

## بخش ۱: تکنیک‌های تصویربرداری در تشخیص بیماری‌ها

نویسندگان: علی انصاری، سیده معصومه قاسمی نژاد

### مقدمه

امروزه فناوری نانو یکی از گزینه‌های مناسب برای بهبود کیفیت و دقت تصویربرداری‌های پزشکی است. از آن جمله می‌توان کاربرد انواعی از نانوذرات در بهبود وضوح تصاویر، استفاده‌ی کنترل‌شده از آنتی‌بادی‌ها در سیستم‌های نانومقیاس برای تشخیص مولکولی بیماری‌ها و... را نام برد. در این بخش به کلیات این مباحث خواهیم پرداخت.

### ۱- تصویربرداری در پزشکی

روش‌های تصویربرداری که در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند امکان تشخیص نسبتاً دقیق بیماری‌ها را بدون نیاز به جراحی با مشاهده‌ی مستقیم بافت‌های بدن فراهم می‌کند. امروزه عملکرد بسیاری از روش‌های تصویربرداری با استفاده از فناوری نانو بهبود پیدا کرده است. یکی از جدیدترین پیشرفت‌ها در این زمینه، استفاده از نشانگرهای زیستی برای تشخیص بیماری است.

#### نشانگر زیستی:

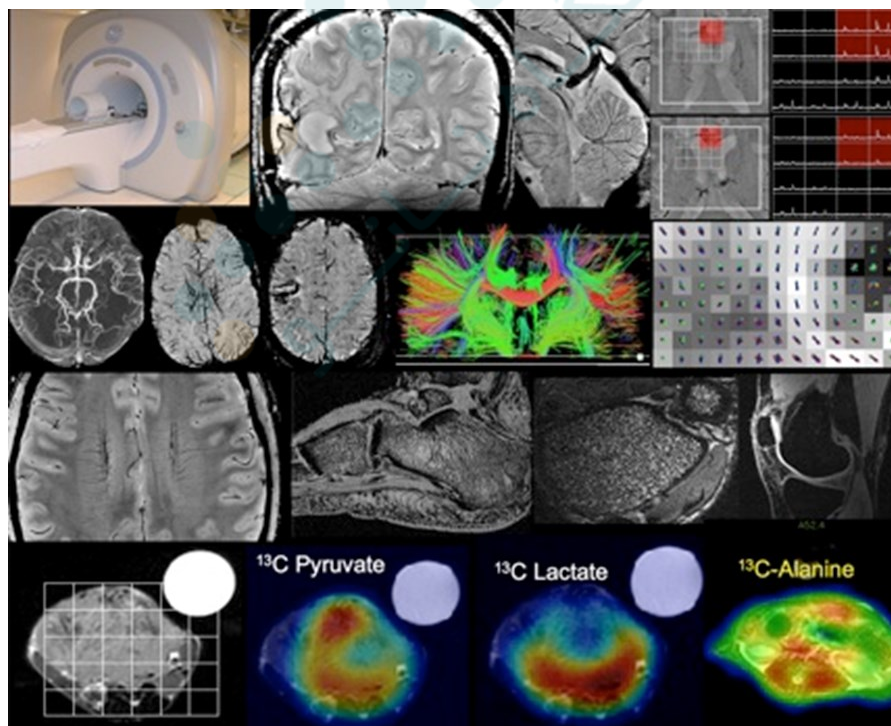
نشانگر زیستی یا بیومارکر، مولکول یا یک بخش از مولکول است که به عنوان نشانه‌ای از وجود یک سلول یا وضعیت خاص در بدن مورد توجه قرار می‌گیرد. برای مثال اگر یک بیماری باعث افزایش مولکولی خاص در خون می‌شود، پس با اندازه‌گیری مقدار این مولکول در خون می‌توان به وجود یا عدم وجود آن بیماری پی برد.

هدف از تصویربرداری‌های پزشکی عمدتاً تشخیص بیماری در هنگام شروع و یا قبل از رسیدن به مراحل پیشرفته‌ی بیماری است، زیرا در این صورت می‌توان بیماری را با موفقیت بیشتری درمان کرد، یعنی درمان بیمار سریع‌تر و بهتر با مشکلات و درد کم‌تر و هزینه‌های پایین‌تر صورت می‌پذیرد.

