

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۵۳

نانو حسگرها جهت پایش شاخص‌های حیاتی بدن

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهر وین	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قزایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
	report@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir/sensor
تهیه‌کننده:	کارگزار ترویج صنعتی حوزه نانوحسگرها	صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴
	sensor@nano.ir		

۳	فناوری نانو
۳	حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن
۵	اهمیت فناوری نانو در بهبود حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن
۵	حسگر نوار قلب
۶	حسگرهای حرکت‌سنج
۷	حسگرهای نوار مغز
۷	حسگر کنترل دما
۸	حسگر تنفسی
۸	حسگر کنترل فشار خون
۹	حسگر کنترل وزن
۹	حسگر نوار عضله
۱۰	حسگر اکسیژن‌سنج خون
۱۰	شرکت‌های خارجی فعال در حوزه نانوحسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن
۱۳	فعالیت‌های داخلی در زمینه نانوحسگرها جهت پایش‌های پزشکی
۱۳	جمع‌بندی

نانوفناوری، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با کنترل در سطوح ملکولی و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های این بعد است. شواهد نشان می‌دهد که درصد بسیار بالایی از محصولات آینده متکی بر فناوری نانو خواهد بود. فناوری نانو کاربردهایی را به منصه ظهور خواهد رساند که بشر از انجام آن به کلی عاجز بوده‌است. این فناوری می‌تواند کیفیت زندگی انسان را تا حدود زیادی بهبود بخشد.

حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن

حسگر در حقیقت، ابزار و یا ماده‌ای است که بتوان با آن یک یا چند پدیده فیزیکی یا شیمیایی خاص را بر اساس ایجاد یک سیگنال ویژه تشخیص داد. امروزه حسگرها در زمینه پزشکی و سلامت بسیار گسترده و متنوع شده‌اند. بخش زیادی از این نوع حسگرها مربوط به حسگرهای تشخیص پارامترهای خون از قبیل قند خون، هورمون‌ها و تشخیص بیماری‌های میکروبی است. همچنین بخش دیگر از حسگرها نقشی اساسی در تعیین و تشخیص سرطان و بررسی ژن‌ها و ناهنجاری‌های ژنتیکی در آزمایشگاه‌ها را ایفا می‌کنند. گروه دیگری از حسگرها که اهمیت به سزایی در بعد سلامت دارند، حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن مثل ضربان قلب، فشار خون، وزن و غیره اند [۱]. این حسگرها می‌توانند عملکرد و توانایی بدن را در انجام حرکات فیزیکی مورد ارزیابی قرار دهند و اهمیت قابل توجهی در پیشگیری و مراقبت از بیماران خواهند داشت. این نوع حسگرها بیشتر برای افراد مسن، ورزشکاران و افرادی که نیاز به مراقبت‌های ویژه دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن عبارتند از (شکل ۱):

۱- حسگر نوار قلب: حسگری است که تغییرات پتانسیل الکتریکی ناشی از تحریک عضله قلب را ثبت می‌کند. معمولاً این نوع حسگر برای کنترل شرایط بیماران قلبی، افراد مسن و همچنین ورزشکاران اهمیت دارد.

۲- حسگر نوار مغزی: این نوع حسگر، فعالیت الکتریکی مغز را ثبت می‌کند. این نوع حسگرها می‌توانند در جهت تشخیص محل آسیب مغزی، بررسی و پژوهش بر روی بیماران روانی، مطالعه خواب و رفتار انسان‌ها و کمک به افراد قطع نخاعی و بیماران مبتلا به صرع اهمیت بسزایی داشته باشند.

۳- حسگر نوار عضله: این نوع حسگر، پالس‌های تولید شده از سلول‌های ماهیچه‌ای را در حالات انقباض و انقباض دریافت می‌کند. برای بررسی ضعف عضله، درد و آسیب‌های عصب و همچنین کنترل فعالیت ورزشکاران بسیار مورد استفاده است.

۴- حسگر فشار خون: این نوع حسگر، میزان فشاری که خون به دیواره رگ‌ها وارد می‌کند را اندازه‌گیری می‌کند. کنترل مداوم فشار خون در اکثر افراد از جمله افراد مسن و زنان باردار از اهمیت بسزایی برخوردار است.

