

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۱۱۱

# نانوحسگرهای تشخیص سرطان

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



فناوری نانو یکی از دست یافته‌های ارزشمند بشری است که ارائه راه حل‌های متنوع و نوآورانه را برای بسیاری از چالش‌های زندگی بشر محقق می‌کند. نانوفناوری قابلیت مشاهده، دست‌کاری و مهندسی در مقیاس اتمی و مولکولی است. بر این اساس می‌توان خصوصیات مطلوب یک ماده را چندین برابر نمود و خصوصیات غیرمطلوب را حذف کرد؛ لذا محصول نهایی بدست آمده با این روش دارای خصوصیتی منحصر به فرد و کارآیی بالا است. همچنین بسیاری از ساختارهایی که با فناوری نانو ارائه می‌شوند، می‌توانند خصوصیات منحصر بفردی را نمایان سازند که تاکنون در طبیعت وجود نداشته است. بهره‌گیری از این علم جدید می‌تواند، راه‌گشای بسیاری از نیازهای جوامع بشری باشد.

### حسگر

حسگر یا سنسور 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. در حسگرهای شیمیایی معمولاً می‌توان به حضور و یا عدم حضور یک گونه (که با نام تخصصی آنالیت شناخته می‌شود) و یا به غلظت (مقدار) آن پی برد. در این مورد، یا حسگر به صورت کیفی (تشخیص نوع ماده و حضور یا عدم حضور آن)، و یا به صورت کمی (تشخیص مقدار ماده مورد نظر و دوز آن) مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی حسگرها بسیار حساس هستند و می‌توانند تا مقادیر بسیار پایین از مواد را تشخیص دهند. همچنین برخی قابلیت اندازه‌گیری همزمان چندین عامل شیمیایی را با دقت بالا دارند.

### اهمیت تشخیص سرطان

امروزه شیوع سرطان در ابعاد جهانی به نحوی گسترش یافته که منجر به مرگ میلیون‌ها نفر در سرتاسر جهان شده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که از هر دو مرد، یک نفر خطر ابتلا به سرطان را خواهد داشت، همچنین احتمال تشخیص سرطان در زنان، فقط بالای ۳۰ درصد است. بیماران به دلیل روش‌های درمان این نوع بیماری، از نظر روحی و جسمی بسیار آسیب‌پذیر می‌شوند. تشخیص سریع و به موقع سرطان یک راه‌حل برای تعیین بهترین گزینه درمان است. مجموعه‌ای از فعالیت‌های تحقیقاتی بر روی تشخیص انواع مختلف سرطان در حال انجام است. داشتن بهترین روش برای تشخیص صحیح و درمان سریع بسیار لازم و ضروری است.

### اهمیت نانوحسگرهای تشخیص دهنده سرطان

نانو حسگرها با هدف تشخیص سرطان مورد توسعه و تولید واقع شده‌اند تا بتوانند به عنوان شالوده در پروب‌های تصویربرداری<sup>۱</sup> و همچنین نظارت بر روند درمان مورد استفاده قرار گیرند. فناوری نانو و نانو مواد می‌توانند کلیه نیازهای سرطان‌شناسی را به انجام برسانند که شامل تمامی فناوری‌های پیشرفته در زمینه: ردیابی سریع و تصویربرداری از تومور، روش‌های نوین دقیق پیش‌بینی و شناسایی سرطان، غلبه بر مضرات و اثرات جانبی حاصل از شیمی درمانی از طریق هدف‌گذاری سلول‌های سرطان، و درمان سرطان‌های فعال و کشنده را شامل می‌شود (شکل ۱).



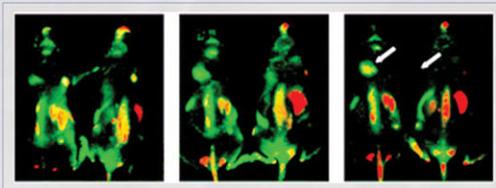
شکل ۱. نانوحسگر  
تشخیص سرطان گردن از  
طریق آنالیز تنفس ساخت  
موسسه تحقیقاتی EPFL<sup>۱</sup>.