از دیگر اهداف تصویربرداری، بررسی میزان پیشرفت بیماری و میزان موثر بودن درمان است. برای مثال، می‌توان با تصویربرداری MRI تاثیر رویکردهای درمانی را بر اندازه تومور مورد بررسی قرار داد. به عبارت دیگر افزایش اندازه تومور در حین پروسه‌ی درمان نشان دهنده موثر نبودن شیوه درمانی است. از دیگر اهداف تصویربرداری پزشکی، کمک به تحقیقات در زمینه‌های دارورسانی مانند چگونگی رهایش دارو در بدن، دارورسانی هدفمند و ... است. در ادامه به بررسی مثال‌هایی از موارد مطرح شده خواهیم پرداخت.

### ۱-۱- تصویربرداری تشخیصی

فنونی مانند CT scan، X-ray، تصویربرداری هسته‌ای، تصویربرداری فراصوت (US) و MRI از روش‌های پیشرفته‌ی تشخیصی هستند که به مرور زمان، کیفیت و قدرت تفکیک آنها بهبود یافته است (شکل ۱). امروزه فناوری نانو نیز تاثیر بسزایی بر بهبود کیفیت این فنون دارد. ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی نانوذرات مانند اندازه‌ی ذرات، بار الکتریکی سطحی، پوشش سطحی ذرات و پایداری آنها از پارامترهای تعیین کننده در بهبود کیفیت این روش‌ها است. در ادامه به بررسی این عوامل خواهیم پرداخت.



شکل ۱: نمونه‌ی نتایج تکنیک‌های مختلف تصویربرداری

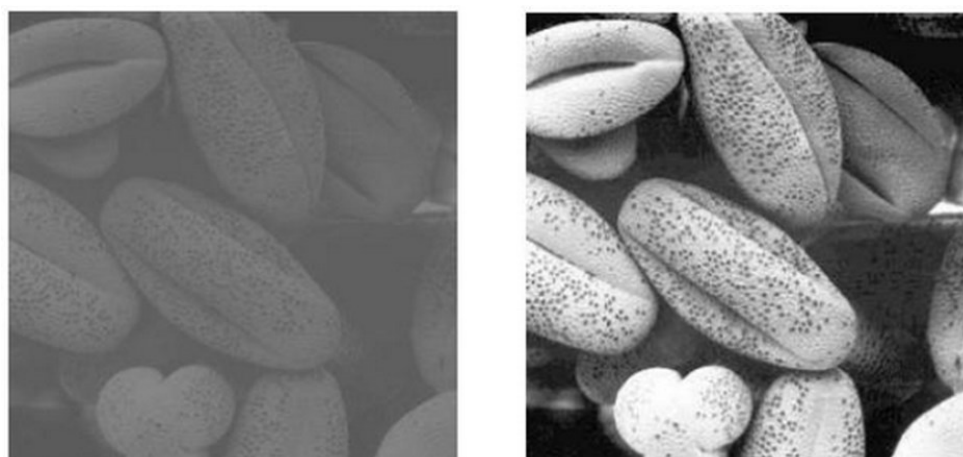
نانوذرات پرفلوروکربن نمونه‌های از نانوذرات مورد استفاده در تصویربرداری‌های هسته‌ای و MRI هستند که در تشخیص بسیاری از بیماری‌های مربوط به رگ‌های خونی کاربرد دارند. این نانوذرات ساختاری مشابه

هیدروکربن‌ها دارند. با این تفاوت که در ساختار خود به‌جای هیدروژن دارای فلور هستند و در واقع تنها از کربن و فلور ساخته شده‌اند. از این نانوذرات به منظور ایجاد **کنتراست** مناسب برای بهبود کیفیت تصویر استفاده می‌شود. همچنین در تکنیک MRI از فولرین‌هایی که درون آنها مولکول‌های کوچک (مولکول‌هایی که از نظر ابعاد فیزیکی امکان قرارگیری درون ساختار فولرین را داشته باشند) وجود دارد، استفاده شده است که این مولکول‌ها نیز وظیفه‌ی بهبود کنتراست تصویر را بر عهده دارند. همچنین از نانوذرات سیلیکونی نیز می‌توان در بهبود کیفیت تصویر MRI استفاده کرد.