۵- حسگر اکسیژن سنج خون: این نوع حسگر، میزان درصد اشباع اکسیژن خون سرخرگ انسان را

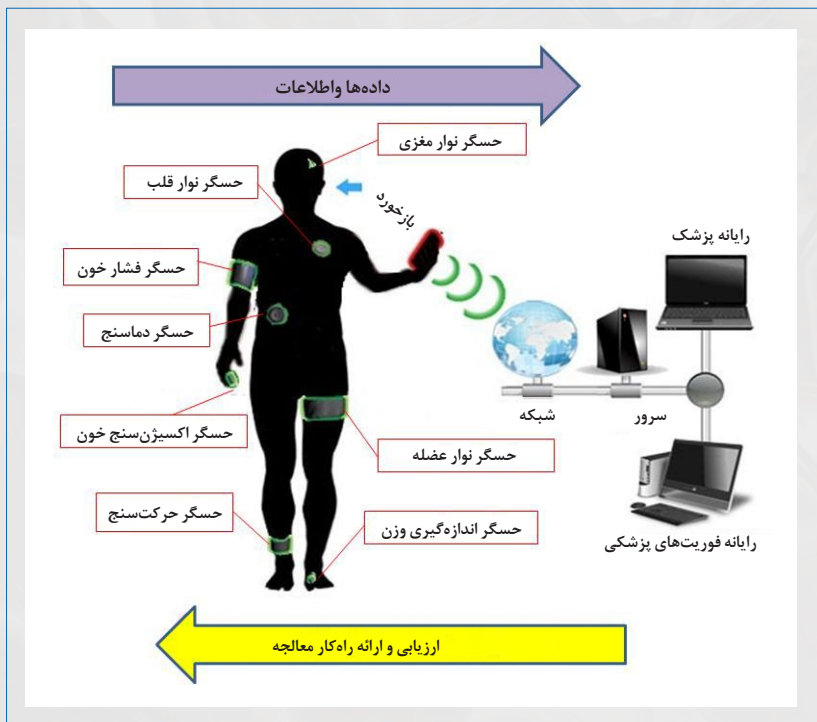
اندازه‌گیری می‌کند. حسگر اکسیژن‌سنج خون برای کنترل شرایط جسمانی افرادی که دچار تنگی نفس و یا کم‌خونی هستند و یا در حالت بیهوشی قرار دارند، بسیار کاربرد دارد.

۶- حسگر اندازه‌گیری وزن: این نوع حسگر، وزن انسان را اندازه‌گیری می‌گیرد. این حسگر برای کنترل و رویت افرادی که به دنبال تغییر وزن خود هستند، مناسب است.

۷- حسگر حرکت‌سنج: این نوع حسگر، سکون، سرعت و چگونگی حرکت بدن را در یک مسافت اندازه‌گیری می‌گیرد. حسگرهای حرکت‌سنج برای ورزشکاران حرفه‌ای و مبتدی بسیار سودمند است.

۸- حسگر دما: این نوع از حسگرها، دمای بدن انسان را اندازه‌گیری می‌کند.

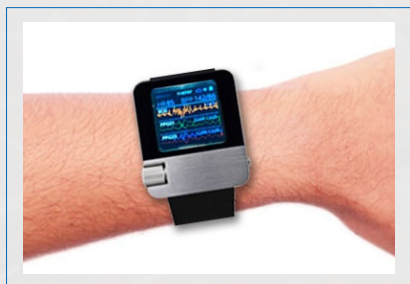
۹- حسگر تنفسی: این نوع حسگر، شدت جریان خروج و ورود هوا به سیستم تنفسی را اندازه‌گیری می‌گیرد. معمولاً این حسگر برای کنترل بیماران در بیمارستان‌ها و افرادی که مشکل تنفسی دارند، کاربرد دارد.



شکل ۱. انواع حسگرهای پایش‌کننده علائم حیاتی بدن

اهمیت فناوری نانو در بهبود حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن

امروزه حسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن توسط شرکت‌های مختلف تولید می‌شوند و به فروش می‌رسند؛ اما هر شرکت تلاش می‌کند محصولات خود را در بازار رقابتی بهبود بخشد. اهدافی که در جهت



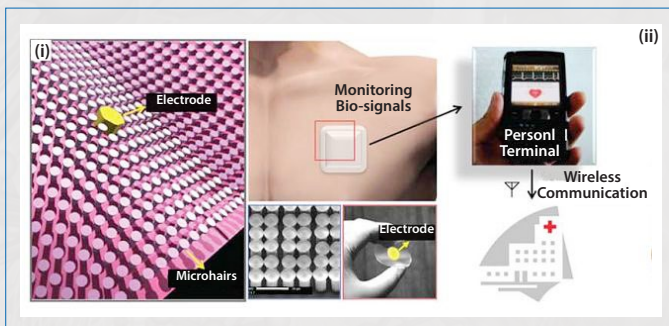
شکل ۲. پردازشگر مچی که داده‌های نانو حسگرها را دریافت می‌کند و نمایش می‌دهد.

