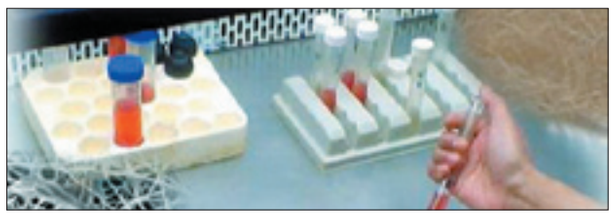
دستاورد



ساخت جایگزین‌های استخوانی مقاوم در کشور

پژوهشگران پژوهشگاه مواد و انرژی موفق به ساخت جایگزین‌های استخوانی زیست تخریب‌پذیر از جنس نانوکامپوزیت زیرکونیا- کلسیم فسفات دوفازی(BCP ZrO۲) شدند. امید فخرایی، مجری طرح درباره این پژوهش گفت: در این پژوهش نانوکامپوزیت‌های BCP- ZrO۲ حاوی درصدهای مختلف حجمی فاز زیرکونیا با اندازه ذرات متفاوت و با روش‌های متفاوت زینتر تهیه و بررسی شدند. زینتر نمونه‌ها شامل فرآیندهای زینتر معمولی در کوره الکتریکی، زینتر توسط تشعشعات مایکروویو در و زینتر پلاسما جرقه‌ای SPS در دماهای متفاوت بوده است. علاوه بر ساختار، خواص مکانیکی این نانوکامپوزیت‌ها، مکانیسم‌های شکست فعال و رفتار منحنی R در آنها ارزیابی شده و مورد مقایسه قرار گرفته است. در انتها مشخص شد که نمونه نانوکامپوزیت با بالاترین خواص مکانیکی (به خصوص در مقدار چقرمگی شکست) مربوط به نمونه دارای ۳ درصد حجمی نانوزیرکونیا تولید شده به روش SPS است که مقاومت به رشد ترک و سختی آن تقریبا سه برابر جایگزین‌های کلسیم فسفاتی است. همچنین این کامپوزیت علاوه بر خصوصیات مکانیکی مطلوب، از خواص بیولوژیکی و زیست تخریب پذیری قابل قبولی برخوردار است و امکان جذب و جایگزینی با بافت استخوانی جدید در آن وجود دارد.

فضا

سفر ۱۵ دقیقه‌ای به فضا با Sabre

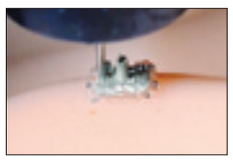
متخصصان فعال در تولید موتورهای فضاپیما در پی طراحی یک موتور بسیار قدرتمند برای فضاپیماها هستند. آنها قصد دارند موتوری جدید برای فضاپیماها طراحی کنند که طی ۱۵ دقیقه مسافران را به فضا ببرد. این موتور قدرتمند سابر (Sabre) نام دارد. در حال حاضر محل تست این فضاپیما آماده شده است و تولیدکننده آن قصد دارد تا سال ۲۰۲۰ موفق به تست آن شود. متخصصان معتقدند ما یک قدم بلند برای تولید این موتور برداشته‌ایم و منتظریم تا بتوانیم آن را تست کنیم. قدرت این موتور، فضاپیما را با سرعتی پنج برابر سرعت صوت به فضا پرتاب می‌کند. یکی از قابلیت‌های منحصر به فرد این موشک این است که اکسیژن مایع مورد نیاز برای سوخت را خودش با خنک کردن هوای ورودی به موتور از دمای ۱۰۰۰ به ۱۵۰- درجه سانتیگراد انجام می‌دهد.