## نانو حسگرهای تشخیص دهنده سرطان

روش های متعددی برای تشخیص سرطان با استفاده از فناوری نانو معرفی شده است. مهم ترین روش هایی که مورد توجه و توسعه واقع گردیده اند شامل روش های تشخیصی با استفاده از نقاط کوانتومی<sup>۲</sup>، روش های تصویرسازی تشدید مغناطیسی<sup>۳</sup> (MRI)، نانو حسگرها و نانو زیست حسگرهای<sup>۴</sup> تشخیص سرطان در شرایط آزمایشگاهی می شود.

### الف) روش های تشخیصی با استفاده از نقاط کوانتومی:

نقاط کوانتومی، نانو بلورهایی از جنس مواد نیمه هادی هستند که اگر با یک منبع نور مانند لیزر تحریک شوند، می درخشند و یا نور فلورئوسنت<sup>۵</sup> از خود ساطع می کنند. این نقاط می توانند به صورت شیمیایی با آنتی بادی های سطوح یا بخش های داخلی سلول های سرطانی پیوند برقرار کنند تا تشخیص و ردیابی سلول های سرطانی آسان شود (شکل ۲). نقاط کوانتومی مورد استفاده جهت تزریق باید سازگار باشند، یعنی سمی نباشند، تا بتوان آنها را وارد بدن کرد. از مزایای نقاط کوانتومی می توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- تحریک نقاط کوانتومی آسان است، ۲- حساسیت بالایی دارند، ۳- به دلیل داشتن طیف نشر باریک، می توانند نور ساطع شده از نانو ذرات متفاوت را به صورت همزمان و با حداقل مقدار همپوشانی مورد ردیابی قرار دهند.

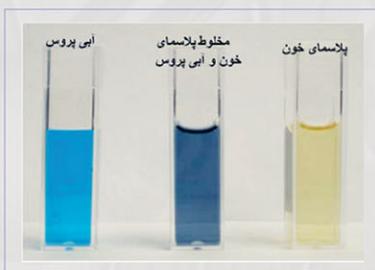


شکل ۲. تشخیص سرطان  
در موش آزمایشگاهی با  
استفاده از نقاط کوانتومی [۲].

### ب) روش های تصویرسازی تشدید مغناطیسی:

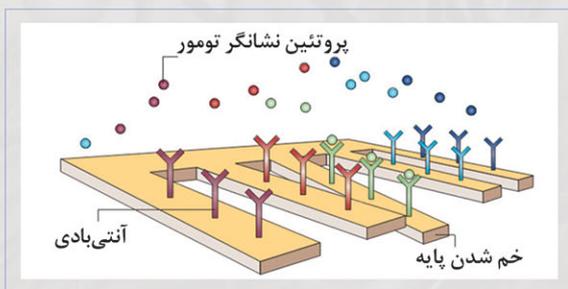
تصویربرداری تشدید مغناطیسی یک روش غیر تخریبی موفق جهت تشخیص تومورهای سرطانی است. MRI از بعضی نقاط برتری و از بعضی جهات دیگر نسبت به ابزار دیگر در فیزیک پزشکی ضعیف دارد. یکی از

بزرگ‌ترین مشکلات MRI وضوح تصاویر است. استفاده از نانو ذرات در تهیه و بهبود وضوح کیفیت تصاویر تاثیر قابل توجهی دارد. از جمله نانو ذرات مورد استفاده در این حوزه می‌توان نانو اکسیدهای آهن ابرمغناطیس را نام برد که تشخیص سرطان با استفاده از MRI را به شدت افزایش می‌دهد. اخیراً بازار چنین نانو ذراتی در اروپا و آمریکا مورد توجه واقع شده است (شکل ۳).



» شکل ۳. استفاده از نانو ذرات آبی پروس جهت تشخیص تومور با استفاده از MRI [۳].