بهبود حسگرهای کنترل‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن بیشترین اهمیت را پیدا می‌کند عبارت است از: الف) امکان اتصال حسگر از طریق بی‌سیم به رایانه پزشکی، فوریت‌های پزشکی و تلفن همراه. ب) کوچک‌سازی اندازه حسگر به نحوی که افراد استفاده‌کننده احساس راحتی داشته باشند. پ) حسگرها در مقابل شرایط متفاوت مثل گرما، رطوبت و فشار مقاوم باشند و افراد استفاده‌کننده بتوانند در همه حال برای مثال حتی در استخر نیز، حسگرها را به همراه داشته باشند. ت) حساسیت

حسگرها به صورت انتخابی افزایش یابد. ث) حسگرها با توجه به شرایط جسمانی افراد مختلف و بر اساس نیاز، سیگنال‌های لازم را دریافت کند. به نظر می‌رسد شرایطی که در جهت بهبود حسگرها ذکر شد با کمک فناوری نانو امکان‌پذیر باشد [۲]. فناوری نانو می‌تواند حساسیت یک حسگر را تا حد زیادی بالا ببرد و دقت و کارایی آن را در مقایسه با حسگرهای معمول بهبود بخشد. استفاده از نانو ساختارها در ساختمان حسگر، به صورت ویژه با افزایش سطح فعال و با دارا بودن مهندسی مولکولی، به پاسخ‌های قابل اطمینان‌تری منجر می‌شود.

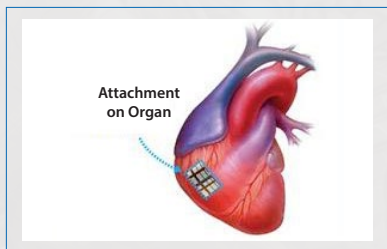
حسگر نوار قلب

حسگرهای نوار قلب یکی از مورد توجه‌ترین حسگرها برای شرکت‌های تولیدکننده محصولات پزشکی است. امروز تحقیقات بسیاری بر روی نانو حسگرهای نوار قلب صورت گرفته است. برخی از این حسگرها، از سیستم خمشی و یا سیستم فشاری تبعیت می‌کنند [۳ و ۴]. شکل و محل قرارگیری حسگر بر روی بدن متفاوت

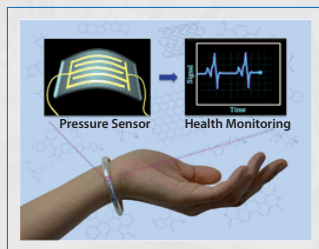


شکل ۳. حسگر نوار قلب که بر روی سینه قرار گرفته و اطلاعات را به تلفن همراه منتقل می‌کند [۳]

است. برخی از حسگرهای تولید شده بر روی سینه افراد قرار می‌گیرد (شکل ۳)، برخی دیگر مانند وسیله‌ای تزئینی بر روی مچ دست قرار می‌گیرند (شکل ۴) و بعضی از موارد تولید شده، مستقیماً بر روی ماهیچه‌ی قلب اشخاص بیمار قرار داده می‌شوند تا کمترین سیگنال‌ها را نیز دریافت کند (شکل ۵).



شکل ۵. نانو حسگر نوار قلب به صورت کاملاً انعطاف پذیر که بر روی ماهیچه قلب قرار می‌گیرد [۳]



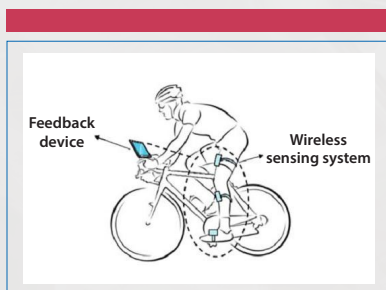
شکل ۴. نانو حسگر حلقه‌ای شکل که بر روی مچ دست قرار می‌گیرد [۴]

حسگرهای حرکت سنج

این نوع حسگرها را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: الف) حسگرهایی که مسافت طی شده توسط فرد را اندازه‌گیری می‌کند و ب) حسگرهایی که چگونگی حرکات بدن را ارزیابی می‌کند. حسگرهای نوع «الف» معمولاً به ساق و یا مچ پا متصل شده و میزان گام‌های برداشته شده و مسافت طی شده توسط افراد را محاسبه می‌کند. این حسگرها این امکان را می‌دهد که میزان کالری سوخت شده توسط بدن و خستگی افراد را بتوان تخمین زد. ارزیابی خستگی سربازان در بُعد نظامی می‌تواند بسیار پر اهمیت باشد. همچنین نمایش میزان مسافت طی شده بر روی تلفن همراه برای افرادی که پیاده‌روی روزانه دارند، می‌تواند بسیار جذاب باشد. در حسگرهای نوع «ب» معمولاً از چند حسگر استفاده می‌شود که به طور همزمان به چند نقطه از بدن



شکل ۷. الف) حسگر حرکت سنج خمشی ساخته شده از نانولوله‌های کربنی که حرکات مفاصل را اندازه می‌گیرد [۳]. ب) نانو حسگر حرکت سنج که به صورت برجسته بر روی زانو قرار گرفته است [۶]