#### کنتراست:

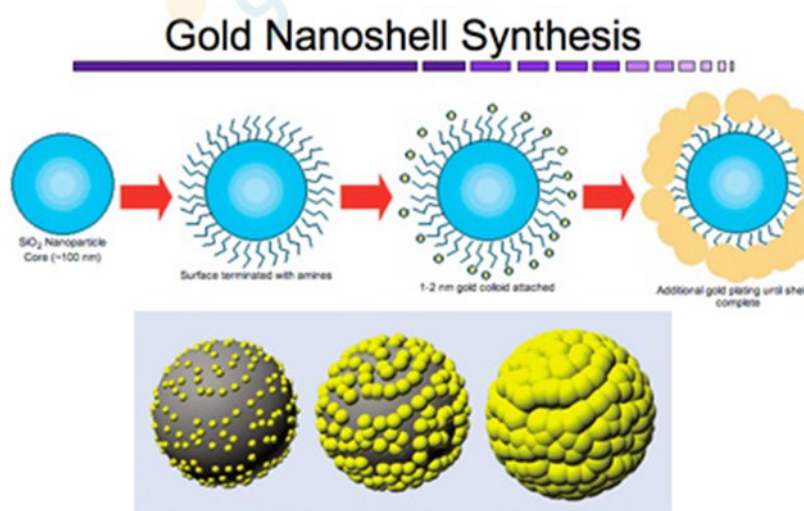
در تصویربرداری، کنتراست به معنای تفاوت شدت رنگ‌ها در تصویر است. در واقع در تصویربرداری‌های پزشکی برای تشخیص بیماری‌ها باید تفاوتی در شدت رنگ دو بخش مجاور هم در تصویر وجود داشته باشد تا قابل تشخیص و بررسی باشند که این همان مفهوم کنتراست تصویر است (شکل ۲).

در واقع ایجاد کنتراست در تصاویر پزشکی بر اساس میزان عبور امواج از درون بافت‌های مختلف است. برای مثال میزان جذب پرتوی ایکس در رادیوگرافی پرتوی ایکس توسط استخوان بیش‌تر از بافت عضله است. بنابراین، بافت‌های مجاور بر اساس میزان جذب پرتوها در تصویر از یکدیگر تفکیک می‌شوند. اما مشکل اینجا است که برخی بافت‌های مجاور هم در بدن، میزان جذب مشابه و نزدیک به هم دارند و در حالت عادی در تصویر رادیوگرافی قابل تفکیک نیستند. بنابراین از موادی که مواد حاجب نامیده می‌شوند استفاده می‌شود (مثال‌هایی از آنها در بالا ذکر شد)، تا میزان جذب پرتوهای الکترومغناطیسی در بافت‌ها تغییر یافته و امکان تشخیص آنها در تصاویر وجود داشته باشد.



