

# DNA Nano Technology

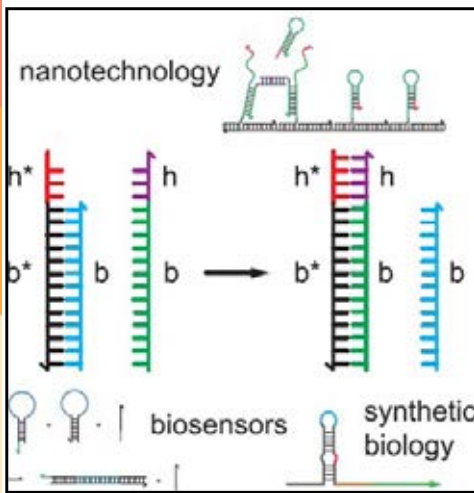
## و تشخیص های آزمایشگاهی

اریگامی DNA مربوط می شود و نانوتکنولوژی پویا که نانوساختارهایی را ایجاد می کند که قابلیت حرکت دارند و با شبکه های واکنش هیبریداسیون DNA سروکار دارند. این ویژگی ها امکان خود مونتاژی DNA را در ساختارهای هدف در محلول آبی فراهم می کند و همچنین امکان ایجاد نانوساختارهای متحرک و واکنش پذیر مبتنی بر هیبریداسیون را فراهم می آورد. در نهایت، نانوتکنولوژی دینامیک DNA به مطالعه و کاربرد واکنش های جابجایی رشته ای اسید نوکلئیک پرداخته و پتانسیل بالایی برای توسعه فناوری های جدید دارد. (۲،۱)

نانوتکنولوژی DNA به طراحی و ساخت نانوساختارهای مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک می پردازد و کاربردهای گسترده ای در زمینه های پزشکی آزمایشگاهی، زیست شناسی و داروسازی دارد. این فناوری از ویژگی های منحصر به فرد DNA، مانند پایداری، انعطاف پذیری و توانایی خود جمع شدن استفاده می کند تا حسگرهای زیستی پیشرفته، سیستم های تحویل دارو و ساختارهای پیچیده ای مانند اوربگامی DNA ایجاد کند. این نانوساختارها به دلیل سازگاری زیستی و قابلیت آدرس دهی دقیق در مقیاس نانو، پتانسیل بالایی برای نوآوری در بیوتکنولوژی و سایر حوزه ها دارند. با این حال، چالش هایی نیز، از جمله نیاز به کنترل دقیق در ساختارهای پیچیده و زمان بر بودن روش های سنتز در این زمینه وجود دارد. با وجود این چالش ها، نانوتکنولوژی DNA به عنوان یک ابزار تحول آفرین در علوم پزشکی و زیستی شناخته می شود و می تواند به پیشرفت های قابل توجهی در تشخیص زود هنگام بیماری ها و پزشکی شخصی منجر شود. نانوتکنولوژی DNA به دلیل تطبیق پذیری و کارایی بالا، مزایای قابل توجهی در تشخیص بیماری ها ارائه می دهد. این فناوری به ویژه در شناسایی نشانگرهای ژنتیکی و جهش های مرتبط با بیماری ها موثر است و امکان شناسایی زود هنگام شرایط ژنتیکی، بیماری های ارثی و سرطان ها را فراهم می کند. با توانایی تشخیص بیماری ها قبل از اینکه به مرحله خطرناک برسند، نانوتکنولوژی DNA می تواند فرآیند درمان را تسریع کرده و ریسک راکاهش دهد. همچنین، به دلیل ماهیت حسگری نانوتکنولوژی DNA، توسعه درمان های شخصی سازی شده ممکن می شود که در مبارزه با سرطان بسیار ارزشمند است. به عنوان مثال، مطالعه ای توسط Liu و همکاران نشان داد که هدف گذاری میکرو RNA های خاص مرتبط با سرطان ریه

DNA نخستین بار توسط جیمز واتسون، زیست شناس آمریکایی و فرانسیس کریک، فیزیکدان انگلیسی، در دانشگاه کمبریج توصیف شد. این کشف نتیجه همکاری آن ها با موریس ویلکینز و روزالین فرانکلین در کالج کینگ لندن بود و نشان داد که DNA از دو رشته ضد موازی تشکیل شده که حول یک محور مشترک می پیچند و یک مارپیچ دو رشته ای را شکل می دهند. این دو رشته با پیوندهای ضعیف بین بازهای نوکلئوتیدی به هم متصل می شوند و جفت های بازی (AT و GC) را تشکیل می دهند. مدل ساختاری DNA و قوانین مکملی آن در ۲۵ آوریل ۱۹۵۳ در مجله Nature منتشر شد و این کشف انقلابی باعث شد که واتسون و کریک در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل پزشکی را دریافت کنند.