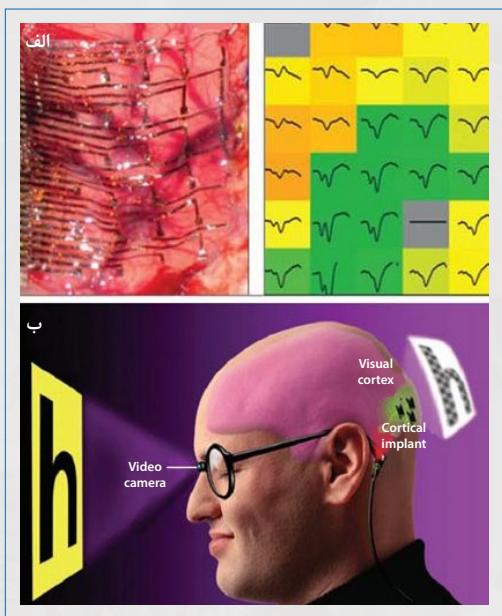


شکل ۶. حسگرهای حرکت سنج که میزان رکاب زدن و روش صحیح رکاب زدن را به دوچرخه سوار نشان می‌دهد [۵]

متصل شده و با مقایسه همه داده‌ها، صحیح بودن حرکات ورزشی توسط افراد حرفه‌ای و مبتدی را ارزیابی می‌کند (شکل ۶). برخی از این حسگرها در محل مفاصل افراد قرار می‌گیرند تا با اصلاح حرکات صحیح ورزشی، از آسیب‌های پیشرو جلوگیری نمایند (شکل ۷).

حسگرهای نوار مغز

این نوع حسگرها می‌توانند بر روی سطح پوست و یا بر روی عصب‌های مغز و نخاع افراد قرار بگیرند [۹-۷]. قرار دادن حسگرها بر روی سلول‌های عصبی، معمولاً برای کمک به بیماران معلول با این هدف که حسگرها بتوانند سیگنال‌ها را به طور مشخص از مغز افراد بیمار دریافت کرده و به دستگاه و روبات‌های عامل حرکتی انتقال دهند، صورت می‌گیرد (شکل ۸).

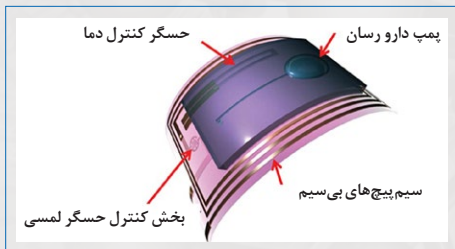


» شکل ۸. الف) قرار گیری نانوحسگر بر روی مغز گربه و دریافت سیگنال‌های مغز [۳]. ب) در آینده حسگرها می‌توانند سیگنال‌های مغز حاصل از افکار بیماران ضایعات نخاعی را به صورت گزینشی تشخیص داده و اطلاعات را برای فرمان بعدی به کامپیوتر انتقال دهند [۷]

حسگر کنترل دما

حسگرهای کنترل دما نسبت به دیگر حسگرها ساده‌تراند؛ اما در برخی از بیماری‌ها به خصوص بیماری‌های عفونی، نیاز به تزریق کنترل شده دارو در زمان تب و وضعیت بحرانی می‌باشد. نانوحسگرهای کنترل دما علاوه بر انتقال اطلاعات از طریق بی‌سیم به کامپیوتر، به یک سیستم میکرو تزریق دارو متصل خواهد بود تا تزریق دارو به بدن به اندازه مورد نیاز میسر باشد (شکل ۹). همچنین این نوع حسگرها می‌توانند برای کنترل مداوم

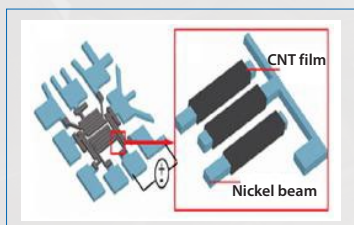
دمای بدن کودک استفاده شوند. به عنوان مثال می‌توان نانوحسگرهای کنترل دما را در پستانک کودک قرار داد.



شکل ۹. حسگر کنترل دما - تزریق دارو
انعطاف پذیر قابل قرار گیری روی سطح پوست

حسگر تنفسی

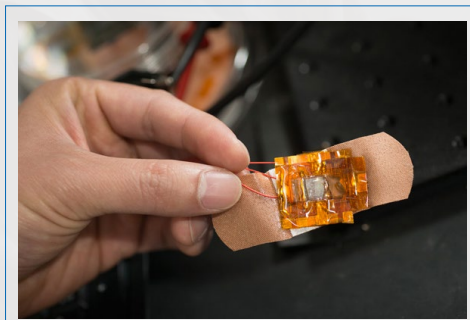
اگر چه بسیاری از حسگرهای تنفسی با هدف تشخیص قند خون و یا سرطان ساخته می‌شوند، برخی از حسگرهای تنفسی می‌توانند شدت جریان خروج و ورود هوا و یا میزان مونو اکسید کربن بازدم را اندازه بگیرند که می‌توان این حسگرها را زیر مجموعه حسگرهای پایش شاخص حیاتی بدن دانست. این حسگرها نسبت به سرعت جریان عبوری هوا بسیار حساس بوده و کمترین علائم تنفسی را تشخیص می‌دهند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نانوحسگر ساخته شده از نانومیله
نیکل و نانولوله کربنی [۱۰]