روبات

روبات جراح چشم از تست سر بلند بیرون آمد

روبات جراح چشم آزمایش‌ها را با موفقیت پشت سر گذاشت. مطمئناً همه از حساسیت عمل جراحی چشم آگاه هستند و تسلط جراح در این زمینه از اهمیت فوق‌العاده زیادی برخوردار است. ورود روبات‌ها به این عرصه می‌تواند از اشتباهات و حساسیت‌های موجود بکاهد و کیفیت کار جراحی را ارتقا دهد. متخصصان آکسفورد موفق شدند روباتی را در این زمینه طراحی کنند که کیفیت جراحی آن از زبردست‌ترین جراحان نیز بهتر باشد. یکی از مشکلاتی که جراحان چشم با آن مواجه هستند جراحی شبکیه است. قطر ۱۰ میکرونی شبکیه و حساسیت فوق‌العاده آن کار را برای جراح مشکل می‌کند. به علاوه جریان خون در دست جراح نیز می‌تواند از دقت وی بکاهد و مشکلات را دوچندان کند. روبات با این مشکلات مواجه نیست و به همین دلیل می‌تواند عملی بسیار باکیفیت‌تر در مقایسه با یک جراح داشته باشد.

روبات‌ها مجهز به حس لامسه می‌شوند



محققان با استفاده از چاپگرهای سه‌بعدی یک حسگر سیلیکونی برای نصب روی نوک انگشت روبات‌ها طراحی کرده‌اند که به آنها حس لامسه می‌بخشد. از این روش می‌توان برای تسهیل عمل جراحی و انتقال حس لامسه به جراحان در برخی عمل‌های دشوار نیز استفاده کرد. حسگرهای یاد شده را می‌توان حتی روی نوک انگشتان دستان افرادی که به هر علت حس لامسه خود را از دست داده‌اند نیز نصب کرد تا آنها دوباره از این حس بهره‌مند شوند. ابعاد مینیاتوری این حسگرهای سه بعدی باعث می‌شود افراد برای استفاده از آنها مشکل چندانی نداشته باشند. این حسگرهای منعطف سیلیکونی و بسط یافتنی که تنها ۴ میلیمتر پهنا دارند، به راحتی خم می‌شوند و استفاده از آنها در آینده نزدیک ممکن می‌شود.

فناوری

ساخت دستگاه فیزیوتراپی بدون نیاز به فیزیوتراپیست

محققان موفق به طراحی و تولید یک دستگاه تحریک الکتریکی فعالیت اندام‌ها «FES» یا همان دستگاه فیزیوتراپی شدند که بیمار می‌تواند به تنهایی و بدون نیاز به حضور فیزیوتراپیست از آن استفاده کند. هنگامی که دست یک نفر بر اثر سکته فلج می‌شود، در مانگرها تلاش می‌کنند تا با استفاده از تحریک الکتریکی اندام‌ها که شامل وارد کردن شوک‌های الکتریکی به اندام مورد نظر است، توانایی حرکت عضلات آن را بازگردانی کنند. پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد اگر بیمار به صورت منظم بتواند این کار را خودش انجام دهد، تأثیر بسیار زیادی در روند بهبودی خواهد داشت. این دستگاه از سه بخش تشکیل شده که شامل الکترودهایی است که بیمار آن را روی بازوی خود می‌بندد، یک دستگاه کنترل کننده که توسط دست سالم استفاده می‌شود و یک تبلت که نرم افزار این دستگاه روی آن اجرا می‌شود. برای کار با این دستگاه تنها کافیست تا نقطه دلخواه برای حرکت را روی دستگاه کنترل کننده بارگذاری کرد و نرم افزار به بیمار نشان می‌دهد که الکترودها در کدام قسمت باید نصب شوند. هنگامی که این الکترودها در محل مورد نظر نصب شد، بیمار می‌تواند از دستگاه کنترل کننده برای دادن شوک به عضلات استفاده کند.

