



الجمهورية العربية السورية

وزارة التربية

المركز الوطني للمتميزين

حلقة بحث بعنوان: استخدام تقنية النانو في المجال الطبي.

تقديم الطالب: أوس البري.

بإشراف: أ. ريم إبراهيم.

العام الدراسي: 2015-2016



فهرس المحتويات:

رقم الصفحة	المحتوى
4.....	المقدمة.....
5.....	الفصل الأول: مدخل إلى علم النانو.....
5.....	1.1 تعريف النانو.....
6.....	2.1 خصائص الجسيمات النانوية.....
6.....	1.2.1 الخواص الميكانيكية.....
6.....	2.2.1 الخواص المغناطيسية.....
7.....	3.2.1 درجة الانصهار.....
7.....	4.2.1 الخواص الكهربائية.....
7.....	5.2.1 الشفافية.....
8.....	الفصل الثاني: طب النانو.....
8.....	تمهيد.....
9.....	1.2 طب النانو لتشخيص الحالة الصحية (التشخيص الطبي).....
10.....	1.1.2 المختبر المحمول على شريحة.....
11.....	2.1.2 الكشف المبكر عن الأورام السرطانية.....

- 13.....2.2 إيصال الدواء إلى الأنسجة.
- 14.....1.2.2 تغليف الدواء.
- 15.....2.2.2 الحاملات الدوائية.
- 15.....3.2.2 أنابيب الكربون النانوية.
- 15.....4.2.2 جسيمات نانوية غير عضوية.
- 16.....5.2.2 المركبات العضوية.
- 17.....النتائج والمقترحات.
- 18.....الخاتمة.
- 19.....المصادر والمراجع.

فهرس الصور:

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
10	شرح تفصيلي خاص بمكونات جهاز المختبر المحمول.	1
11	مراحل تكون الورم السرطاني في أحد أعضاء الجسم.	2
13	الميكروسكوب الماسح الإلكتروني.	3

المقدمة:

حازت تقنية النانو الاهتمام الكبير في السنوات الأخيرة التي تشكل في هذه الأيام ثورة علمية جديدة والتي دخلت على عالمنا من أوسع أبوابه، وأضحت موضوع العلم الحديث ومحور اهتمامه وغدت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء وغيرها من المجالات.

إن مجالات استخدام تقنية النانو متعددة وواسعة وخاصة في الوقت الحاضر، حيث يشهد استخدامها في مجال الصناعة كصناعة السيارات والطائرات وصناعة الزجاج، كما تدخل في مجال الإلكترونيات كالترانزستورات والحساسات، كما يتم العمل من أجل استخدامها في المستقبل في مجالات عديدة كالمجال العسكري والمجال الزراعي ومجال الأغذية وغيرها من المجالات التي تسعى لتطوير البشرية.

ولكن هناك جانب مهم يجب أن يذكر وهو استخدام النانو في المجال الطبي، حيث تطور تقنية النانو ساهم بتغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها.

إشكالية البحث: ما هي مجالات استخدام تقنية النانو في الطب؟؟. وإلى أي مدى يمكن الوصول بتلك التقنية في هذا المجال؟؟.. وهل ستقدم الحلول للأمراض التي يصعب التغلب عليها؟؟.

الفصل الأول: مدخل إلى علم النانو:

1.1 تعريف النانو:

إن مصطلح "نانو" هو بادئة تدخل على أية وحدة قياس لكمية ما، ويعني جزءاً من مليار جزء من تلك الوحدة وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت بجانب بعضها، فعلى سبيل المثال؛ النانومتر هو الجزء من المليار من المتر (10^{-9} m)، وإن قطر شعرة الإنسان تساوي 50000 نانومتر، ويبلغ قطر خلية جرثومية بضع مئات من النانومترات.