حسگر کنترل فشار خون

افزایش و کاهش ناگهانی فشار خون می‌تواند عامل خطرناکی برای بسیاری از بیماری‌ها از جمله نارسایی‌های قلبی و مغزی باشد. کنترل فشار خون در افراد مسن و یا افرادی که دارای بیماری‌های خاص هستند از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه تلاش می‌شود که حسگرهای فشار خون، کوچک و ساده شوند. حسگرهای فشار خون را به جای اینکه به دور بازو و یا مچ فرد بسته شود، می‌توان با کوچک شدن، به دور یک انگشت دست بست (شکل ۱۱) در مواردی نیز این نانوحسگرها را می‌توان در شریان خونی قرار داد. کوچک و مینیاتوری شدن



شکل ۱۱. نانوحسگر فشاری که می‌توان برای اندازه‌گیری فشار
خون و یا نبض استفاده کرد [۱۲]

حسگرهای معمول، با استفاده از نانوفناوری میسر می شود. در این روند با کوچک شدن اندازه حسگر، کارایی نیز در حد بسیار چشم گیری افزایش می یابد.

حسگر کنترل وزن

این حسگرها از نوع حسگرهای فشاری بوده و معمولاً می توانند در کف پا و کف کفش چسبانده شوند (شکل ۱۲). تا وزن افراد را به صورت بی سیم و مداوم بر روی گوشی همراه نشان دهد. این نوع حسگرها به شکل حسگر ورقه ای یا چاپ شده بر روی کاغذ تولید می شوند تا افراد هنگام پیاده روی، احساس ناراحتی در کف پای خود نداشته باشند. در برخی موارد حسگرهای فشاری در بخش داخلی کمر بند قرار می گیرد تا اخطار لازم در هنگام غذا خوردن و یا تجمع چربی به دور شکم را به استفاده کننده بدهد (شکل ۱۲). می توان این حسگرها را از آژوژل های کربنی رسانا تولید کرد که علاوه بر هدایت بالا، از نظر وزنی بسیار سبک و قابل حمل باشند.



» شکل ۱۲. نانوحسگر فشاری کربنی که در کف کفش و یا بخش داخلی کمر بند قرار می گیرد [۱۳]

حسگر نوار عضله

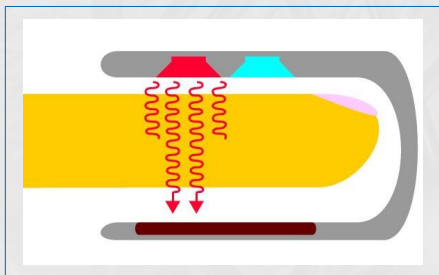
این نوع حسگرها می توانند پالس های انقباض و انبساط ماهیچه را اندازه گیری کنند. استفاده از نانوحسگرهای نوار عضله این امکان را به ورزشکاران می دهد که بدون مزاحمت، در تمام طول تمرینات، عملکرد ماهیچه ها مورد ارزیابی پزشکی ورزشی قرار گیرد (شکل ۱۳).



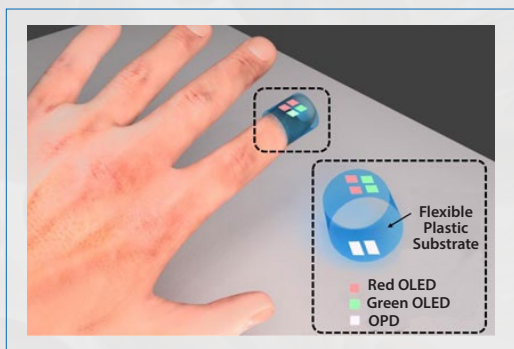
» شکل ۱۳. یک حسگر نوار عضله بی سیم ساخته شده از نانو میله های نقره [۱۴]

حسگر اکسیژن سنج خون

این نوع حسگر، از طریق عبور دو نور مادون قرمز و نور قرمز در انگشت سبابه و یا نرمه گوش و دریافت نور توسط آشکارساز در سمت دیگر بافت، میزان درصد اشباع اکسیژن خون را اندازه می‌گیرد (شکل ۱۴). امروزه با پیشرفت فناوری نانو و تاثیر آن در تولید لامپ‌های OLED، حسگرهای اکسیژن سنج خون بسیار سبک‌تر و کوچک‌تر شده و در تمام لحظه‌ها می‌توانند همراه بیمار و یا ورزشکاران (مانند کوهنوردان) باشد (شکل ۱۵).