شکل ۲: کنتراست تصویر سمت راست بیش‌تر است

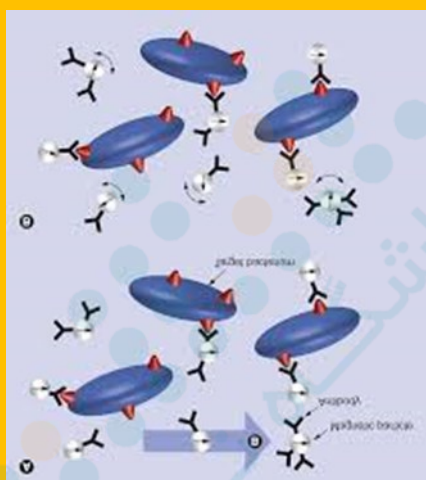
در تصویربرداری X-ray، برای تقویت کیفیت تصویر، باید مقدار زیادی اتم‌های سنگین را وارد بافت هدف کرده و سپس اقدام به تصویربرداری نماییم. با توجه به اینکه می‌دانیم این اتم‌ها باید به اندازه‌ی کافی سنگین، پایدار، کم هزینه، غیرسمی، بی خطر و با قدرت کافی باشند، پیشنهاد شما برای اتم‌ها یا ذرات مورد استفاده چیست؟ نانوذرات در مقایسه با ذرات بزرگ‌تر به دلیل چگالی اتم‌های سطحی بیشتر، در بهبود کیفیت تصویربرداری موثرتر هستند. البته مشکل اساسی این ذرات، پایداری کم آنها است و در صورتیکه بخواهیم از نانوذرات پایدارتر مانند طلا و نقره استفاده کنیم، هزینه‌ی تصویربرداری بسیار بالا خواهد بود که مقرون به صرفه نیست. راه حل مناسب برای این مشکل استفاده از کپسول نانوذرات فلزی سنگین با پوسته‌ی طلا است تا تمام ویژگی‌های مطلوب را داشته باشد (شکل ۳). با این روش حتی می‌توان آنتی‌بادی‌های خاص مولکول‌های مختلف را به سطح طلا متصل کرد تا آنتی‌ژن‌های مورد نظر به آنها متصل شده و با تشکیل تجمعی از آنتی‌ژن‌ها تصویر بهتری از هدف مورد نظر داشته باشیم. به عنوان مثال با تشکیل تجمعی از آنتی‌ژن‌های سرطانی، تصویربرداری از آن با کیفیت بهتری صورت می‌پذیرد. در واقع در تصویربرداری سرطان، ما به دنبال یافتن محل دقیق تومور سرطانی هستیم و بنابراین هرچه نانوذراتی که سبب بهبود وضوح تصویر می‌شوند، در محل تومور تجمع بیشتری داشته باشند، امکان ردیابی دقیق‌تر ضایعه در تصویربرداری وجود دارد. با این توضیح که سلول‌های سرطانی، مولکول‌های خاصی به نام آنتی‌ژن‌های سرطانی در سطح خود دارند و این مولکول‌ها در سطح سایر سلول‌ها وجود ندارند، می‌توان با استفاده از آنتی‌بادی‌هایی که فقط به آنتی‌ژن‌های سرطانی متصل می‌شوند، محل دقیق ضایعه را در تصویربرداری مشخص کرد.



شکل ۳: نمونه‌ای از تشکیل کپسول نانوذرات با پوشش طلا

## بیشتر بدانید:

برای شناخت آنتی بادی و آنتی ژن، یک قفل و کلید را در نظر بگیرید. یک قفل خاص فقط یک کلید خاص را شناسایی می کند. می توان گفت آنتی بادی هم مانند قفل است که آنتی ژن (مشابه کلید) را شناسایی می کند. در واقع در بدن ما توسط برخی سلول های ایمنی به نام پلاسماسل، برای شناسایی مولکول های خاصی (که به آنها آنتی ژن گوئیم) مولکول های آنتی بادی ساخته و ترشح می شوند. آنتی بادی ها از جنس پروتئین هستند و غالباً نقش ایمنی برای بدن دارند. آنتی ژن می تواند مولکولی در غشای باکتری یا سلول سرطانی یا هر مولکول دیگر باشد. موضوع اتصال یک نوع آنتی بادی به یک نوع آنتی ژن خاص سبب شده است که برای ردیابی یک نوع مولکول یا سلول در بدن از آنتی بادی خاص استفاده شود.



شکل ۴: شماتیک اتصال آنتی بادی (مولکول های Y شکل مشکی رنگ) به آنتی ژن های سطح سلول (مولکول های قرمز رنگ در سطح سلول)

## نتیجه گیری

امروزه یکی از بخش های مهم علم پزشکی، بهبود تکنیک های تشخیص بیماری است که بتوان بیماری ها را با مشکلات و درد کم تر، هزینه های پایین تر و با دقت و حساسیت بیش تر و بدون نیاز به جراحی باز تشخیص داد و وارد مرحله درمان شد. از جمله تکنیک های مرسوم تصویربرداری تشخیصی می توان رادیوگرافی پرتوی ایکس، CT scan و MRI را نام برد که با پیشرفت روزافزون فناوری نانو، شاهد بهبود کیفیت و دقت این روش های تصویربرداری بوده ایم.

## منابع

1- 2- " NANOTECHNOLOGIES, Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities", Directorate-General for Research and Innovation Industrial technologies (NMP), 2013, ISBN 978-92-79-21437-0

2- " An Introduction to Nanoscience and Nanotechnology", Alain Nouailhat, published in London, 2008, ISBN 978-1-84821-007-3