إن أصل كلمة نانو مشتق من الكلمة الإغريقية (نانوس) وتعني القزم ويقصد بها كل ما هو صغير وتقنية النانو تعني تقنية المواد متناهية الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة، وعلم النانو بأبسط تعاريفه: هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والتي يوجد فيها بعد واحد على الأقل يقع مقاسه بين 1 و100 نانومتر، إلا أن التعريف الأنسب والأكثر شمولاً وقبولاً في الأوساط العلمية هو: التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد والأجهزة التي أبعادها تقل عن 100 نانومتر وذلك بتصنيعها ومراقبتها وقياس ودراسة خصائصها.

2.1 خصائص الجسيمات النانوية:

"إن ما يجعل خصائص المادة تتغير عندما تقل الأبعاد من الميكرو إلى النانو هو التغيير الحاصل في نسبة ذرات السطح إلى حجم المادة، فكلما صغرت أبعاد المادة كان النسبة أكبر من ذرات المادة على السطح، وبشكل عام فإن نسبة الذرات السطحية في مواد النانو تكون بين 5 إلى 50%، أما في المواد العادية فتكون في

حدود 3% . وقد وجد أن هذه النسبة تساعد على سرعة التفاعلات الكيميائية، وكذلك حقيقة بروز أكبر لبعض الظواهر الفيزيائية، مثل بروز لتأثيرات قوانين الميكانيك الإحصائي والميكانيك الكمي، وهذه التأثيرات لا تظهر بالذهاب من الأحجام الاعتيادية إلى مقياس الميكرو ولكن تظهر بالوصول إلى مقياس النانو، يعتمد أساس عمل تقنية النانو على إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة ذات مواصفات جديدة محددة ومخطط لها، ومن المعروف أن ترتيب الذرات في الجزيء بصورة معينة يعطي تلك الجزيئة صفات فيزيائية وكيميائية معينة، وأن هذه الصفات تعتمد كلياً على الترتيب الذي تتخذه الذرات لتشكيل تلك الجزيئة، وأفضل مثال على ذلك أن حجر الألماس والفحم كلاهما مصنوعان من الكربون، غير أن ترتيب الذرات في جزيء الألماس يختلف عن ترتيب الذرات في جزيئة الفحم.¹

ويمكننا ذكر بعض الخصائص التي تميز المواد النانوية عن غيرها:

1.2.1 الخواص الميكانيكية: إن صلابة جسيمات النانو لمادة ما تفوق صلابتها في حالتها الكبيرة بمئات المرات، فعلى سبيل المثال وجد تجريبياً أن صلابة جسيمات النانو الكروية المصنعة من السيليكون والتي يتراوح حجمها ما بين 40 إلى 100 نانومتر تفوق صلابة مادة السيليكون بمئات المرات، كما أن قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها ترتفع و تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها إذا ما تم تصغير مقاييس حبيبات المادة التحكم في ترتيب ذراتها، فمثلاً إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية ستكتسب المزيد من المتانة، وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية.

¹ طب النانو، الأفاق والمخاطر، د. منير محمد سالم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية ص 79

2.2.1 الخواص المغناطيسية: تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع

منها المغناطيس، وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت نسبة مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.

3.2.1 درجة الانصهار: تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقياس حبيباتها أي بتقليل

أنصاف أقطار الحبيبات، فمثلاً درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية، وإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار ستنقص حوالي 500 درجة مئوية.

4.2.1 الخواص الكهربائية: إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث

تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي، حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية.