شکل ۱۴. عملکرد حسگر اکسیژن سنج خون

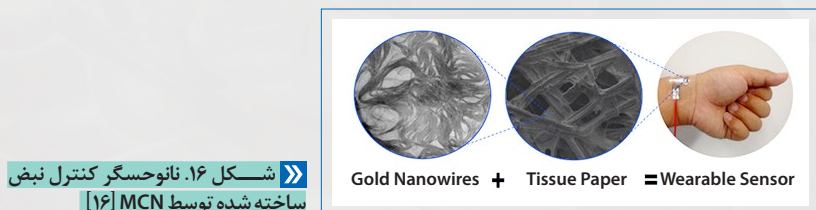


شکل ۱۵. استفاده از OLED در تولید نانوحسگرهای اکسیژن سنج خون [۱۵]

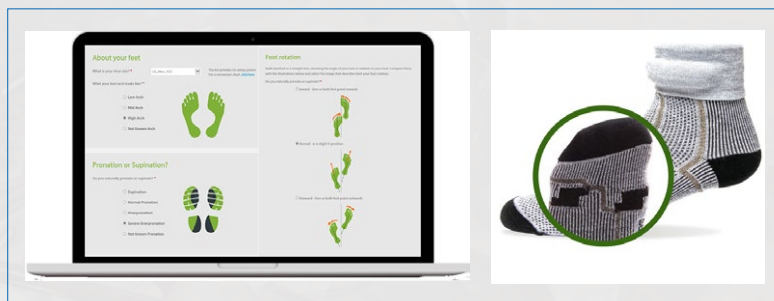
شرکت‌های خارجی فعال در حوزه نانوحسگرهای پایش‌کننده شاخص‌های حیاتی بدن

به نظر می‌رسد بحث مراقبت‌های پزشکی در خانه بسیار مورد توجه بازار محصولات پزشکی قرار گرفته است به طوری که میزان سرمایه‌گذاری در زمینه حسگرهای قابل پوشش و قابل حمل از میزان ۳ میلیون واحد در سال ۲۰۱۱ به ۳۶ میلیون واحد در سال ۲۰۱۷ خواهد رسید. این میزان سرمایه‌گذاری بر حسب محاسبات CAGR معادل ۵۵/۹ درصد می‌باشد که یکی از سریع‌ترین رشد سرمایه‌گذاری در زمینه فناوری‌های نوین است. شرکت‌های تولیدکننده محصولات مراقبت‌های پزشکی در جهان در جهت بهبود محصولات خود از فناوری‌های نوین استفاده می‌کنند. برخی دیگر از شرکت‌ها و پژوهشکده‌ها نیز به این بازار پر سود وارد شده‌اند. پژوهشکده MCN ملبورن استرالیا در زمینه نانوحسگرها سرمایه‌گذاری فراوانی نموده است و توانسته

دو محصول نانو حسگر کنترل فشار خون [۱۶] و کنترل ضربان قلب [۱۷] را تولید و به مرحله فروش برساند (شکل ۱۶).

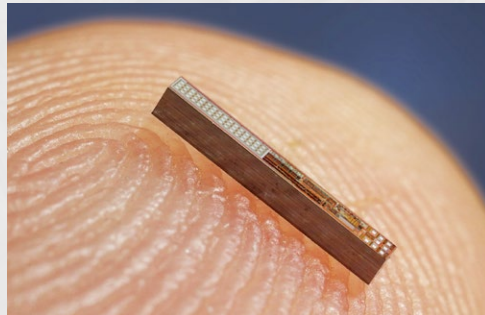


یکی از شرکت‌های موفق در زمینه نانوحسگرهای حرکت‌سنج، شرکت Sensoria می‌باشد [۱۸]. این شرکت جوراب‌های نانوئی تولید کرده که به ورزشکاران و دوندگان این امکان را می‌دهد که علاوه بر اینکه مسافت طی شده بر روی گوشی همراه قابل مشاهده باشد، چگونگی راه رفتن، شدت نیروی وارد شده بر کف پا را ارزیابی کرده و طرز صحیح راه رفتن را به دونده آموزش می‌دهند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. جوراب تولید شده توسط شرکت Sensoria که چگونگی دویدن توسط افراد را بر روی گوشی همراه نشان می‌دهد [۱۸]

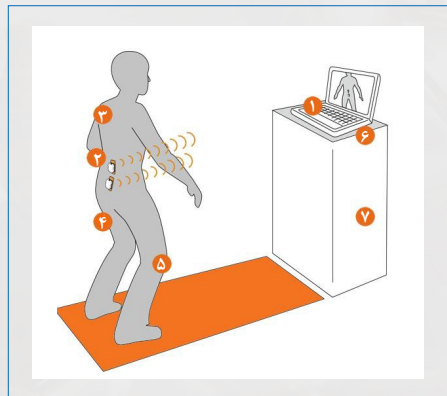
شرکت Xsens یکی دیگر از شرکت‌های پیشرو در زمینه نانوحسگرهای حرکت‌سنج پوشیدنی است که برای رشته‌های مختلف ورزشی، لباس‌های متفاوتی تولید می‌کند [۱۹]. این شرکت می‌تواند بسته به نوع ورزش، حرکات بدنی افراد را مورد ارزیابی قرار دهد. شرکت Fraunhofer IMS که در زمینه فناوری‌های نوین فعالیت می‌کند، نانوحسگرهای کنترل فشار خون را تولید کرده که در رگ‌های ران قرار می‌گیرد و کمترین تغییرات فشار خون را اندازه‌گیری کرده و به صورت بی‌سیم به کامپیوتر مخابره می‌کند [۲۰] (شکل ۱۸). ایجاد چنین حسگرهای ریز و دقیقی بدون استفاده از فناوری‌های پیشرفته خصوصاً فناوری نانو غیرممکن به نظر می‌رسد.