پ) نانو زیست حسگرهای تشخیص سرطان در شرایط آزمایشگاهی: در این روش، لازم است که از فرد بیمار نمونه برداری شود. نمونه‌ها می‌توانند شامل خون، ادرار، بافت بدن، بازدم افراد و غیره باشند. نانو حسگرها و نانو زیست حسگرها به دلیل کارایی بالا باعث تغییرات اساسی در چگونگی تشخیص سرطان می‌شوند. در آزمایشگاه‌های تشخیص سرطان، با بهبود الکترودها و تجهیزات با کمک فناوری نانو، زمان پاسخدهی کوتاه شده و خطای تشخیص به حداقل می‌رسد. همچنین نانو زیست حسگرها این امکان را می‌دهند که حسگرهایی کوچک و قابل حمل تولید گردد، در نتیجه بدون نیاز به مراجعه به آزمایشگاه، تشخیص بیماری در مطب پزشک نیز امکان پذیر خواهد بود (شکل ۴).

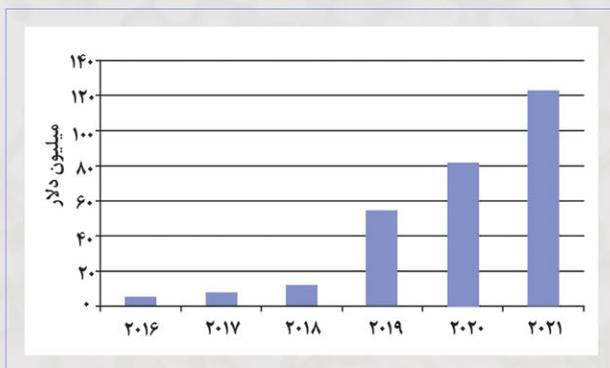


» شکل ۴. نانو زیست حسگر بر پایه نانوسیم<sup>۱</sup> و نانوپایه<sup>۲</sup>هایی که با آنتی‌بادی‌های مختلف عامل‌دار شده‌اند. با اتصال گزینشی پروتئین‌های سرطان به آنتی‌بادی و ایجاد خمش در هر پایه، می‌توان به نوع سرطان پی برد [۴].

### بازار نانوحسگرهای تشخیص سرطان

با توجه به بحث اهمیت تشخیص به موقع سرطان، بازار گسترده‌ای برای نانوحسگرهای این صنعت پیش‌بینی می‌شود. بر اساس گزارش موسسه Kalorama Information، بازار حسگرهای تشخیص سرطان در شرایط

آزمایشگاهی در سال ۲۰۱۴ بالغ بر ۵/۶ میلیارد دلار بوده است و در سال ۲۰۱۹ به ۸/۳ میلیارد دلار خواهد رسید که بخشی از آن مربوط به نانوحسگرهای تشخیص سرطان است [۵]. همچنین بر اساس گزارش موسسه Nanomarket، انتظار می‌رود که بازار نانوحسگرهای مورد استفاده جهت تشخیص سرطان از سال ۲۰۱۶ رشد چشم‌گیری داشته باشد و در سال ۲۰۲۱ به میزان ۱۲۳/۳۵ میلیون دلار برسد (نمودار ۱) [۶].



» نمودار ۱. پیش‌بینی رشد بازار نانو حسگرهای تشخیص سرطان [۶].

### شرکت‌های فعال در زمینه نانوحسگرهای تشخیص‌دهنده سرطان

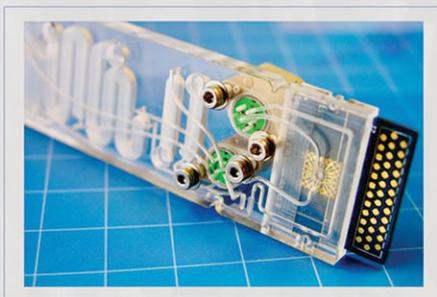
پژوهشگران مرکز ملی فناوری نانو تایلند (NANOTEC) موفق به طراحی سیستم کولپوسکوپ دیجیتال شدند که از آن می‌توان برای تشخیص سرطان دهانه رحم استفاده کرد. این دستگاه که با نام تجاری INSpectDX وارد بازار شده است به صورت سیار بوده و می‌توان به سرعت از آن برای شناسایی، تصویربرداری و ثبت نتایج حاصل از آزمایش‌های تشخیص سرطان استفاده کرد (شکل ۵) [۷].