5.2.1 الشفافية: "إن جسيمات النانو ذات أبعاد أقل من الأطوال الموجية للضوء وعليه فإنها تعكس ولا

تكسر الضوء، مما يجعلها ذات شفافية عالية، بالتالي يمكن استخدامها في الكثير من التطبيقات دون أن يؤثر استخدامها على لون أو شكل المنتج كما هو الحال مع الأغلفة الشفافة ومستحضرات التجميل."¹

¹ طب النانو، الأفاق والمخاطر، د. منير محمد سالم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية ص 80



الفصل الثاني: طب النانو:

تمهيد:

احتل في الآونة الأخيرة قطاع الطب والدواء والرعاية الصحية رأس قائمة اهتمامات وتطبيقات تكنولوجيا النانو، حيث اتخذت تقنية النانو نهجاً بحثياً متقدماً ترمي إلى دراسة مكونات خلايا الكائن الحي دراسة دقيقة، وذلك على المستوى الجزيئي للخلية الواحدة، وتعد التطبيقات الطبية لتقنية النانو هي التطبيقات الأهم لهذه التقنية الحديثة من بين كل التطبيقات وذلك لارتباطها المباشر بحياة وصحة الإنسان.

تعدّ تقنية النانو بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق والعلاج عالي الكفاءة وكذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية، وإن إمكانية معالجة الأمراض الأكثر خطورة على حياة الإنسان مثل أمراض السرطان وغيرها تزداد عاماً بعد عام.

1.2 طب النانو لتشخيص الحالة الصحية (التشخيص الطبي):

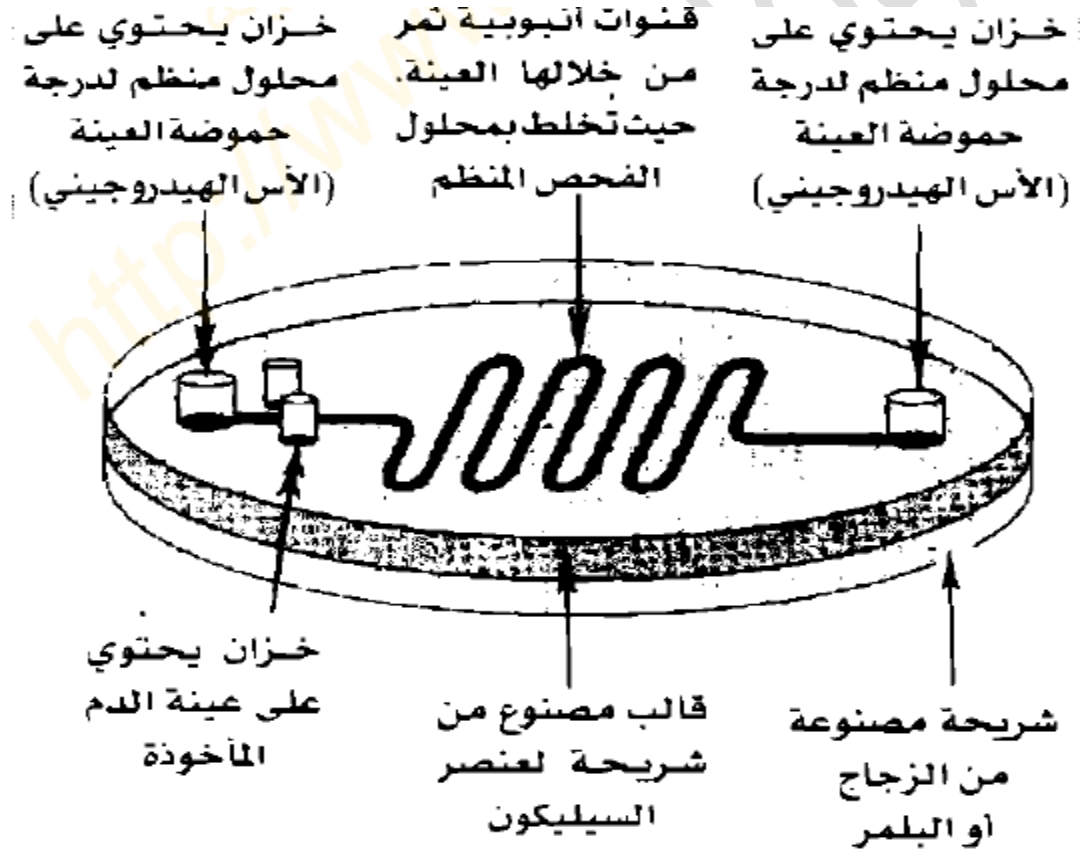
إن تقنية النانو تتيح للإنسان إنتاج مواد ومصنعات جديدة من خلال التلاعب بذرات المادة وإعادة ترتيبها بالشكل والحجم المناسبين لكي تظهر معهما صفات جديدة لم تكن متأصلة في المادة الأصلية "سبق وتكلمنا عن هذا"، وقد أدى التحكم في هيكلية المواد المستخدمة كعقاقير طبية وتصغير أحجام جزيئاتها إلى زيادة في قدرات وخواص تلك المواد، مما سمح لها بالتفاعل والتطبيق مع محتويات خلايا الأعضاء الحية، وليس ثمة تأكيد على أن الصفات الفريدة غير المألوفة التي اكتسبتها تلك المواد النانوية المخلفة قد أدت إلى طفرات كبيرة في طرق العلاج ووسائل الرعاية والمتابعة الصحية، كما كان لها أثر كبير في تقديم الكثير من الحلول الابتكارية مما فعّل مجال الطب الوقائي، وعزز القدرات التقنية المستخدمة في التشخيص والكشف المبكر عن المرض، كما يساهم التشخيص الطبي في الاكتشاف المبكر للمرض، مما يجعل عملية العلاج أكثر نجاحاً وأقل تكلفة، كما أنه يريح المريض نفسياً من متابعة العلاج لفترة طويلة.