» شکل ۱۸. نانوحسگر فشار خون ساخته شده توسط شرکت Fraunhofer IMS که در رگ قرار می‌گیرد

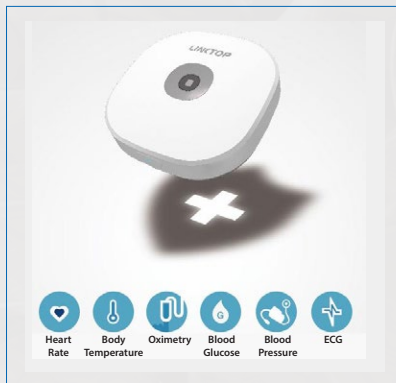
امروزه بسیاری از شرکت‌های تولیدکننده اکسیژن‌سنج خون به استفاده از لامپ‌های نوین و OLEDها روی آورده‌اند. از جمله شرکت Meditech سعی بر تولید اکسیژن‌سنج‌های کوچک‌تر با استفاده از لامپ OLED نموده است [۲۱]. شرکت BASF نیز یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های OLED در جهان است که بخشی از این محصول به صنایع تولیدکننده تجهیزات پزشکی عرضه می‌کند [۲۲].

با توجه به بیماری‌های مربوط به افزایش وزن و یا کهولت سن، به نظر می‌رسد، در آینده محصولات مربوط به حسگرهای پایش شاخص‌های حیاتی بدن به صورت حسگرهای ترکیبی وارد بازار شود. به عنوان مثال شرکت‌های تولیدکننده تلویزیون، خود را با این نوع حسگرها سازگار خواهند کرد تا افراد در هنگام استفاده از فیلم‌های آموزش ورزشی، قادر به مشاهده داده‌های مهمی همچون ضربان قلب، وزن و حرکات صحیح ورزشی خود در صفحه تلویزیون باشند [۲]. شرکت Hocoma یکی از سرمایه‌گذاران در این زمینه می‌باشد و محصول با نام Valedo را روانه بازار کرده است [۲۳] (شکل ۱۹). از دیگر شرکت‌های پیشرو در زمینه تولید



» شکل ۱۹. نانوحسگر ترکیبی حرکت‌سنج کنترل‌کننده فشار بر مهره کمر و نوار قلب ساخت شرکت Hocoma [۲۳]

حسگرهای ترکیبی، شرکت linktop است [۲۴] که معروف ترین محصول این شرکت، دماسنج بسیار دقیق مبتنی بر گرافن جهت کنترل دمای بدن کودک و ارسال آن به گوشی والدین است. این شرکت پیش گام در توسعه حسگرهای ترکیبی با قابلیت های اندازه گیری دما، اکسیژن، ضربان قلب، فشار خون، گلوکز خون و نوار قلب است (شکل ۲۰).



شکل ۲۰. حسگر ترکیبی
شرکت linktop [۲۴]

فعالیت های داخلی در زمینه نانوحسگرها جهت پایش های پزشکی

پژوهش های بسیار ارزشمندی تاکنون برای تولید گستره وسیعی از نانوحسگرها در ایران صورت پذیرفته است. بسیاری از حسگرهای ارائه شده می توانند در مقادیر بسیار پایین میزان ترکیبات بیوشیمیایی خون را اندازه گیری نمایند. با این حال پژوهشگران داخلی نیازمندند تا با همراهی موسسات تولید تجهیزات پزشکی، حسگرهایی مطابق با نیازهای اساسی مصرف کنندگان تولید نمایند. با توجه به رشد روزافزون چنین تجهیزاتی در سطح بین الملل، اهتمام تولید کنندگان داخلی در این زمینه امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.

جمع بندی

به نظر می رسد بحث کنترل سلامت و مراقبت های پزشکی با کمک ابزارهای در دسترس الکترونیکی مثل تلفن همراه و یا ساعت مچی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. رشد بسیار سریع سرمایه گذاری در حوزه سیستم های سلامت قابل پوشیدنی گواه این علت است و در آینده بخش بسیار بزرگی از بازار محصولات الکترونیکی به نانوحسگرهای کنترل سلامت تعلق خواهد داشت. استفاده از نانو فناوری در ساخت چنین حسگرهایی نه تنها به کوچک، قابل حمل بودن و گاه حتی نامحسوس بودن چنین حسگرهایی منتهی می شود، بلکه امکان قراردادن این تجهیزات در داخل بدن را نیز فراهم می آورد. نانوحسگرها در مقایسه با حسگرهای معمول، دقت و حساسیت بالاتری داشته و در کل قابل اطمینان تر می باشند.