» شکل ۵. دستگاه برای تشخیص سرطان لوله فالوپ تخمدان ساخت مرکز ملی فناوری نانو تایلند.

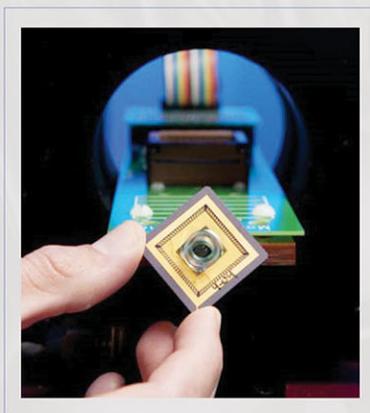
شرکت miniFAB، شرکتی است که در زمینه تولید و طراحی انواع میکرو سیال<sup>۱۲</sup> جهت ساخت حسگر فعالیت

می‌کند. این شرکت کارتریج میکرو سیالی را به مرحله تولید رسانده که می‌تواند به عنوان یک نانو زیست‌حسگر جهت تشخیص سرطان به کار رود (شکل ۶) [۸].



» شکل ۶. کارتریج میکروسیال جهت تشخیص سرطان ساخت شرکت miniFAB

موسسه COINS<sup>۱۳</sup> در ژاپن با هدف افزایش سیستم سلامت و بهداشت بر روی پروژه‌های متعددی سرمایه‌گذاری می‌کند که برخی از این پروژه‌ها را نانو حسگرهای تشخیص دهنده سرطان شامل می‌شود [۹]. همچنین محققان دانشگاه استنفورد، نانو حسگرهایی را جهت تشخیص سرطان به مرحله تولید رسانده‌اند که ۱۰۰۰ برابر حساسیت بیشتری نسبت به روش‌های متداول دارد. این نانو حسگرها علاوه بر آنکه ابعاد بسیار کوچکی دارند، می‌توانند به طور هم زمان ۶۴ نوع پروتئین مربوط به تومورهای سرطانی را تشخیص دهند (شکل ۷) [۱۰].



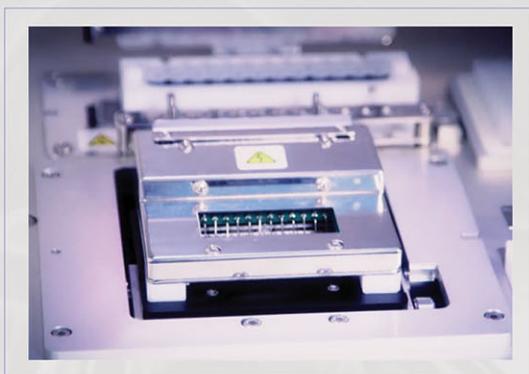
» شکل ۷. نانو حسگر با قابلیت تشخیص هم‌زمان ۶۴ نوع پروتئین سرطان [۱۰].

شرکت SKB<sup>۱۴</sup> که از پژوهشگران دانشگاه UCLA<sup>۱۵</sup> تشکیل شده است، نانو حسگری با نام تجاری OFNASET را وارد بازار کرده است که قابلیت تشخیص سریع انواع سلول سرطانی را دارد. عملکرد این سیستم به این صورت است کارتریج حاوی نمونه به داخل دستگاه قرار داده می‌شود تا نمونه از طریق میکروسیال به نانو حسگرها انتقال پیدا کند، در نهایت نتایج بر روی تلفن همراه قابل مشاهده است (شکل ۸) [۱۱].