1.1.2 المختبر المحمول على شريحة:

"أُتاحت تكنولوجيا النانو للمرضى إجراء بعض من التحاليل الطبية الدقيقة، مثل متابعة نسبة التغير في مستوى تركيز الغلوكوز في الدم الذي يتم من خلال فحص قطرة واحدة لعينة من الدم يتم اسقاطها على شريحة إلكترونية متصلة بجهاز صغير لا يتعدى حجمه حجم الهاتف النقال، وفي الآونة الأخيرة تم صنع أجهزة تحليل صغيرة

يطلق عليها اسم "المختبر المحمول على شريحة (Lab-on-a-chip)" وقد سمي بهذا الاسم نظراً لصغره الذي لا يتعدى حجم شريحة من شرائح أجهزة الحاسوب، وتعتمد فكرة تحليل الدم من خلال هذا الجهاز على أخذ عينة صغيرة من دم الإنسان تحقن داخل خزان مثبت بالجهاز ومتصل بشبكة من الأنابيب ميكرومترية حيث تمزج بداخلها العينة بمحلول الفحص المنظم.¹

ويمثل الشكل التالي نموذج لأقسام المختبر المحمول:

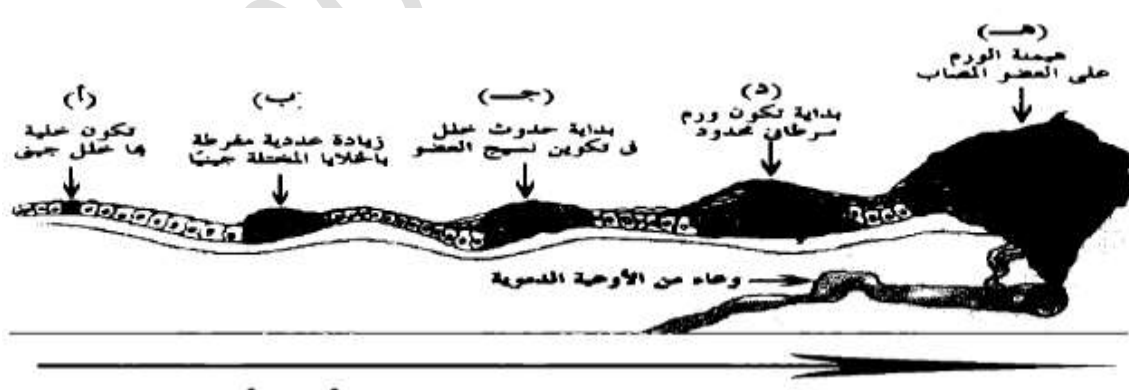


شرح تفصيلي خاص بمكونات جهاز المختبر المحمول.