دانستنی

کشف کرم آبی که دی‌اکسیدکربن می‌خورد

دانشمندان موفق به کشف گونه‌ای ناشناخته از کرم‌ها شدند که دی‌اکسیدکربن را در چرخه تغذیه خود مصرف می‌کند و در کنترل کربن محلول در اقیانوس‌ها نقش مهمی دارد. کرم نرم‌تن موکوزدار(مخاطی) در عمق ۴۰۰ متری از سطح آب زندگی می‌کند. این جاندار با پمپاژ آب به درون دهان و فیلتر کردن آن از مواد آلی تغذیه می‌کند. محققان بر این باورند که این جاندار با به دام انداختن طعمه‌های حاوی کربن مثل پلانکتون‌ها باعث می‌شود تا چرخه کربن محلول در آب کنترل شود. این جانور شگفت‌انگیز پس از خوردن پلانکتون‌ها و سایر جانورانی که در چرخه کربن فعال هستند، مواد دفعی خود را به صورت مدفوع جامد به بستر دریا منتقل می‌کند. محققان پس از بررسی میزان پایداری مواد جامد دفعی حاوی کربن خروجی از بدن کرم‌های نرم آبزی دریافتند که کربن منتقل شده به بستر اقیانوس حداقل برای چند قرن پایدار باقی می‌ماند.

با تغییر ژن کاربردی توسط محققان

سلول بنیادی می‌تواند با آرتروز مبارزه کند

مترجم: علی طالبی

محققان با استفاده از فناوری ویرایش، ژن کاربرد سلول‌های بنیادی موش را تغییر دادند تا با التهاب حاصل از آرتروز و دیگر بیماری‌های مزمن مقابله کنند.

چنین سلول‌های بنیادی، به عنوان سلول‌های «SMART» (سلول‌های بنیادی تغییریافته برای درمان خود به خودی احیاکننده) شناخته می‌شوند که به سلول‌های غضروفی تکوین می‌یابند که یک داروی ضدالتهاب زیستی تولید می‌کنند که به طور ایده‌آل، غضروف آرتروز را جایگزین خواهد کرد و به طور همزمان مفاصل و دیگر بافت‌ها را از آسیبی که با التهاب مزمن رخ می‌دهد، حفاظت می‌کند.

دکتر فرشید گویلاک در این باره گفت: «هدف ما آماده کردن سلول‌های بنیادی تغییر کاربرد داده به عنوان واکسنی برای آرتروز است، که یک داروی ضدالتهابی را به مفصل آرتروزی آزاد خواهد کرد اما تنها زمانی که مورد نیاز است. برای انجام این کار، نیاز داشتیم یک سلول «هوشمند» ایجاد کنیم. بسیاری از داروهای جدید که برای درمان آرتروز استفاده می‌شدند شامل اِنبرل، هومیرا و رِمیکاد به مولکول گستراننده التهاب که فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا (TNF- alpha) نامیده می‌شود، حمله می‌کنند اما مشکل این داروها این است که به جای اینکه به مفاصل هدفگیری شوند به طور سیستمیک مشخص می‌شوند. در نتیجه با سیستم ایمنی در سراسر بدن مداخله می‌کنند و می‌توانند بیماران را به عوارض جانبی مثل عفونت‌ها حساس کنند.

گویلاک بیان کرد: «ما می‌خواهیم فناوری ویرایش ژن خودمان را به عنوان راهی برای ارائه درمان هدفگیری‌شده در پاسخ به التهاب موضعی در یک مفصل استفاده کنیم، از آنجایی که این مسئله با درمان‌های دارویی جدید در تضاد است می‌تواند با پاسخ التهابی در کل بدن مداخله کند. اگر ثابت شود این استراتژی موفق است، سلول‌های مهندسی‌شده زمانی که پیام‌های التهاب آزاد می‌شوند، مانند هنگام عود آرتروزی در این مفصل، تنها التهاب را مسدود می‌کنند. ما با بهره‌برداری ابزاری از زیست‌شناسی مصنوعی، متوجه شدیم می‌توانیم برنامه را مجدداً کدگذاری کنیم که سلول‌های بنیادی برای هماهنگ کردن پاسخ‌هایشان به التهاب از این مورد استفاده می‌کنند. ما یک مسیر التهاب را تحت کنترل گرفتیم تا سلول‌هایی را ایجاد کنیم که یک داروی حفاظتی تولید کردند.

در طول دوره چند روزه گروه، سلول‌های بنیادی تغییریافته را هدایت کرد که به سلول‌های غضروف رشد یابند و بافت غضروف را تولید کنند. آزمایشات دیگر توسط گروه نشان دادند که غضروف مهندسی‌شده از التهاب حفاظت شده است. همچنین محققان سلول‌های بنیادی- غضروفی را با ژن‌هایی که سلول‌ها را هنگام پاسخ به التهاب روشن می‌کنند، کدگذاری کردند، بنابراین دانشمندان به سادگی می‌توانستند تشخیص دهند چه زمانی سلول‌ها پاسخ می‌دادند.

اخیراً، محققان آزمایش سلول‌های بنیادی مهندسی‌شده را در مدل‌های موشی روماتیسم مفاصل و دیگر بیماری‌های التهابی شروع کرده‌اند.»

اگر کار بتواند در حیوانات تکرار شود و سپس به یک درمان بالینی گسترش یابد، سلول‌های مهندسی‌شده یا غضروفی رشدیافته از سلول‌های بنیادی از طریق آزاد کردن داروی زیستی- مهارکننده TNFآلفا- که سلول‌های غضروفی مصنوعی را که گروه گویلاک ایجاد کردند و سلول‌های غضروفی طبیعی در مفاصل خاص را حفاظت خواهد کرد، به التهاب پاسخ خواهند داد.

در ادامه محققان اظهار داشتند: اگر این سلول‌ها متوجه TNF آلفا شوند، سریعا یک درمان فعال می‌کنند که التهاب را کاهش می‌دهد. گویلاک گفت: «همچنین ما باور داریم این استراتژی احتمالاً برای سیستم‌های دیگر کار کند که به حلقه بازخوردی بستگی دارد. برای مثال، در دیابت، ممکن است بتوانیم سلول‌های بنیادی‌ای ایجاد کنیم که گلوکز را احساس و انسولین را در پاسخ روشن کنند. ما از سلول‌های بنیادی پُرتوان استفاده می‌کنیم، بنابراین می‌توانیم آنها را به هر نوع سلولی تبدیل کنیم، و با «CRISPR» می‌توانیم ژن‌هایی را حذف یا وارد کنیم که پتانسیل درمان بسیاری از انواع اختلالات را دارد.»

منبع: ساینس دیلی

نقص ویتامین A برای سلول‌های خونی مضر است

مترجم: رضا محمدی

بسیاری از سلول‌های ویژه در پوست، روده یا خون، تنها طول عمری چند روزه دارند. بنابراین ذخیره مداوم این سلول‌ها اجتناب‌ناپذیر است. آنها از سلول‌های بنیادی به اصطلاح «بزرگسال» نشئت می‌گیرند که بی‌وقفه تقسیم می‌شوند.

امروزه محققان دریافتند که نقص ویتامین A برای سلول خونی مضر است. علاوه بر این گروهی از سلول‌های بنیادی بسیار ویژه در مغز استخوان وجود دارند که ابتدا در سال ۲۰۰۸ توسط یک گروه تحقیقاتی کشف شدند. این سلول‌ها بیشتر زمان‌ها در نوعی از نهفتگی باقی می‌مانند و تنها در یک وضعیت اضطراری مثل عفونت‌های باکتریایی یا ویروسی، خونریزی شدید یا به دنبال شیمی‌درمانی فعال می‌شوند. زمانی که کار آنها انجام می‌شود، بدن توانمندترین سلول‌های بنیادی را به خواب برمی‌گرداند. دانشمندان فرض می‌کنند که این مسئله آنها را از جهش‌های خطرناک که احتمالاً منجر به سرطان خون می‌شود، حفظ می‌کند.