در موجودات بیولوژیکی، DNA به عنوان یک حافظه قابل خوانش عمل می کند که اطلاعات را ذخیره کرده و قبل از استفاده، این اطلاعات به RNA رونویسی می شود تا عملکردهای حیاتی از طریق سنتز ماشین های مولکولی مبتنی بر پروتئین و RNA هماهنگ شوند. در طول تقسیم سلولی، زیرمجموعه ای از این ماشین های مولکولی کپی هایی از DNA تولید می کنند که به هر یک از سلول های دختر اجازه می دهد یک نسخه از این حافظه را داشته باشند. با وجود نقش تخصصی DNA در ذخیره سازی اطلاعات، این ماده زیستی به عنوان یک ماده چند منظوره شناخته شده است که انسان ها می توانند با استفاده از آن اشیا مفید بسازند. DNA به دلیل ویژگی های فیزیکی خاص خود، مانند ساختار خطی و فضای توالی باز بزرگ، به عنوان یک ماده ساختمانی مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس می توان برای DNA علاوه بر کارکردهای ژنتیکی، کارکردهای غیر ژنتیکی نیز متصور شد. DNA نانوتکنولوژی یکی از حوزه های اصلی استفاده از DNA در جهت کارکردهای غیر ژنتیکی این مولکول می باشد. DNA نانوتکنولوژی شاخه ای از علم نانوتکنولوژی است که به مطالعه، طراحی و کاربرد ساختارهای سنتزی مبتنی بر DNA با هدف تعامل با سیستم های زیستی جهت درک فرآیندهای زیستی، تصویربرداری زیستی، تحویل دارو و... می پردازد. نانو تکنولوژی DNA به دو زیرشاخه اصلی تقسیم می شود: نانوتکنولوژی ساختاری که به ساختارهای ساکن مانند



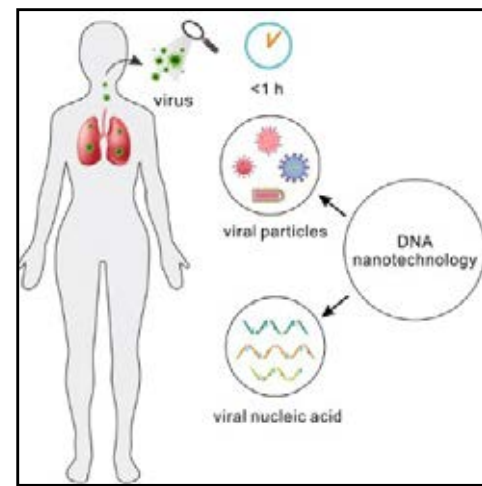
شناسایی کمی پروتئین  
انسانی C-reactive  
(CRP) طراحی شده‌اند  
که قادرند سیگنال‌های  
فردی را شمارش کنند.  
همچنین، پلتفرم‌های  
نانو سوئیچ DNA  
برنامه‌پذیر نیز برای  
شناسایی همزمان

بیومارکرها توسعه یافته‌اند. این پیشرفت‌ها نشان دهنده پتانسیل بالای نانوتکنولوژی DNA در تشخیص بیماری‌ها و تحلیل بیولوژیکی است و نیازهای مختلف تشخیص پروتئین را از دیدگاه میکروسکوپی تا ماکروسکوپی برآورده می‌کنند. سلول‌های توموری در حال گردش (CTCs) به عنوان بیومارکرها مهم برای پیشرفت سرطان شناخته می‌شوند، اما تشخیص آن‌ها به دلیل غلظت پایین چالش برانگیز است. نانوتکنولوژی DNA با توسعه حسگرهای حساس و روش‌های نوآورانه مانند هیدروژل‌های DNA و واکنش‌های هیبریداسیون، پتانسیل بالایی برای شناسایی و آزادسازی CTCs در نمونه‌های بالینی دارد. تشخیص عفونت‌های ویروسی، به ویژه در دوران پاندمی COVID-19، به دلیل وجود ویروس‌ها و نیاز به شناسایی سریع آن‌ها اهمیت زیادی دارد. نانوتکنولوژی DNA با توسعه حسگرهای حساس برای شناسایی اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌های ویروسی، از جمله SARS-CoV-2، پتانسیل بالایی در تشخیص عفونت‌های ویروسی و مدیریت بیماری‌ها ارائه می‌دهد. ایمونوتراپی نوعی درمان سرطان است که به سیستم ایمنی کمک می‌کند تا به طور مؤثرتری با سرطان مبارزه کند. نانوساختارهای DNA با قابلیت هدف‌گیری خاص و آزادسازی کنترل شده، می‌توانند به عنوان حامل‌های مؤثر برای تحویل آنتی‌ژن‌ها و تقویت پاسخ ایمنی در درمان‌های ایمونوتراپی استفاده شوند. DNA نانوتکنولوژی به عنوان ابزاری نوآورانه در ساخت نانوساختارها و حسگرهای زیستی، قابلیت‌های زیادی برای کاربردهای پزشکی دارد و می‌تواند به عنوان حامل‌های مؤثر برای داروها و آنتی‌ژن‌ها در درمان‌های مختلف مانند شیمی‌درمانی و ایمونوتراپی عمل کند. با وجود پیشرفت‌های قابل توجه، چالش‌هایی از جمله پایداری، هزینه‌های بالا و درک فرآیند جذب سلولی نانوساختارهای DNA همچنان وجود دارد. با افزایش تلاش‌ها برای استفاده از این فناوری در پزشکی، پتانسیل بالایی برای بهبود سلامت عمومی در آینده نزدیک وجود دارد. (۴)