» شکل ۸. نانوحسگر تشخیص انواع سرطان ساخت شرکت SKB

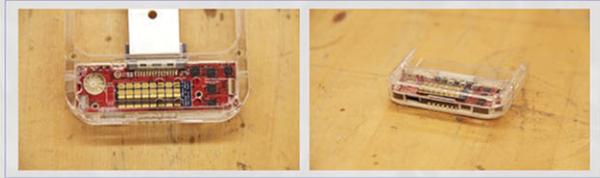
شرکت آمریکایی Nanoivd، به طور کاملاً تخصصی نانو زیست حسگرها سیمی را تولید می‌کند که بتوان از طریق آنالیز خون، به نوع سرطان پی برد. پاسخ‌دهی این نانو زیست حسگرها بسیار سریع و کوتاه است [۱۲]. شرکت اتریشی VASEMA در زمینه سلامت و تجهیزات مراقبت بیمار فعالیت می‌کند. این شرکت نانوحسگرهایی جهت تشخیص سلامت پوست را به مرحله تولید رسانده است و افراد می‌توانند وضعیت نقاطی از پوست که مشکوک به سرطان است را به طور خانگی بررسی کنند [۱۳]. شرکت NanoString که یک شرکت بسیار موفق در زمینه تولید سیستم‌ها و حسگرهای آنالیز ژن و DNA است، محصولی با نام تجاری Prosigna وارد بازار کرده است که می‌تواند با دقت بسیار زیاد احتمال خطر سرطان سینه را پیش‌بینی کند (شکل ۹) [۱۴].



» شکل ۹. سیستم تشخیص سرطان سینه ساخت شرکت NanoString

NASA نانو حسگر تشخیص سرطان به شکل قاب تلفن همراه ساخته است. این قاب می‌تواند به راحتی بر روی تلفن‌های همراه قرار بگیرد و از طریق آنالیز گاز  $N_2O$  موجود در بازدم افراد، خطر ابتلا به سرطان ریه را تشخیص دهد و داده‌ها را روی صفحه گوشی همراه نمایش دهد (شکل ۱۰) [۱۵].

شکل ۱۰. نانو حسگر  
 تشخیص دهنده سرطان  
 ریه به صورت قاب تلفن  
 همراه ساخت NASA



## جمع بندی

به نظر می‌رسد امروزه به دلیل آلودگی‌های محیط زیستی، سبک زندگی و تغذیه، سرطان به طور قابل توجهی رو به افزایش است. از سوی دیگر به دلیل هزینه‌های زیاد، طولانی و دشوار بودن درمان سرطان، تشخیص به موقع سرطان جهت درمان از اهمیت زیادی برخوردار است. نانو حسگرها این امکان را می‌دهند که در زمان کوتاه‌تر و با دقت زیاد، سرطان را تشخیص داد به نحوی که آنالیز وضعیت بدن در منزل و یا مطب پزشک امکان‌پذیر باشد. سرمایه‌گذاری‌های گسترده شرکت‌های مختلف بر روی نانو حسگرهای تشخیص دهنده سرطان اهمیت این فناوری را نشان می‌دهد.

## پی‌نوشت‌ها

- ۱ Analyte
- ۲ Imaging probes
- ۳ Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
- ۴ Quantum dots
- ۵ Magnetic resonance imaging
- ۶ Nanobiosensors
- ۷ Fluorescent
- ۸ Prussian blue (آبی پروس با فرمول  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  یک ترکیب شیمیایی با ظاهر بلورهای آبی تیره است)
- ۹ Nanowire
- ۱۰ Nanocantilevers
- ۱۱ colposcopy
- ۱۲ microfluidic
- ۱۳ Center of Open Innovation Network for Smart Health
- ۱۴ Salivaomics Knowledge Base
- ۱۵ University of California, Los Angeles

## مراجع

- ۱ <http://sti.epfl.ch/page-119228.html>
- ۲ Nanoparticle-facilitated functional and molecular imaging for the early detection of cancer, Leu-Wei Lo, Front. Mol. Biosci., V:1 (2014) P: 15.
- ۳ Dual purpose Prussian blue nanoparticles for cellular imaging and drug delivery: a new generation of T1-weighted MRI contrast and small molecule delivery agents, M. Shokouhimehr, Journal of Materials Chemistry, V:20 (2010) P: 5251–5259.
- ۴ CANCER NANOTECHNOLOGY: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES, M. Ferrari, NATURE REVIEWS, V: 5 (2005) P: 161.
- ۵ Kalorama Information, The World Market for Cancer Diagnostics, Sep 11, 2015, 6th Edition.
- ۶ NanoMarkets Report, Nanosensor Markets 2014, Nano-701.
- ۷ <http://www.nanotec.or.th/en/>
- ۸ <http://www.minifab.com.au/>
- ۹ <http://coins.kawasaki-net.ne.jp/en/>
- ۱۰ <http://www.nanowerk.com/news/newsid=13050.php>
- ۱۱ <http://hspp.dent.ucla.edu/about.html>
- ۱۲ <http://www.nanoivd.com/>
- ۱۳ <http://www.vasema.com/>
- ۱۴ <http://prosigna.com/x-us/>
- ۱۵ <http://gizmodo.com/5881097/this-is-nasas-cancer-sniffing-cellphone-sensor/>

## مجموعه نرم افزارهای «نانو و صنعت»

مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش ها 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 «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - [www.nanosun.ir](http://www.nanosun.ir)



## از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در صنعت مفره
- کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی
- کاربرد فناوری نانو در روغن‌های روان‌کننده
- نانو افزودنی‌های سوخت
- کاربرد نانوالیاف در کشاورزی
- کاربرد فناوری نانو در سیمان و سیال حفاری
- کاربرد نانوساختارها در فناوری‌های جداسازی غشایی
- نانوفیلترهای لیفی
- فناوری‌های نوین در مدیریت و افزایش بهره‌وری آب در نیروگاه‌های گرمایی
- فولاد نانو ساختار Sandvik Nano flex
- کاربرد فناوری نانو در صنعت سیم و کابل
- کاربرد فناوری نانو در صنعت دیودهای نورافشان LED
- کاربردهای فناوری نانو در تولید انرژی الکتریکی
- کاربردهای نانومواد سلولز در صنعت خودرو
- کاربرد نانو کامپوزیت‌های پلیمری در صنعت خودرو
- کاربرد فناوری نانو در پوشاک
- کاربرد فناوری نانو در رنگرزی منسوجات
- کاربرد فناوری نانو در منسوجات ورزشی / بیرونی
- کاربرد فناوری نانو در تولید منسوجات خودتمیز شونده
- سلول‌های خورشیدی رنگ‌دانه‌ای
- نانوحسگرهای پایش آلودگی ذرات معلق در هوا
- نانوحسگرهای تشخیص دهنده پاتوژن‌های میکروبی در مواد غذایی
- کاربردهای فناوری نانو در چاه ارت
- کاربرد نانوحسگرها در تشخیص و کنترل رطوبت خاک
- کاربردهای فناوری نانو در خنک‌کاری قسمت‌های مختلف نیروگاه
- کاربرد فناوری نانو در روش فیلتراسیون اسمز معکوس
- درخت‌سان: نانوحاملی در عرصه سلامت
- فناوری‌های نوین در استفاده از آب‌های تخریب شده به عنوان منبع آب مصرفی صنایع مختلف
- مدخل هوا-نانو الیاف
- رنگ‌های محافظ در برابر امواج الکترومغناطیس
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌ها و پوشش‌های آب‌گریز
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌فولینگ
- کاربرد نانورنگ‌ها، نانوپوشش‌ها و سازه‌های ضدحریق در صنعت ساختمان
- کاربرد سامانه‌های رنگ‌سنجی مبتنی بر اسپکترو فتومتری در صنایع رنگ
- نانوحسگرهای تشخیص تهدیدات بیولوژیکی

### ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرویژن  
 نظارت: داود قرایلو  
 www.nano.ir: پایگاه اینترنتی  
 ۱۴۵۶۵-۳۴۴: صندوق پستی  
 تهیه‌کنندگان: احسان فریدی، محسن سروری، صابر زارع  
 water@nano.ir