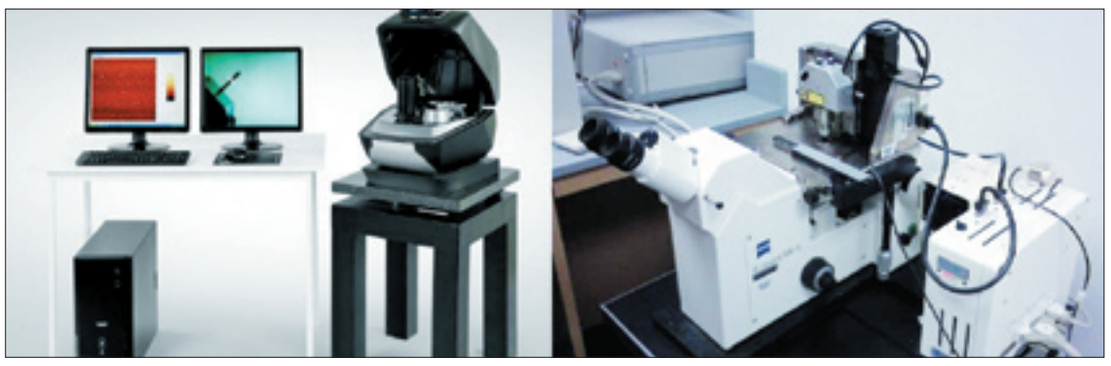
مکانیسمی که این سلول‌های بنیادی ویژه را فعال می‌کند یا آنها را بعد از اینکه کارشان انجام می‌شود به خواب برمی‌گرداند تا امروز مرموز باقی مانده است. دانشمندان اکنون رِتینوئیک اسید، متابولیت ویتامین A را به عنوان یک عامل مهم در این فرآیند شناسایی کرده‌اند. اگر این سوبسترا موجود نباشد، سلول‌های بنیادی فعال قادر نخواهند بود به یک وضعیت نهفته برگردند و در عوض به سلول‌های خونی ویژه بالغ می‌شوند. این بدان معناست که آنها به عنوان یک مخزن از دست می‌روند. این مورد در مطالعاتی با موش‌های آمیزش‌شده ویژه که سلول‌های بنیادی نهفته آنها فلوئورسنت سبز هستند نشان داده شد. نینا کابزاس والشید که نویسنده اول مقاله است، می‌گوید: «اگر ما این موش‌ها را با یک رژیم ناقص ویتامین A برای مدتی تغذیه دهیم، منجر به فقدان سلول‌های بنیادی می‌شود، بنابراین ما می‌توانیم برای اولین بار ثابت کنیم که ویتامین A اثری مستقیم بر سلول‌های بنیادی خون دارد.»

این یافته نه تنها فهم ما را از تکوین سلول‌های خونی افزایش می‌دهد، بلکه مطالعات قبلی را که نشان دادند نقص ویتامین A به سیستم ایمنی آسیب می‌زند را نیز روشن می‌سازد. کابزاس والشید تأکید می‌کند: «این نشان می‌دهد که چقدر از لحاظ حیاتی حائز اهمیت است که جذب کافی ویتامین A از یک رژیم متعادل داشته باشیم. بدن نمی‌تواند ویتامین A خودش را تولید کند.» همچنین دانشمندان در مورد چشم‌اندازهای جدید در درمان سرطان امیدوارند. شواهدی وجود دارد که سلول‌های سرطانی نیز شبیه به سلول‌های بنیادی سالم، در یک وضعیت نهفتگی باقی می‌مانند. هنگام نهفتگی، متابولیسم آنها تقریباً به طور کامل متوقف می‌شود و این آنها را نسبت به شیمی‌درمانی مقاوم می‌کند. وی توضیح می‌دهد: «زمانی که ما با جزئیات متوجه شویم که چگونه ویتامین A و رِتینوئیک اسید، به ترتیب، سلول‌های بنیادی نرمال و بدخیم را به نهفتگی می‌فرستند، می‌توانیم تلاش کنیم موقعیت را برگردانیم. اگر ما می‌توانستیم سلول‌های سرطانی را مجبور کنیم که موقتاً به یک وضعیت فعال وارد شوند، می‌توانستیم آنها را به درمان‌های مدرن آسیب‌پذیر کنیم.»

علاوه بر این در همکاری با همکارانی از موسسه اروپایی بیوانفورماتیک در کمبریج، گروه، آنالیزهای گسترده ژنومی از سلول‌های منفرد را انجام داد و کشف کرد که انتقال از سلول‌های بنیادی نهفته به فعال و سپس به سلول‌های بنیادی یک چیز پیوسته است و مسیر متفاوتی را برای هر سلول مجزا دنبال می‌کند. تاکنون دانشمندان فرض کرده‌اند که انواع سلولی خاص با یک الگوی تعریف‌شده گام به گام تکوین می‌یابند. این یافته مفهوم سابق از چگونگی رخ دادن تمایز سلولی در بدن را تغییر می‌دهد.

منبع: ساینس دیلی

تصویر روز



میکروسکوپ نیروی اتمی به دست محققان ایرانی ساخته شد

محققان ایرانی موفق به طراحی و ساخت میکروسکوپ‌های نیروی اتمی برای دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها شده‌اند. میکروسکوپ‌های نیروی اتمی (AFM)، دسته گسترده‌ای از تجهیزات شناسایی در مقیاس نانو با عنوان میکروسکوپ‌های نیرویی هستند. امروزه دستگاه‌های تجاری متفاوتی با مبانی مشابه و حالات کاری مختلف عرضه شده‌اند که از نظر دقت و کیفیت تصاویر با یکدیگر تفاوت دارند. یکی از انواع میکروسکوپ‌های نیروی اتمی پروب روبشی است که از یک پروب نوک تیز در ابعاد کمتر از هشت نانومتر که روی نمونه حرکت می‌کند به شمار می‌روند. خواص قابل اندازه‌گیری با این دستگاه ایرانی شامل مورفولوژی هندسی، توزیع چسبندگی، اصطکاک، ناخالصی سطحی، جنس نقاط مختلف سطح، کشسانی، خواص مغناطیسی، بزرگی پیوندهای شیمیایی، توزیع بارهای الکتریکی سطحی و قطبیت الکتریکی نقاط مختلف است. در عمل از این قابلیت‌ها برای بررسی ویژگی‌هایی همچون خوردگی، تمیزی، یکنواختی، زبری، چسبندگی، اصطکاک و اندازه استفاده می‌شود. دقت بالا، عدم محدودیت در بررسی اغلب سطوح در شرایط محیطی مختلف، عدم نیاز به آماده‌سازی نمونه در اغلب موارد، سرعت بالای اندازه‌گیری، تهیه تصویر سه‌بعدی و توانایی بررسی انواع خواص سطحی از جمله ویژگی‌های این سیستم به شمار می‌رود.

رهنمود

لازمه رسیدن به اهداف والا اهمیت دادن به نخبگان است

نخبگان، موتور محرک رسیدن به این اهداف بزرگ هستند و مسئولان باید به موضوع نخبگان نگاه جدی، عملیاتی، دلسوزانه و پیگیرانه داشته باشند.

جمهوری اسلامی ایران باید به کشوری پیشرفته، قدرتمند، شریف، صاحبِ حرف نو، دارای عزت، برخوردار از احساس عزت، سرشار از معنویت و ایمان و برافرازنده پرچم تمدن نوین اسلامی تبدیل شود که لازمه رسیدن به این اهداف والا، اهمیت دادن به نخبگان و قدر دانستن این نعمت الهی است.

نخبگان می‌توانند با تلاش نشاط آور خود به عنوان یک موتور محرکه، نسل جوان یعنی سرمایه‌های اصلی کشور را به کار و تلاش ترغیب کنند.

بیانات رهبر انقلاب
در جمع نخبگان- مهر ۹۵

ابتکار

تولید نانو با قابلیت تشخیص زودهنگام ویروس هپاتیت C

پژوهشگران دانشگاه ایلام نانوحسگری را با قابلیت شناسایی ویروس هپاتیت C با سرعت و گزینش‌پذیری بالایی عرضه کردند.

ویروس هپاتیت C از عوامل اصلی هپاتیت مزمن عفونی است که حدود ۲۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان به آن مبتلا هستند. هپاتی C خطرناک‌ترین نوع هپاتیت محسوب می‌شود که از طریق خون آلوده (معمولاً از طریق استفاده از سرنگ آلوده برای تزریق مواد مخدر) منتقل می‌شود. محققان دانشگاه ایلام با اجرای پروژه تحقیقاتی در این زمینه در تلاش هستند تا راهکاری برای شناسایی این ویروس ارائه دهند. دکتر محمود روشنی، عضو هیئت علمی دانشگاه ایلام با اشاره به اهمیت تشخیص بیماری هپاتیت C گفت: بر این اساس نیاز به یک روش ساده و بسیار حساس داریم تا بتوانیم مقدار این ویروس را در نمونه‌های سرم خون به‌راحتی اندازه‌گیری کنیم، ولی از آنجایی که روش‌های مرسوم معایبی از قبیل دقت و حساسیت کم دارند، این موضوع دانشمندان را به سمت طراحی حسگرهای الکتروشیمیایی نسبتا ارزان‌قیمت سوق داده است. در این طرح تحقیقاتی سعی بر آن بوده تا یک نانوحسگر با حساسیت، گزینش‌پذیری و دقت بالا برای تشخیص بیماری هپاتیت C در سرم خون طراحی کنیم. استفاده از این نانوحسگر منجر به کاهش هزینه‌های مربوط به فرآیند تشخیص این بیماری می‌شود و از سوی دیگر سرعت این نانوحسگر نسبت به روش‌های معمول تشخیص این بیماری بسیار بالاست.

ساخت سلول‌های خورشیدی که فتوسنتز می‌کنند

محققان کشورمان موفق به تولید سلول‌های خورشیدی شدند که فرآیندی مشابه فتوسنتز انجام می‌دهند. راحله محمدپور، مجری طرح گفت: به علت محدود بودن منابع فسیلی در چند سال آینده چاره‌ای جز استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک وجود ندارد و این مسئله رویکردی جهانی است. در میان انرژی‌های تجدیدپذیر نیز انرژی خورشیدی از پاک‌ترین انرژی‌هاست که در کشور ما نیز به وفور وجود دارد. بنابراین محققان در کشورهای مختلف برای بهره‌وری از این انرژی به دنبال ساخت و تولید سلول‌های خورشیدی با بازدهی بالا، هزینه تولید پایین و پایداری زیاد هستند. در این طرح نیز ساخت سلول‌های فتوولتایی مدنظر قرار گرفت تا سلول‌های خورشیدی شبیه به برگ را تولید کنیم. در واقع با استفاده از مواد بیولوژیکی موجود باید فرآیندی مشابه فتوسنتز را در سلول‌های خورشیدی شبیه‌سازی کنیم تا با استفاده از پروتئین و کلروفیل فتوالکترون‌های نانو ساختار حساس شوند.

ابداع

اعماق مغز روشن می‌شود

محققان از طراحی و ساخت کاوشگر نوری ویژه نفوذ به اعماق مغز خبر می‌دهند. محققان موفق به ساخت نوع جدیدی از کاوشگر نوری ویژه مغز شده‌اند که با استفاده از آن می‌توان مغز حیوانات را با دقت بالایی مورد بررسی و نقشه برداری قرار داد. این فناوری پیشرفته ابعاد بسیار کوچکی دارد. این کوچکی در مقایسه با یک سکه بسیار کوچک به خوبی قابل درک است. تلاش برای نقشه‌برداری دقیق از عملکرد داخلی مغز زنده از مدت‌ها پیش آغاز شده است. دانشمندان این فرآیند را از سیم‌های ساده برقی آغاز کرده و طی دو دهه اخیر به فناوری‌های پیشرفته‌تری رسیده‌اند. نوری که از کاوشگر منتشر می‌شود موجب تحریک نورون‌ها در مغز می‌شود و بدین ترتیب می‌توان عملکرد آنها را نقشه برداری کرد.