پی‌نوشت‌ها

- ۱ ECG sensor
- ۲ EEG sensor
- ۳ EMG sensor
- ۴ Blood pressure sensor
- ۵ Pulse oximetry sensor
- ۶ Weight measuring sensor
- ۷ Inertial sensor
- ۸ Temperature sensor
- ۹ Breathing sensor

مراجع

- ۱ Micro- and Nanoengineering of Biomaterials for Healthcare Applications, A. Khademhosseini, N. A. Peppas, Adv. Healthcare Mater. 2 (2013) 10-12.
- ۲ A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation, S. Patel, H. Park, P. Bonato, L. Chan, M. Rodgers, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 9 (2012) 21.
- ۳ Recent Advances in Flexible Sensors for Wearable and Implantable Devices, C. Pang, C. Lee, K.-Yang Suh, Journal of Applied Polymer Science, 130 (2013) 1429-1441.
- ۴ Advances of flexible pressure sensors toward artificial intelligence and health care applications, Y. Zang, F. Zhang, C.-an Di, D. Zhu, Materials Horizons, (2015) DOI:10.1039/C4MH00147H.
- ۵ A performance analysis of a wireless body-area network monitoring system for professional cycling, R. Marin-Perianu, M. Marin-Perianu, P. Havinga, S. Taylor, R. Begg, Pers Ubiquit Comput, 17 (2013) 197-209.
- ۶ Epidermal Electronics, J. A. Rogers, Science, 333 (2010) 838.
- ۷ Technology Insight: future neuroprosthetic therapies for disorders of the nervous system, R. A. Normann, Nature Clinical Practice Neurology, 3 (2007) 444-452.
- ۸ Flexible, foldable, actively multiplexed, high-density electrode array for mapping brain activity in vivo, J. Vimenti, Nature Neuroscience, 14 (2011) 1599-1605.
- ۹ Nanotextile Bio-sensors for Mobile Wireless Wearable Health Monitoring of Neurological and Cardiovascular Disorders, P. Rai, S. Oh, P. Shyamkumar, M. Ramasamy, R. E. Harbaugh, V. K. Varadan, Journal of ISSS, 3 (2014) 28-77.

- ۱۰ <http://yfzhang.sjtu.edu.cn/en/research.asp?id=15>
- ۱۱ Flexible polymer transistors with high pressure sensitivity for application in electronic skin and health monitoring, D. H. Kim, Nature Communications, 4 (2013) 1859.
- ۱۲ From Cotton to Wearable Pressure Sensor, Y. Li, Y. Abdul Samad, K. Liao, Journal of Materials Chemistry A, 3 (2015) 2181-2187.
- ۱۳ Wearable silver nanowire dry electrodes for electrophysiological sensing, A. C. Myers, H. Huang, Y. Zhu, RSC Adv, 5 (2015) 11627.
- ۱۴ All-organic optoelectronic sensor for pulse oximetry, C. M. Lochner, Y. Khan, A. Pierre, A. C. Arias, Nature Communications, 5 (2014) 5745.
- ۱۵ <http://nanomelbourne.com/case-study-blood-pressure-sensors/>
- ۱۶ <http://nanomelbourne.com/case-study-wearable-sensor/>
- ۱۷ <http://www.sensoriafitness.com/Technology>
- ۱۸ <https://www.xsens.com/products/xsens-mvn/>
- ۱۹ <http://www.ims.fraunhofer.de/en/business-units/pressure-sensor-systems.html>
- ۲۰ <http://www.meditech.com.cn/Finger-Pulse-Oximeter/OLED-Fingertip-Oximeter>
- ۲۱ <https://www.basf.com/en/we-create-chemistry/creating-chemistry-magazine/quality-of-life/the-reinvention-of-light.html>
- ۲۲ <http://www.valedotherapy.com/>
- ۲۳ <http://www.linktop.com.cn/index.asp>

مجموعه نرم افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفط»، «خودرو»، «انساجی»، «ساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - www.nanosun.ir

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانوبلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه پیچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آتروژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل‌شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانوحسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خودتمیزشونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانوکودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیپوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربردهای فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک‌زدایی
- و تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- غنی‌سازی محصولات کشاورزی با نانوکودهای کلاته آهن و روی
- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- خشک کردن انجمادی پاششی
- کیتوسان پلیمری زیست تخریب پذیر در سامانه‌های دارورسانی
- فناوری نانو و بتن‌های ویژه
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربردهای فناوری نانو در بخش انتقال شبکه برق رسانی
- فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- روش تغییر شکل پلاستیک شدید (SPD) در تولید فلزات نانوساختار
- آلیاژسازی و فعال‌سازی مکانیکی، فناوری تهیه نانومواد
- منسوجات ضد میکروب
- کاربرد فناوری نانو در سازه‌های بتنی هوشمند با قابلیت خود ترمیم‌شوندگی
- لوله‌های حرارتی و کاربردهای آن در انتقال انرژی حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی