نشد. اگرچه این روش مقادیر قابل توجهی ترهالوز را در مدت زمان کوتاهی تحویل داد، سنتز نانوکپسول با مراحل زیادی برای کپسوله کردن ترهالوز پیچیده بود. علاوه بر این، از آنجایی که دمای اتاق (۲۲ درجه سانتی گراد) می تواند باعث آزاد شدن ترهالوز از نانوکپسول ها شود، نگهداری نانوذرات مملو از ترهالوز در دمای اتاق برای استفاده بیشتر دشوار است.

رائو و همکاران نانوذرات پلورونیک پاسخگو به PH ۱۲۷-کیتوزان (پلی ساکارید زیست سازگار مشتق شده از کیتین) با جنیپین

ژانگ و همکاران از یک نانوکپسول Pluronic 127polyethylenieimine (PEI) با پوسته-هسته برای کپسوله کردن ترهالوز و رساندن داخل سلولی آن به فیبروبلاست های NIH 3T3 استفاده کردند. مقدار قابل توجهی ترهالوز در ۴۰ دقیقه پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به فیبروبلاست ها تحویل داده شد. چرخه حرارتی سلول ها بین ۲۲ تا ۳۷ درجه سانتی گراد آزادسازی سریع ترهالوز را امکان پذیر می کند و اجازه می دهد غلظت ترهالوز درون سلولی به ۰/۳ مولار برسد. انجماد سلول های مملو از ترهالوز در این مورد

برای کوتاه کردن زمان انکوباسیون جهت تجمع درون سلولی نانوذرات مملو از ترهالوز و آزادسازی ترهالوز از نانوذرات به سیتوزول، ژانگ و همکاران یک نانوذره پلیمری مقاوم به سرما را سنتز کردند. یک پلیمر مقاوم به سرما، پلی (N-ایزوپروپیل آکریل آمید-کو-بوتیل اکریلات)، یا به اختصار pNIPAM-B، اجازه جداسازی نانوذرات را پس از سرد شدن زیر دمای محلول بحرانی پایین (LCST/ Low Critical Solute Temp) (14-~) 16 درجه سانتی گراد) می‌دهد. پلیمر نانوذرات با ترکیب پلی (لاکتیک-کولیکولیک اسید) یا PLGA، Pluronic F127 یا pNIPAM-B و PF127 از طریق روش امولسیون دوگانه سنتز شدند. pNIPAM-B بالاتر از LCST خود، در دمای اتاق نامحلول است، که به pNIPAM-B، PLGA، و Pluronic F127 اجازه می‌دهد تا ساختار آب در روغن در آب را با ترهالوز موجود در هسته آبدوست/آب تشکیل دهند. با این حال، زمانی که نانوذرات زیر LCST سرد می‌شوند، pNIPAM-B در پوسته نانوذرات محلول در آب می‌شود و باعث جدا شدن نانوذرات و آزاد شدن ترهالوز محصور شده در محلول آبی می‌شود.

نانوذرات (PNP) PLGA-pNIPAM-B-PF127 توانستند مقدار قابل توجهی ترهالوز را در هسته آبدوست خود محصور کنند و در پاسخ به ۱۰ دقیقه سرد شدن با یخ در دمای ۰ درجه سانتی گراد، ۸۰ درصد ترهالوز محصور شده را آزاد کنند. جذب سلولی نانوذرات PNP مملو از ترهالوز در هر دو سلول MDA-MB-231 و hADSC با استفاده از میکروسکوپ کرایومیکروسکوپی مورد مطالعه قرار گرفت. سلول‌ها با نانوذرات PNP مملو از ترهالوز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای زمان‌های مختلف انکوبه شدند، سپس به یک مرحله کنترل شده با دما منتقل شدند تا سلول‌ها زیر میکروسکوپ نظارت شوند.

با کاهش دما به زیر LCST pNIPAM-B، نانوذرات PNP درون سلول‌ها از هم جدا شدند و ترهالوز را در اندولیزوزوم آزاد کردند. از آنجایی که ترهالوز یک اسمولیت طبیعی است، فشار اسمزی در اندولیزوزوم‌ها باید افزایش یابد و به دلیل عدم تعادل اسمزی، جریان خالص آب از سیتوپلاسم به داخل اندولیزوزوم‌ها وارد شود. در نتیجه، اندولیزوزوم‌ها باید منبسط شوند و غشاهای آن‌ها نفوذپذیرتر می‌شوند تا اجازه دهند ترهالوز از اندولیزوزوم‌ها به داخل سیتوزول فرار کند. سپس، فشار اسمزی در سیتوپلاسم

(genipin) برای انتقال درون سلولی ترهالوز و انجماد موفق سلول‌های بنیادی مشتق از چربی انسانی (human adipose-derived stem cells hADSCs) با استفاده از ترهالوز سنتز کردند. با استفاده از جنیپین به عنوان عامل اتصال عرضی برای کیتوزان، نانوذرات می‌توانند ترهالوز را در دمای اتاق (یا پایین‌تر) حفظ کنند و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در پاسخ به pH آزادسازی را نشان دهند. سلول‌های منجمد با نانوذرات مملو از ترهالوز، در مقایسه با سلول‌هایی که با DMSO منجمد شده بودند، زنده‌مانی پس از ذوب خوبی نشان دادند. با این حال، زمان انکوباسیون مورد نیاز برای آزاد شدن ترهالوز از نانوذرات به داخل سیتوزول برای محافظت در برابر سرما طولانی بود - hADSCها با نانوذرات مملو از ترهالوز به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند.

همچنین از نانوذرات مملو از ترهالوز برای انجماد سلول‌های مورد استفاده در ایمونوتراپی استفاده شده است. در سلول‌های کشنده طبیعی (NK) که با DMSO منجمد شده‌اند، تیمارهای ویژه‌ای برای احیا حداکثری و بازبازی عملکرد درمانی آن‌ها پس از ذوب مورد نیاز است. به عنوان مثال، استراحت دادن به سلول‌ها پس از ذوب باعث بهبود عملکرد سیتوتوکسیک سلول‌های NK از جمله گرانولوسیتون و ظرفیت کشتن آنها که پس از انجماد ضعیف می‌شوند، شده است. استفاده از ترهالوز به عنوان جایگزین CPA می‌تواند سمیت احتمالی CPA و اثرات نامطلوب بر عملکرد سلول NK را به حداقل برساند. برای این منظور، نانوذرات کیتوزان-سیدیم تری پلی فسفات (TPP) برای تحویل درون سلولی ترهالوز به سلول‌های NK سنتز شدند. پس از انکوباسیون با نانوذرات تا ۷۲ ساعت، هیچ سمیت سلولی در سلول‌های NK مشاهده نشد. مطالعات جذب سلولی نشان داد که زمان انکوباسیون ۱۲ ساعت برای انجماد ضروری است. پس از انجماد از طریق انجماد آهسته، زنده‌مانی سلول‌های NK پس از ذوب با استفاده از نانوذرات ترهالوزال‌دن در مقایسه با آنهایی که با استفاده از DMSO حفظ شده بودند، قابل مقایسه بود. علاوه بر این، سلول‌های NK در گروه نانوذرات مملو از ترهالوز حتی دارای ظرفیت بالاتری در کشتن سلول هدف نسبت به سلول‌های NK در گروه DMSO هستند. با این حال، زمان انکوباسیون نانوذرات مورد نیاز برای غلظت کافی سیتوزولی CPA برای محافظت در برابر سرما هنوز طولانی بوده و به زمان انجماد می‌افزاید.

ندارند. نانوذرات PNP همچنین ممکن است در پروتکل‌های انجماد سریع یا شیشه‌ای شدن کاربرد داشته باشند، اما مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

انتقال ترهالوز با واسطه نانوذرات می‌تواند در ترکیب با سایر تکنیک‌های انجماد، مانند کپسوله‌سازی هیدروژل و گرمایش مغناطیسی، برای افزایش نتایج و تسهیل بهتر درمان‌های مبتنی بر سلول مورد استفاده قرار گیرد.

سلول‌های کپسوله شده در هیدروژل سه بعدی در ابتدا برای محافظت از سلول‌ها در برابر استرس مکانیکی و رد ایمنی در طول پیوند سلول استفاده شده است. اخیراً مشخص شد که برخی از هیدروژل‌ها (به عنوان مثال، آلژینات کلسیم) می‌توانند آسیب فیزیکی به سلول‌ها را با محدود کردن رشد کریستال‌های یخ و مهار تبلور مجدد یخ در طول سرد شدن و گرم کردن مجدد به حداقل برسانند. محققان روش‌های کارآمدی را برای کپسوله‌سازی سلولی در هیدروژل‌ها از طریق الکترواسپری و میکروسپال‌های قطره‌ای، با شرایط ژل شدن ملایم که بر زنده‌مانی سلول تأثیری ندارد، توسعه داده‌اند. افزایش فرآیند گرم کردن مجدد حین انجماد با استفاده از گرمایش القایی مغناطیسی (MIH) یا گرمایش ناشی از لیزر نیز می‌تواند مفید باشد.

نانوذرات مغناطیسی، طلا یا سایر نانوذرات را می‌توان برای گرم کردن یکنواخت نمونه منجمد در مقیاس نانو تحت تحریک خارجی (به عنوان مثال، میدان مغناطیسی و لیزر) در نمونه پخش کرد تا نه تنها سرعت گرم شدن را بهبود یابد، بلکه مانع تبلور مجدد یخ برای کاهش آسیب‌های ناشی از سرما شود. علاوه بر این، نشان داده شده است که برخی از نانوذرات (به عنوان مثال، اکسید گرافن) روی کریستال‌های یخ جذب می‌شوند تا رشد و تبلور مجدد کریستال‌های یخ را محدود کنند.

چنگ و همکاران یک نانوکپسول مقاوم به سرما pNIPAM-B (CR-NC) را در ترکیب با کپسوله هیدروژل آلژینات و MIH سنتز کردند تا از ترهالوز به عنوان برای حفاظت سلول‌های  $\beta$  استفاده شود. انکوباسیون ۴ ساعته با CR-NC های مملو از ترهالوز برای سلول‌های  $\beta$  کافی بود تا ترهالوز درون سلولی کافی را برای محافظت در برابر سرما جمع کنند. سلول‌های حاوی CR-NCs مملو از ترهالوز سپس در یک هیدروژل آلژینات کپسوله شدند و از طریق انجماد آهسته منجمد شدند.

باید افزایش یابد، که منجر به هجوم خالص آب به داخل سلول از محلول خارج سلولی می‌شود و در نتیجه حجم سلول افزایش می‌یابد. در واقع، سلول‌های مملو از نانوذرات PNP با کاهش دما منبسط شدند و میزان انقباض بستگی به زمان انکوباسیون دارد. این فرآیند برای ایجاد زمان انکوباسیون بهینه برای هر نوع سلول مورد استفاده قرار گرفت، زیرا اگر فشار اسمزی ترهالوز درون سلولی خیلی زیاد باشد، انکوباسیون طولانی مدت می‌تواند منجر به ترکیدن سلول شود. زمان انکوباسیون بهینه برای سلول‌های MDA-MB-231 و hADSC تنها ۴ ساعت بود. تعیین زمان انکوباسیون بهینه برای هر نوع سلول قبل از انجماد بسیار مهم است.

برای انجماد سلول‌ها با استفاده از پروتکل انجماد آهسته، سلول‌ها با PNP های ترهالوز‌الدن به مدت ۴ ساعت، در محیط‌های حاوی ۰.۳ مولار ترهالوز آزاد (یعنی غیر محصور شده) انکوبه شدند. پس از ذخیره سازی در نیتروژن مایع، سلول‌ها ذوب شده و از نظر کیفیت مورد بررسی قرار گرفتند.

زنده ماندن سلول، و تکثیر سلول‌های حفاظت شده با استفاده از ترهالوز تحویل شده با نانوذرات PNP، همگی با سلول‌های منجمد با محافظ سرمای معمولی، DMSO قابل مقایسه بود. اگرچه نانوذرات PNP و نانوذرات PNP مملو از ترهالوز از لحاظ کارایی عملکرد بهتری نسبت به DMSO نداشتند اما در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد اثرات سیتوتوکسیک اعمال نکردند، در حالی که DMSO در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد بسیار سمی است. hADSC ها نیز از طریق بیان CD44+ و CD31- و تمایز چند رده‌ای ارزیابی شد. تفاوت معنی داری بین سلول‌های بنیادی منجمد با نانوذرات PNP مملو از ترهالوز و سلول‌های تازه وجود نداشت.

نانوذرات پاسخ‌دهنده به سرما، نویدهای زیادی در زمینه زیست‌شناسی انجماد دارند. محصور کردن یک اسمولیت مانند ترهالوز نه تنها کنترل مکانی و زمانی بر رهاسازی دارو را امکان پذیر می‌کند، بلکه امکان فرار سریع اندوزومی را فراهم می‌کند. به دلیل جذب نسبتاً سریع و جداسازی سریع در پاسخ به سرما، نانوذرات PNP زمان اضافی را به فرآیند انجماد آهسته انجماد اضافه نمی‌کنند. در عوض، در مقایسه با DMSO به منظور از بین بردن CPA مضر برای انجماد نیاز به شستشوی سلولی

نانوذرات اکسید آهن ( $Fe_3O_4$ ) که دارای واکنش مغناطیسی هستند در محلول ترهالوز خارج سلولی اطراف هیدروژل‌های مملو از سلول گنجانده شدند تا فرآیند گرم شدن مجدد را افزایش دهند. ترکیب کپسول‌های مملو از ترهالوز، کپسولاسیون هیدروژل و MIH امکان زنده ماندن، چسبندگی و تکثیر سلولی پس از ذوب را فراهم کرد. سلول‌های  $\beta$  انجماد شده تولید انسولین طبیعی مشابه سلول‌های تازه را نشان دادند که توسط ایمونوفلورسانس مشهود است. کیفیت هیدروژل‌های مملو از سلول‌های انجماد شده با پیوند درمانی در موش‌های دیابتی تایید شد. هیدروژل‌های مملو از سلول‌های منجمد همانند هیدروژل‌های مملو از سلول تازه قادر به تنظیم سطح گلوکز خون برای تقریباً دو هفته بودند.

نانو پلتفرم‌های توسعه‌یافته برای انجماد با واسطه ترهالوز امیدوارکننده هستند. نانوذرات مقاوم به سرما پتانسیل ادغام آسان در کاربردهای سرمایشی را دارند، زیرا سردسازی تا دمای سرد به‌طور طبیعی در طول انجماد انجام می‌شود. در ترکیب با سایر فناوری‌های مدرن مانند کپسوله‌سازی هیدروژل، گرمایش با لیزر/القای مغناطیسی و نانومواد کربنی، تحویل نانوذرات واکنش‌دهنده به سرما از CPA غیرسمی و سایر عوامل محافظ ممکن است پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای پیشبرد حوزه بانکداری سلول/بافت/ارگان داشته باشد.

#### منابع:

1. Guven, S., & Demirci, U. (2012). Integrating nanoscale technologies with cryogenics: a step towards improved biopreservation. *Nanomedicine*, 7(12), 1787-1789.
2. Bojic, S., Murray, A., Bentley, B. L., Spindler, R., Pawlik, P., Cordeiro, J. L., ... & de Magalhães, J. P. (2021). Winter is coming: the future of cryopreservation. *BMC biology*, 19(1), 1-20.
3. Stewart, S., Arminan, A., & He, X. (2020). Perspective: Nanoparticle-Mediated Delivery of Cryoprotectants For Cryopreservation. *CryoLetters*, 41(6), 308-316.



خبر علمی

نگارنده: زهرا لطیفی، دانشجوی کارشناسی ارشد نانو بیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



## دانشمندان ITMO نانوکریستال‌های پروسکایتی مقاوم در برابر آب ایجاد کردند



دانشمندان ITMO نانوبلورهای پروسکایتی ساختند که خواص نوری منحصر به فرد خود را در آب و سیالات بیولوژیکی حفظ می‌کند. این ماده فرصت‌های جدیدی را برای تجسم نوری اشیاء بیولوژیکی ارائه می‌دهد. این یک دستاورد مهم برای بررسی اندام‌های داخلی در موجودات زنده و نظارت بر روند بیماری‌ها است.

### پروسکایت چیست؟

نانومواد مبتنی بر پروسکایت هالید به دلیل خواص منحصر به فرد، درخشندگی و هزینه کم به طور گسترده در سلول‌های خورشیدی، نانولیزرها و دیودهای ساطع کننده نور استفاده می‌شوند. توانایی آن‌ها در جذب نور نیز در تولید آشکارسازهای نوری کارآمد استفاده می‌شود.

Oleksii Peltek، دانشجوی دکترا در دانشکده فیزیک و مهندسی ITMO می‌گوید:

«پروسکایت ماده‌ای جالب و امیدوارکننده است که در روسیه بیشتر در مورد فتوولتاییک یا دیودهای نیمه هادی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اما خواص آن فراتر از این است. در شرایط خاصی، می‌توان از آن در زیست‌شناسی استفاده کرد و این چیزی است که ما سعی کردیم به آن برسیم.»

به گفته این محقق، پروسکایت‌ها دریچه‌ای به سوی آینده در تصویربرداری زیستی هستند: نانوذرات آن‌ها را می‌توان به طور بالقوه برای اهداف تجسم به منظور مطالعه فرآیندهای بیولوژیکی در سلول‌ها و موجودات زنده به کار برد.



کرد. آنها پروسکایت‌ها را در یک پوشش سیلیکات به سلول‌ها اضافه کردند.

میخائیل زبوزین می‌گوید: «ما پروسکایت‌هایی را که با پوشش مقاوم در برابر آب که با این سلول‌ها پوشانده شده بود را انکوبه کردیم و با استفاده از میکروسکوپ نوری آنها را مشاهده کردیم. ما نانومواد خود را نه تنها در آب، بلکه در کشت سلولی نیز آزمایش کرده‌ایم. به عنوان یک مدل، از سلول‌های تومور استفاده کرده‌ایم.»

هنگامی که کریستال‌های پروسکایت با یک سلول تعامل کردند، تجزیه نشده و به انتشار نوری خود ادامه دادند که نشان دهنده پایداری آنها است.

سرگئی ماکاروف، استاد دانشکده فیزیک و مهندسی ITMO می‌گوید:

«از دیدگاه فیزیک، شگفت‌آور است که چنین سنتز شیمیایی خواص نوری پروسکایت‌ها را بدتر نکرد، بلکه به ما این امکان را داد که عملکردهای جدیدی به این ماده ارائه دهیم، آن را از حل شدن حفظ کنیم و برای سلول‌های زنده ایمن کنیم.»

مرحله بعدی آزمایش *in vivo* با حیوانات آزمایشگاهی است. دانشمندان پایداری نانوذرات پروسکایت را پس از تزریق در داخل بدن بررسی خواهند کرد. آنها همچنین قصد دارند سمیت بالقوه پروسکایت‌ها را کاهش دهند. به عنوان مثال، این کار را می‌توان با جایگزینی سرب با یک عنصر زیست سازگارتر انجام داد که استفاده از نانومواد را ایمن تر می‌کند.

میخائیل زبوزین، محقق دانشکده فیزیک و مهندسی ITMO می‌گوید با این حال، یک محدودیت وجود دارد: اگر پروسکایت‌ها با آب تماس پیدا کنند، کیفیت فیزیکی خود را از دست می‌دهند. به همین دلیل است که تا همین اواخر، آن‌ها به عنوان مارکرهای لومینسانس استفاده نمی‌شدند.

تیم تحقیقاتی تصمیم گرفت این ماده را در برابر آب مقاوم و در مایعات بیولوژیکی دیگر مانند کشت سلولی پایدار کند.

### مقاومت در برابر آب

دانشمندان دانشکده فیزیک و مهندسی ITMO از پروسکایت سرب هالید ساخته شده از سزیم، سرب و سه هالوژن استفاده کردند. در صورت تماس پروسکایت‌ها با آب، نمک سزیم بلافاصله از آنها شسته می‌شود و در نتیجه ترکیب شیمیایی تغییر می‌کند که منجر به فقدان لومینسانس می‌شود. محققان مجبور شدند راهی برای محافظت از پروسکایت‌ها در برابر مولکول‌های آب و هالوژن‌های اضافی بیابند.

دانشمندان دانشگاه ITMO بیش از یک سال را صرف توسعه یک پوشش سیلیکات ویژه کرده‌اند. این پوشش علاوه بر این توسط گروه‌های شیمیایی آبگریز آلی اصلاح شده است. به گفته Lev Zelenkov، محقق دانشکده فیزیک و مهندسی ITMO، به لطف این پوشش، پروسکایت‌ها می‌توانند خواص خود را در محلول‌های آبی تا یک هفته حفظ کنند.

سپس، محققان تصمیم گرفتند ببینند این ماده مقاوم در برابر آب چگونه نه تنها در آب بلکه در کشت سلولی نیز رفتار خواهد



کاربرد نانو کریستال‌های پروسکایتی مقاوم در برابر آب:

به طور بالقوه، نانوبلورهای هالید مقاوم در برابر آب را می‌توان در تصویربرداری زیستی، رشته‌ای در نقطه اتصال پیشرفت‌های مدرن در علم مواد و میکروسکوپ فلورسنت، استفاده کرد. به لطف تصویربرداری زیستی، محققان می‌توانند فرآیندهای بیولوژیکی را در زمان واقعی مطالعه کنند.

به گفته میخائیل زیوزین، نانوذرات پروسکایت می‌تواند به عنوان نشانگر فلورسنت استفاده شود. از خواص نوری آن‌ها می‌توان برای تشخیص اندام‌های موجود در یک موجود استفاده کرد. اما برای بحث در این مورد خیلی زود است؛ مجموعه‌ای از مطالعات *in vitro* و *in vivo* مورد نیاز است.

به غیر از زیست‌شناسی و پزشکی، پروسکایت‌ها به طور بالقوه می‌توانند در زمینه‌های دیگر نیز استفاده شوند، اما این نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

سرگئی ماکاروف می‌گوید: «ما با تأیید پایداری نانومواد خود در سیالات مختلف، تنها یکی از کاربردهای بالقوه آن را نشان دادیم.

نانوکریستال‌های پروسکایت مقاوم در برابر آب همچنین می‌توانند به‌عنوان یک رنگ درخشان تزئینی و همچنین نشانگری برای محافظت از اسناد استفاده شوند. هدف اصلی ما ایجاد یک راه حل کاربردی بود. اکنون ما آن را در شرایط و کاربردهای مختلف آزمایش خواهیم کرد.»

نتایج این مطالعه در مجله *Physical Chemistry Letters* منتشر شده است.

منبع:

Talianov, P. M., Peltek, O. O., Masharin, M., Khubezhov, S., Baranov, M. A., Drabavicius, A., ... & Zyuzin, M. V. (2021). Halide Perovskite Nanocrystals with Enhanced Water Stability for Upconversion Imaging in a Living Cell. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 12(37), 8991-8998.



## بورسیه ارasmus موندوس (Erasmus Mundus)

نگارنده: مهرناز رادفرجی، کارشناسی ارشد نانو بیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



## معرفی کامل بورسیه ارasmus موندوس (Erasmus Mundus) و شیوه تقاضا برای این بورسیه

۲۰۲۲

ارasmus موندوس برای دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مشترک برای رشته‌های مختلف حمایت مالی می‌کند.

### زمان تقاضا برای بورسیه ارasmus

زمان تقاضا برای بورسیه‌های تحصیلی ارasmus در ماه نوامبر (آذر) هر سال شروع می‌شود و تا فوریه هر سال (اسفند) به پایان می‌رسد. مهلت‌های مختلفی برای برنامه‌های مختلف وجود خواهد داشت. شما هر ترم در کشورهای مختلف و در دانشگاه‌های مختلف تحصیل خواهید کرد و همچنین یک دوره کارآموزی پاره وقت در کشورهای مختلف انجام خواهید داد. سال گذشته ۲۴۵۰ نفر به واسطه بورسیه ارasmus مورد حمایت قرار گرفتند و امسال ارasmus از ۲۷۵۶ دانشمند حمایت خواهد کرد.

### مقطع تحصیلی پوشش داده شده توسط ارasmus

مدت زمان پوشش تحصیلی این بورسیه برای کارشناسی ارشد دو ساله و برای دکتری ۴ ساله می‌باشد.

### رشته‌های تحت پوشش بورسیه ارasmus موندوس

در مقطع کارشناسی ارشد بیش تر از ۱۱۰ رشته و برای دکتری بیش از ۲۰۰ رشته وجود دارد. برخی از حوزه‌های موجود:

- ✓ رشته‌های دامپزشکی
- ✓ رشته‌ی کشاورزی
- ✓ رشته‌های علوم انسانی نظیر: علوم سیاسی، جامعه‌شناسی، حقوق، الهیات و...

برای دانشجویانی که قصد دارند در یکی از کشورهای اروپایی تحصیلات تکمیلی خود را ادامه دهند، با توجه به مساعد بودن اکثر کشورهای اروپایی برای تحصیل، تقاضا برای بورسیه‌ای مناسب که بتواند جابجایی هزینه‌های دانشجویان باشد، یکی از بهترین تصمیمات است. کما اینکه تحصیل در کشورهای نظیر انگلستان و فرانسه که پایتخت آن‌ها جزو گران‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌شوند، نیازمند تأمین هزینه‌های کافی برای زندگی و تحصیلی است. بورسیه ارasmus موندوس An Erasmus Mundus Joint Master Degree (EMJMD) برنامه‌ای مشترک می‌باشد که هدف اصلی آن انتقال دانشجو به کشورهای اتحادیه اروپا برای تبادل دانش و فرهنگ‌های مختلف است. این بورسیه از سال ۲۰۰۳ شکل گرفت تا دانشجویان غیراروپایی بتوانند به تحصیل در اروپا بپردازند و با همکاری این مؤسسات و دانشگاه‌ها، پروژه‌های علمی و فرهنگی پرثمری را به نتیجه برسانند.

مزیت این بورسیه بدین خاطر است که در قبال ارائه آن فرد نیازی نیست تا مدت معینی برای باز پرداخت کار کند یا مبلغ معادل را بازگرداند پس دانشجویان و محققان در مقاطع مختلف می‌توانند پس از تکمیل تحصیلات خود به کشورشان بازگردند و یا در صورت یافتن شغلی مناسب جهت اقامت دائم، سایر اقدامات لازم را انجام دهند. در این بورسیه تحصیلی، شما در ۳ کشور اروپایی در ۳ دانشگاه در اروپا تحصیل خواهید کرد و از طرف دو دانشگاه اروپایی مدرک دوگانه دریافت می‌کنید.

### مزایای بورسیه اراسموس

مبلغ بورسیه برای دانشجویان غیر اتحادیه اروپا به نسبت تابعه‌ی اروپایی بیشتر است و شامل هزینه‌هایی نظیر:

- مبلغ ماهانه
- هزینه‌های رفت و آمد و سفر
- بیمه دانشجویی
- رایانه ویزا شغلی پس از فارغ تحصیلی

مبلغ کلی بورسیه با توجه به مقطع، ملیت و مدت تحصیل دانشجویان مختلف، متفاوت است.

### مدارک مورد نیاز بورسیه اراسموس موندوس

- ✓ مدارک مورد نیاز بورسیه اراسموس موندوس
- ✓ مدارک و ریز نمرات مقاطع قبلی به همراه ترجمه رسمی آنها
- ✓ ارائه انگیزه‌نامه مناسب
- ✓ توصیه‌نامه از اساتید
- ✓ آزمون زبان (حدنصاب نمره آیلتس یا تافل)
- ✓ نمره GRE / GMAT با توجه به رشته
- ✓ رزومه قوی (شامل: مقالات و کارهای پژوهشی)

### دانشگاه‌های کشورهای که در این بورسیه مشارکت دارند، کدام اند؟

برنامه بورسیه تحصیلی شما ممکن است در دو یا سه تا از کشورهای زیر باشد و باید در دانشگاه‌های این کشورها ادامه تحصیل بدهید: اتریش، بلژیک، بلغارستان، قبرس، کرواسی، جمهوری چک، دانمارک، استونی، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، ایرلند، ایتالیا، لتونی، لیتوانی، لوکزامبورگ، مالت، هلند، لهستان، پرتغال، رومانی، اسلواکی، اسلوانی، اسپانیا و سوئد.

### ثبت نام بورسیه و سایر نکات مربوط به آن

- آخرین مهلت برای ثبت نام از دسامبر تا فوریه می‌باشد و دقت کنید در این بازه زمانی مدارک خود را تکمیل و بارگذاری کنید.

- ✓ رشته‌های علوم پایه
- ✓ سلامت و بهداشت
- ✓ ریاضیات

در برنامه این بورسیه برای رشته‌های مقطع دکترای مشترک، برنامه‌ها متمرکز بر تحقیقات بر روی یک حوزه خاص است که هر محقق می‌تواند با داشتن این بورسیه از امکانات آموزشی و پژوهشی حداقل دو کشور در داخل خود اروپا و گاهی خارج از اروپا، استفاده کنند. اراسموس هم برنامه‌هایی با ارائه مدرک تحصیلی دارد و هم شامل برنامه‌هایی است که مدرک تحصیلی اعطا نمی‌کنند و بیشتر متمرکز بر انجام کارها و عملیات پژوهشی است که پیوند بین کشور و فعالیت‌های محقق را قوی‌تر می‌کند و باعث تبادل منافع اعم از علمی، اقتصادی و فرهنگی می‌شود.

### افراد واجد شرایط بورسیه اراسموس موندوس

افرادی که می‌توانند برای این بورسیه اقدام کنند به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- دانشجویانی که تبعیت اروپایی دارند و یا دانشجویانی که در پنج سال اخیر حداقل یک سال را در اروپا مشغول به کار یا تحصیل بوده‌اند. این دسته از متقاضیان پس از دریافت این بورسیه، ماهانه مبلغی معادل ۵۰۰ یورو و هزینه‌ی اولیه‌ای معادل ۱۵۰۰ یورو در ابتدای سال، بعلاوه بیمه درمانی کسب می‌کنند. این دانشجویان تعداد ۱۰ بورسیه هر ساله دریافت می‌کنند.
- دسته دوم دانشجویان سایر کشورها (به جز کشورهای اتحادیه‌ی اروپا)

برای این دسته ماهیانه مبلغ ۱۰۰۰ یورو ماهانه و ۴۰۰۰ برای ابتدای سال بعلاوه بیمه درمانی در نظر گرفته شده است. برای این گروه دانشجویان هرساله تعداد ۷ بورسیه در تخصص‌های مختلف ارائه می‌شود.

کسانی که مایل هستند با پرداخت هزینه شخصی خودشان از مزایای بورسیه استفاده کنند می‌توانند با پرداخت ۴۰۰۰ یورو برای گروه اول و مبلغ ۸۰۰۰ یورو برای گروه دوم در سال، موفق به کسب این بورسیه شوند.

- سال تحصیلی بین ماه آگوست تا سپتامبر است.
- دانشجویهایی که می‌خواهند با هزینه خود ثبت نام کنند می‌توانند مدارک خود را چند ماه دیرتر ارسال کنند.
- حداکثر مدتی که یک دانشجو می‌تواند از این بورسیه استفاده کند پنج سال می‌باشد.
- برای کسب اطلاعات بیشتر در حیطه پذیرش می‌توانید به روابط عمومی دانشگاه مدنظر مراجعه کنید.
- کسانی که این بورسیه را دریافت می‌کنند، ویزای شنگن را از کشور مقصد دریافت و مدت اعتبار آن یک ساله یا دو ساله است که قابل تمدید هم می‌باشد.
- پذیرش به صورت دو مرحله می‌باشد که بعد از عبور از مرحله اول مصاحبه انجام می‌شود و متقاضی باید خود را برای مصاحبه اسکایپی آماده کند.
- متقاضی باید بتواند دلیل قانع‌کننده‌ای برای محق بودن خود بابت دریافت این بورسیه ارائه کند.
- ارائه انگیزه‌نامه مناسب که اهداف روشنی را دنبال کند میزان موفقیت شما را افزایش می‌دهد.
- تحصیل در اغلب رشته‌های این بورسیه به زبان انگلیسی می‌باشد.
- از آن جا که متقاضیان برای این بورسیه زیاد است کسانی که نمره زبان بالاتر و رزومه بهتری دارند در اولویت قرار می‌گیرند.
- مزیت دیگر اراسموس این است که فرد بعد از تحصیل هیچ گونه تعهد مالی و کاری ندارد.
- تعداد حداکثری که یک دانشجو می‌تواند رشته انتخاب کند سه رشته می‌باشد.
- اغلب دانشجویان در سال اول ممکن است رد بشنود و موفق به دریافت بورسیه نشوند که مانعی برای تلاش مجدد در سال آتی نیست.
- چون این بورسیه یک برنامه مشارکتی است دانشجو علاوه بر فعالیت در دانشگاه مادر ممکن است در سایر دانشگاه‌ها هم فعالیت کند.
- دانشگاه‌ها و مراکز علمی تحت پوشش این بورسیه، خدمات بسیاری به پذیرفته‌شدگان می‌دهند مانند: مشاوره و کمک به آنان برای یافتن محل مناسب زندگی
- دارندگان بورسیه موظفند حداقل در دو کشور اروپایی تحصیل کنند.
- با توجه به اعتبار بالای این بورسیه، فارغ‌التحصیلان آن از فرصت‌های شغلی مناسبی در اروپا و حتی کانادا و آمریکا برخوردار خواهند بود.
- بهتر است گرایش رشته درخواستی شما برای مقاطع بالاتر هماهنگ با گرایش مقطع قبلی باشد.
- ممکن است با توجه به رشته‌های موجود و دانشگاه‌ها و مراکز مختلف تحت پوشش، امکانات یک دانشگاه با دانشگاه دیگر متفاوت باشد و یا دانشجو نیاز باشد برای فعالیت‌های خود یا گذراندن دوره‌ی کارورزی به دانشگاه دیگری مراجعه کند که بعضاً در کشور دیگر نیز می‌باشد.

#### منابع:

[https://www.eacea.ec.europa.eu/scholarships/erasmus-mundus-catalogue\\_en](https://www.eacea.ec.europa.eu/scholarships/erasmus-mundus-catalogue_en)

<https://boursieplus.ir>



گزارش رویداد ایران بایو

نگارنده: فاطمه صادقی، دانشجوی کارشناسی ارشد نانوبیوتکنولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



دومین کنگره بین‌المللی  
محصولات بیوتکنولوژی  
پزشکی و صنایع وابسته

۵ تا ۷ بهمن ۱۴۰۰ مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک تهران  
Olympic Hotel, Tehran, Iran 25-27 January 2022

## گزارش رویداد دومین کنگره بین‌المللی ایران بایو

بیوتکنولوژی پزشکی ایران و سفرایی از کشورهای خارجی در مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک در روز ۵ بهمن ماه افتتاح شد.

در این نمایشگاه حدود ۵۰ غرفه در حوزه زیست‌فناوری، تولید دارو، تجهیزات پزشکی و واکسن، جدیدترین دستاوردهای محصولات بیوتکنولوژی ایران را به نمایش گذاشتند.

دومین کنگره بین‌المللی محصولات بیوتکنولوژی پزشکی و صنایع وابسته (ایران بایو) با اهداف ذیل برگزار شد:

دومین کنفرانس و نمایشگاه بین‌المللی محصولات بیوتکنولوژی پزشکی و صنایع وابسته توسط انجمن تولیدکنندگان و صادرکنندگان محصولات بیوتکنولوژی پزشکی ایران (ایران بایو) در روزهای ۵ الی ۷ بهمن ماه ۱۴۰۰ در مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک در تهران برگزار شد.

این نمایشگاه با حضور دکتر سورنا ستاری معاون علمی و فناوری ریاست‌جمهوری، تولیدکنندگان و صادرکنندگان محصولات

- برگزاری استارت‌آپ شو و ایده بازار حوزه بیوتکنولوژی
- برگزاری کارگاه‌های مطالعه موردی و انتقال فناوری توسط مدرسان داخلی و بین‌المللی

همچنین شایان ذکر است پنل‌های تخصصی رویداد ایران بایو با محوریت سیاست‌گذاری نظام دارویی در تولید داروهای بیوتک، تکنولوژی‌های نو و آینده صنعت بایو، آشنایی با یک داروی بایوسیمیلار، فرآورده‌های تشخیص پزشکی، صادرات داروهای بیوتک، صنایع جانبی و پایین‌دستی صنعت بیوتکنولوژی، استارت‌آپ‌های حوزه بیوتک، صنعت پلاسما، اقتصاد بایوتک و واکسن برگزار شدند.

- معرفی توانمندی‌ها و ظرفیت‌های فعالان صنعت بیوتکنولوژی کشور
- فراهم نمودن فضای تبادل اطلاعات و تکنولوژی
- ایجاد روحیه رقابت سالم و توسعه‌گرا میان فعالان حوزه زیست فناوری کشور
- ترویج عمومی علم و تکنولوژی زیست فناوری از طریق ایجاد آشنایی جامعه با محصولات و کاربردهای آن‌ها در زندگی روزمره و ارائه دستاوردهای آن‌ها طی سال‌های اخیر توسط انجمن تولیدکنندگان و صادرکنندگان محصولان بیوتکنولوژی پزشکی ایران

از دیگر برنامه‌های این رویداد که از ۵ تا ۷ بهمن ماه در مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک تهران برگزار شد، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- برگزاری سخنرانی و پنل‌های تخصصی توسط چهره‌های شاخص حوزه محصولات بیوتکنولوژی
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی با حضور مدرسین بین‌المللی
- برپایی تورهای دانشجویی



اخبار علمی



کمک‌هزینه‌ای برای استفاده از نانوذرات در توسعه

دارو:

دانشگاه وارویک کمک هزینه ۱۵۰۰۰۰ یورویی برای بررسی امکان ایجاد تحول در داروها با استفاده از نانوذرات دریافت می‌کند. این بودجه برای پروژه‌ای به منظور بهبود کارایی داروها با استفاده از نانوذرات صرف خواهد شد تا این فناوری را یک گام به سمت تجاری‌سازی نزدیک‌تر کند.

۱۶۶ محقق که توسط شورای تحقیقات اروپا (ERC) تأمین مالی شده‌اند، موفق به دریافت کمک هزینه اثبات مفهوم شده‌اند. ارزش هر حمایت مالی ۱۵۰۰۰۰ یورو بوده، که این حمایت مالی به آن‌ها کمک خواهد کرد که فاصله بین نتایج تحقیقات پیشگامانه خود و مراحل اولیه تجاری‌سازی آن را پر کنند. کمک‌های مالی بخشی از برنامه تحقیقاتی و نوآوری اتحادیه اروپا، Horizon است.

[www.indiaeducationdiary.in](http://www.indiaeducationdiary.in)

جذب سرمایه برای توسعه نانوحسگرهای گازی

چندکاره:

استارت‌آپ اسمارت نانوتیوبز تکنولوژی با جذب ۲۰۴ میلیون یورو سرمایه از دو شرکت کاتن‌وود تکنولوژی و دوتک به دنبال تجاری‌سازی نوعی نانوحسگر گازی است که قابلیت شناسایی همزمان چندین گاز را دارد. این نانوحسگرها از حساسیت بالایی برخوردار بوده و قیمت کمی نیز خواهند داشت.

یک استارت‌آپ آلمانی ۲۰۴ میلیون یورو برای تبدیل شدن به تغییردهنده بازی در بازار حسگر گازی دریافت می‌کند. استارت‌آپ اسمارت نانوتیوبز تکنولوژی (SmartNanotubes Technologies) که تراشه‌های آشکارساز گازی چند کاناله را برای تولید انبوه توسعه داده است، ۲۰۴ میلیون یورو در دور سرمایه‌گذاری سری A جمع‌آوری کرده است. سرمایه‌گذاران اصلی این شرکت، کاتن‌وود تکنولوژی (Cottonwood Technology Fund) و شرکت دوتک (duotec) هستند.

<https://tech.eu/2022/02/03/german-startup-gets-a-whiff-of-e2-4-million-to-become-game-changer-in-gas-sensor-market>

چالش نوآوری: ساخت افزودنی کرم‌های دست و

صورت Makibeads ۸۰:

برنامه چالش‌های فناوری و نوآوری (اینوتن) با همکاری شرکت صنایع شیمیایی فرتاک لوتوس اقدام به برگزاری چالش ساخت افزودنی کرم‌های دست و صورت Makibeads ۸۰ نموده است. علاقمندان حداکثر تا ۲۸ اسفند فرصت دارند طرح‌های مفهومی خود را در چارچوبی که مشخص شده است، مدون و سپس از طریق سامانه به‌صورت آنلاین ثبت نمایند.

در پایان مرحله اول طرح‌های دریافتی در کمیته داوران ارزیابی شده و در نهایت، شرکت‌کنندگان برتر (اعم از فرد یا گروه) جهت ساخت نمونه آزمایشگاهی از طرح خود وارد مرحله دوم چالش خواهند شد. برگزیدگان مرحله نخست، چهار ماه فرصت خواهند داشت تا ضمن تکمیل مستندات فنی و اقتصادی طرح خود، یک «نمونه آزمایشگاهی» مطابق با طرح اولیه خود را طی مرحله دوم ارائه نمایند. در پایان مرحله دوم جهت انتخاب طرح برتر،



## استفاده از هوش مصنوعی و فناوری نانو برای

### تشخیص حرکات دست و چشم:

دو دستاورد اخیر، توسعه فناوری ردیابی حرکت دست و چشم را یک گام به جلو برده است. در اولین تحقیق محققان چینی الگوریتمی برای ردیابی حرکت دست ارائه کرده‌اند و در دومین دستاورد، شرکت سمالیتیکس موفق به ساخت نانوحسگری دقیق برای ردیابی حرکت چشم شده است.

یک الگوریتم جدید برای تشخیص حرکات دست توسط تیمی از محققان دانشگاه سان یات سن در گوانگژو در تلاش برای غلبه بر بار محاسباتی بالا، سرعت و دقت کم و تعداد محدود حرکات قابل تشخیص ایجاد شده است.

این تیم به رهبری ژیی یو، مقاله‌ای را منتشر کرده است که در آن الگوریتم تشخیص حرکت دست "برای محاسبات لبه کارآمد" تشریح شده است. این الگوریتم برای تشخیص حرکت در دستگاه‌های مختلف با ۹ حرکت قابل شناسایی توسط نرم‌افزار در نظر گرفته شده است.

<https://www.biometricupdate.com/202201/potential-breakthroughs-for-gesture-recognition-with-new-algorithm-capacitive-sensor>

کلیه اخبار ارائه شده در پایگاه خبری فناوری نانو ایران در دسترس است:

<https://news.nano.ir>

مستندات فنی و اقتصادی و نیز نمونه آزمایشگاهی ارائه شده از سوی هر شرکت‌کننده توسط هیات داوران ارزیابی و برنده نهایی معرفی می‌شود.

دانلود راهنمای چالش و ارسال طرح مراجعه به سایت:

[www.innoten.ir](http://www.innoten.ir)

## نانوحسگر ارزان و قابل حمل برای تشخیص بیماری

### ساخته می‌شود:

آزمایشگاه علوم و بیوتکنولوژی نانو به رهبری پروفسور چائو وانگ در دانشگاه ایالتی آریزونا موفق به ساخت نانوحسگری برای تشخیص سریع اپیدمی‌هایی نظیر کرونا شده است.

محققان دانشگاه ایالتی آریزونا با همکاری پژوهشگرانی در دانشگاه واشنگتن در سیاتل یک کیت ارزان، قابل حمل و سریع برای شناسایی ویروس‌هایی مانند ابولا و کرونا ارائه کرده‌اند.

یک اپیدمی در حال ظهور نیاز به کیت‌های تشخیصی دارد که می‌تواند گسترش بیماری را ردیابی کند. اما بسیاری از فناوری‌های پیشرو حجیم، پرهزینه و کند هستند.

مقاله جدیدی در مجله *Biosensors and Bioelectronics* منتشر شده است که یک جایگزین امیدوارکننده برای چنین دستگاه‌های حجیم و پرهزینه‌ای ارائه می‌دهد.

<https://fronterasdesk.org/content/1753031/researchers-make-cheap-portable-nanosensor-disease-detection>



مسابقه ملی فناوری نانو



یازدهمین مسابقه ملی فناوری نانو

مقدمه

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در راستای تحقق اهداف ترویجی و آموزشی تدوین شده در سند راهبردی فناوری نانو، اقدام به برگزاری مسابقه ملی فناوری نانو کرده است. این مسابقه بزرگترین رقابت علمی در حوزه علم و فناوری نانو است که هر ساله توسط گروه ترویج و آموزش ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و با حضور هزاران نفر از علاقه‌مندان به فناوری نانو برگزار می‌شود. مسابقه ملی فناوری نانو علاوه بر ایجاد رقابت میان شرکت‌کنندگان، زمینه را برای اخذ گواهی توانمندی تدریس و مجوز شرکت در برنامه نانو استارت آپ فراهم می‌کند.

اهداف

هدف از برگزاری مسابقه ملی نانو، افزایش آشنایی دانشجویان و محققان با فناوری نانو، ارتقای سطح گفتمان علم و فناوری نانو در دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی - آموزشی کشور، شناسایی نخبگان نانویی کشور و برترین‌های این حوزه، جهت‌دهی به فعالیت‌های آموزشی - پژوهشی و حمایت از فعالیت‌های

شکل‌گرفته در این زمینه توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو است.

یازدهمین مسابقه ملی فناوری نانو

یازدهمین مسابقه ملی فناوری نانو طی سه مرحله\* در تابستان سال ۱۴۰۱ برگزار خواهد شد. مرحله اول آن اواخر تیر ماه ۱۴۰۱ به صورت غیرحضوری (آنلاین) و مرحله دوم آن به صورت حضوری اواخر مرداد ماه ۱۴۰۱ برگزار خواهد شد؛ نفرات برتر مرحله دوم جهت ارزیابی نهایی وارد مرحله سوم (مسابقه عملی) خواهند شد؛ این مرحله در شهریور ماه ۱۴۰۱ برگزار خواهد شد.

منبع:

<https://nanoeducation.ir/>



---

تاریخ نگار کنفرانس ها و وقایع علمی

---



ششمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی - لندن

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۱/۱۱-۱۰

اولین همایش ملی کارآفرینی در حوزه سلامت - ایرانشهر

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱-۲۰

هفتمین کنفرانس بین‌المللی علوم و توسعه فناوری نانو-تفلیس - گرجستان

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۲/۳۰

ششمین کنفرانس تخصصی ترمودینامیک - تهران

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۳/۳-۴

چهارمین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت محیط زیست - قائم شهر

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰

پنجمین همایش فناوری اطلاعات و ارتقای سلامت - تهران

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰-۲۸

ششمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مهندسی کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی - تهران

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱



معرفی کتاب



کتاب " کتاب واژه‌نامه جامع فناوری نانو "

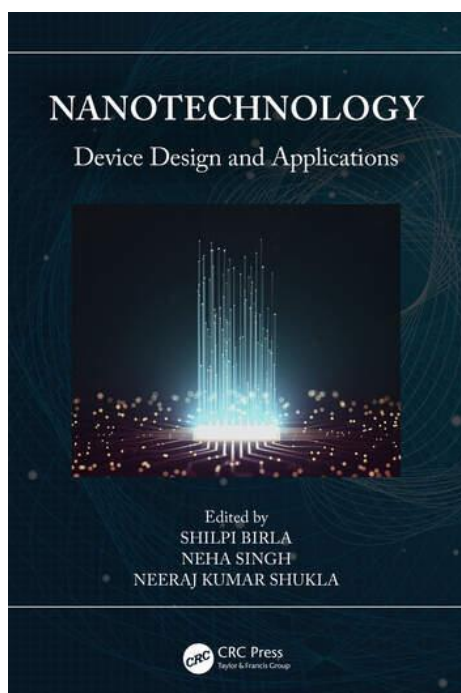
تصویبررداری در پزشکی و کاربردهای امنیتی هستند بحث می‌کند.

در متن، پیشرفت‌های حوزه نانو تکنولوژی را با کاربردهای آنها پوشش می‌دهد و مفاهیم مهمی از جمله شبیه سازهای عصبی، نانو پزشکی و مواد نانو را توضیح می‌دهد.

کاربردهای نانو تکنولوژی در زمینه‌های مختلف از جمله بخش بهداشت، کشاورزی، بخش انرژی و الکترونیک را پوشش می‌دهد.

این کتاب، پیشرفت‌های اخیر فناوری نانو را با کاربردهایی در بخش‌های الکترونیک، کشاورزی، خدمات بهداشتی، شهرهای هوشمند، صنایع غذایی و انرژی به صورت جامع مورد بحث قرار می‌دهد.

در این کتاب با بحث در مورد مفاهیم مهمی از جمله نانو تکنولوژی زیستی، نانو الکترونیک، دستگاه‌های نانو، پزشکی نانو و حافظه‌های نانو آغاز می‌شود. سپس به طور جامع کاربردهای نانو تکنولوژی را در حوزه‌های مختلف از جمله مراقبت‌های بهداشتی، انرژی، محیط زیست، امنیت و دفاع، کشاورزی، صنایع غذایی، خودرو، شهرهای هوشمند و اینترنت اشیا (IoT) پوشش می‌دهد. این کتاب با هدف دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و متخصصان رشته‌های مهندسی برق، مهندسی الکترونیک، علوم و فناوری نانو، سنسورهای تصویبررداری نانو که مفید برای





---

## راه های همکاری با نشریه فناوری ناب

---



### راه های همکاری با نشریه فناوری ناب:

فصلنامه فناوری ناب آمادگی خود را جهت دریافت مقالات و خلاصه مقالات شما عزیزان، همچنین اخبار و گزارش های علمی کنگره ها و برنامه های پژوهشی در حوزه های مرتبط با نانویوتکنولوژی و زیست کارآفرینی اعلام می دارد؛ لذا در صورت تمایل به همکاری، مطالب خود را به صورت فایل word به ایمیل زیر ارسال نمایید. از حسن توجه و همکاری شما بزرگواران سپاس گزاریم و پذیرای نظرات و پیشنهادات سازنده ی دانشجویان و اساتید محترم خواهیم بود.

ایمیل: [m.mosazadeh@modares.ac.ir](mailto:m.mosazadeh@modares.ac.ir)

با سپاس

مدیر مسئول نشریه فناوری ناب

مرضیه موسی زاده

N  
A  
N  
O  
  
T  
E  
C  
H  
N  
O  
L  
O  
G  
Y