#### منابع:

1. Seeman NC, Kallenbach NR. DNA branched junctions. Annual review of biophysics and biomolecular structure. 1994;23(1):53-86.
2. Arora AA, de Silva C. Beyond the smiley face: applications of structural DNA nanotechnology. Nano reviews & experiments. 2018;9(1):1430976.
3. Lien D. The role of DNA nanotechnology in medical sensing. Analytical Methods. 2024.
4. Shen L, Wang P, Ke Y. DNA nanotechnology-based biosensors and therapeutics.

Advanced healthcare materials. 2021;10(15):2002205.



می‌تواند به شناسایی زودهنگام  
این بیماری کمک کند. آن‌ها  
یک ساختار اوریگامی DNA  
سه بعدی طراحی کردند که برای  
تشخیص الکتروشیمیایی میکرو  
RNAهای مرتبط با سرطان ریه  
استفاده می‌شود. این حسگر  
الکتروشیمیایی توانست در  
شرایط بهینه، حد تشخیص ۱۰

پیکومول را نشان دهد و پاسخ خطی در غلظت‌های میکرو RNA از ۱۰۰ پیکومول تا ۱ میکرومول داشت. این ویژگی‌ها نشان دهنده پتانسیل بالای حسگرهای نانویی مبتنی بر DNA برای کاربردهای بالینی حساس در تشخیص سرطان هستند. (۳)

نانوساختارهای DNA، که شامل تقاطع‌های مختلف و روش‌های نوآورانه DNA هستند، می‌توانند برای ایجاد اشکال پیچیده و ساختارهای سه بعدی طراحی شوند. این نانوساختارها به دلیل قابلیت برنامه‌ریزی دقیق و خاصیت فضایی خود، می‌توانند با مواد غیرنوکلئیک اسیدمانند پروتئین‌ها و نانوذرات ترکیب شوند و حسگرهای بیومولکولی پیشرفته‌ای بسازند. این فناوری به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که حسگرهای بیومولکولی پیشرفته‌ای بسازند که می‌توانند حساسیت را با افزایش تعداد پروب‌های جذب‌کننده بالا ببرند. جهش در اسیدهای نوکلئیک می‌تواند منجر به اختلال در فعالیت‌های طبیعی و بروز بیماری‌ها، سرطان یا عفونت‌های ویروسی شود. برای شناسایی DNA و RNA، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) به عنوان استاندارد طلایی شناخته می‌شود، اما چالش‌هایی مانند طول کوتاه و فراوانی کم میکرو RNA (miRNA) استخراج آن‌ها را دشوار می‌کند. به همین دلیل، توسعه حسگرهای حساس مبتنی بر نانوتکنولوژی DNA برای تشخیص miRNA و mRNA توجه زیادی را جلب کرده است. این حسگرها شامل پروب‌های تتراهدرون DNA و نانوساختارهای سه بعدی هستند که قادر به شناسایی miRNA-21 با دقت بالا و در زمان کوتاه می‌باشند. همچنین، نانوساختارهای DNA می‌توانند به طور مؤثری اسیدهای نوکلئیک را در غلظت‌های پایین شناسایی کرده و حتی توالی‌یابی آن‌ها را نیز انجام دهند، که این ویژگی‌ها کاربردهای وسیعی در تشخیص بیماری‌ها و تحقیقات بیولوژیکی و پزشکی دارند. پروتئین‌ها اجزای حیاتی موجودات هستند و در تقریباً تمامی فرآیندهای سلولی شرکت می‌کنند، به طوری که پروتئین‌های خاص به عنوان بیومارکرها برای فعالیت‌های موجودات عمل می‌کنند و بیان غیرطبیعی آن‌ها معمولاً به وجود بیماری‌ها مربوط می‌شود. بنابراین، تعیین دقیق پروتئین‌ها برای تحقیقات بنیادی و تشخیص بالینی ضروری است. نانوتکنولوژی DNA به توسعه حسگرهای پیشرفته‌ای کمک کرده است که می‌توانند پروتئین‌ها و بیومارکرها را با حساسیت بالا شناسایی کنند. به عنوان مثال، حسگرهای مبتنی بر اوریگامی DNA با نانوپور برای