¹ كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل. أ. د. محمد شريف الإسكندراني. ص 192.

2.1.2 الكشف المبكر عن الأورام السرطانية:

يقوم جسم الإنسان في كل لحظة بتغيير خلاياه القديمة وإبدالها بخلايا جديدة أخرى، ويعتبر هذا عمل روتيني في جسم الإنسان، وعلى الرغم من سلاسة ذلك العمل الروتيني، إلا أنه قد يحدث في أحيان ليست بالقليلة ولظروف معينة مازالت تحتاج إلى كثير من الدراسة والتفسير، يحدث تغير أو انحراف جيني Genetic Mutation ينجم عنه ميلاد بعض الخلايا الجديدة في منطقة معينة من الجسم التي لا يجب أن تولد، أو أن يفشل الجسم في قتل الخلايا القديمة المراد تبديلها، وتبدأ المشكلة من خلال انقسامات عشوائية في خلايا تلك المنطقة من الجسم، ينجم عن ذلك ولادة ما يسمى بـ "بؤرة سرطانية" لا يتعدى حجمها بضعة ميكرومترات قليلة يصعب اكتشافها في تلك المرحلة المبكرة من الإصابة، وسرعان ما تنمو هذه البؤرة وتتكاثر، مكونة خلايا سرطانية "Cancer Cells" تؤثر بنموها السريع على طبيعة الخلايا المجاورة لها في العضو المصاب نفسه أو في خلايا أعضاء أخرى مجاورة، مما يؤدي في النهاية إلى تكون ورم "Tumor" سرطاني كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل: مراحل تكون الورم السرطاني في أحد أعضاء الجسم.

ويتضح من هذا أن عملية اكتشاف بؤر الخلايا السرطانية وانقسامها خلال المراحل المبكرة من الإصابة تعد مسألة صعبة تقنياً، وذلك لصغر أحجام تلك البؤر التي تفوق دقة الأجهزة المستخدمة في اكتشافها.

لذلك فقد أتاحت تقنية النانو آفاقاً جديدة لعمليات التشخيص المبكر للسرطان من خلال فحة متقدمة من المواد تعرف باسم البلورات النانوية "Nanocrystals" التي يطلق عليها أيضاً اسم "النقاط الكمية Quantum Dots" لأشباه الموصلات (مثل الكاديوم سلينييد CdSe أو الكاديوم سلفيد CdS).

يتم تحضير تلك المواد النانوية على هيئة حبيبات كروية الأشكال ذات أبعاد متجانسة، تتراوح أقطارها بين 2 و10 نانومتراً، ونظراً إلى تدني حجوم تلك البلورات النانوية فإنها تسلك سلوك الذرة الأحادية، مما يؤهلها للتمتع بخواص بصرية وموصولية متميزة لا تملكها أي مادة أخرى لأشباه الموصلات.

ومن أجل الحصول على خواص بصرية أفضل ولضمان عدم تعرض خلايا الجسم للتسمم بهذه المواد المسماة تغلف حبيبات البلورات النانوية بطبقتين، الطبقة الأولى مكونة من سلفيدات الزنك ZnS، أما الطبقة الخارجية للحبيبة فمكونة من مادة السيليكا SiO₂.

"يتم تحميل بروتينات PEG الأجسام المضادة الخاصة بالخلايا السرطانية على الأسطح الخارجية لتلك الحبيبات كي تعلق بها وتترسب على أسطحها الخارجية، لذا عند حقن المصاب بمحلول يحتوي على تلك الحبيبات، فإن الأجسام المضادة المشتقة من بروتينات الخلايا السرطانية والعاقلة بسطح الحبيبات تقوم بدور المرشد في توجيه الحبيبات إلى مواقع الخلايا السرطانية بالجسم دون غيرها من الخلايا غير المصابة، ثم عند تعريض الجسم لموجات من الأشعة تحت الحمراء باستخدام تقنية الليزر، يعمل هذا على إثارة تلك الحبيبات الموجودة بالخلايا

السرطانية فتتوهج معطية بذلك صورة خريطة محدداً عليها و بأعلى دقة أماكن تواجد الخلايا السرطانية وانتشارها بالعضو المصاب، مهما بلغ صغر هذه الخلايا.¹

ويقوم الميكروسكوب الماسح الإلكتروني كما في الشكل التالي بأخذ صورة واضحة ودقيقة لأماكن وجود الخلايا السرطانية مهما صغرت وقل عددها.



الشكل: الميكروسكوب الماسح الإلكتروني.

¹ كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل. أ. د. محمد شريف الإسكندراني ص 194

2.2 إيصال الدواء إلى الأنسجة:

يعتبر توصيل الدواء إلى الأنسجة أحد أولويات البحث في مجال طب النانو، حيث يعتمد على تصنيع مواد نانوية دقيقة وذلك لضمان تواجد جزيئات الدواء في المكان المستهدف من الجسم، حيث تعمل بأكثر فاعلية ممكنة، بالتالي معدل استهلاك الدواء، والتقليل من أعراضه الجانبية.

إن استخدام الجسيمات متناهية الصغر في الأنظمة الحيوية يشكل فرصة كبيرة للتطبيقات الطبية، حيث يساهم صغر حجمها في تحطيمها للحواجز الحيوية، ويمكن الاستفادة من هذه الخصائص على مستوى مقياس النانو في تحسين علاج الأمراض، وذلك بأن يتم ربط الدواء بهذه الجسيمات، أو استخدام هذه الجسيمات كحامل (Carrier) يحمل الدواء داخله لينطلق عند وصوله إلى المكان المحدد، ومن ثم يتخلص الجسم منه عند تحقق العلاج واستجابة العضو أو النسيج المصاب للعلاج، ويعد الوصول إلى الجسيمات متناهية الصغر وتغيير خصائصها عند هذا الحجم ميزة كبيرة يعطيها القدرة على الحركة والانتقال خلال الشعيرات والأغشية الحيوية، وبالتالي القدرة على إيصال الدواء داخل الأنسجة الحيوية.

تتعدد الأبحاث المتعلقة بطرق إيصال الدواء المبنية على تقنيات النانو، حيث يعتمد بعضها على أنابيب ذات مقياس صغير جداً لها القدرة على الحركة، ويمكن توجيهها إلى المنطقة المراد علاجها، والبعض الآخر يعتمد على أنظمة ذكية ذات حجم صغير جداً يمكن زراعتها داخل الجسم ولها القدرة على التحكم في جرعات الدواء والوقت المناسب لإيصاله، ويمكن لتقنية النانو أن تقدم حلول توصيل الدواء الجديدة في المجالات التالية:

1.2.2 تغليف الدواء (Drug Coating): إحدى الأنواع الأساسية من أنظمة توصيل الأدوية هي

المواد التي تغلف الأدوية لحمايتها خلال انتقالها في الجسم، وتشمل مواد التغليف الأدوية الجسيمات الشحمية

والبوليميرات (مثل البولي لاكتيد PLA واللاكتيد المشترك مع الغليكوليد PLGA التي تستخدم الجزيئات الدقيقة)، وتشكل المواد الكبسولات حول الأدوية، وتسمح بتحرير الدواء في الوقت المناسب، حيث إن الدواء يتسرب عبر مادة التغليف، والأدوية يمكن أيضاً أن تتحرر عند تحلل مادة المحفظة أو تتآكل في الجسم عندما تنتج مواد التغليف من الجزيئات النانومترية في مجال الحجم 1-100 نانو متر.

2.2.2 الحاملات الدوائية (Drug Carrier): "وهي الصنف الآخر من أنظمة التوصيل الدوائي، حيث تقدم تقنية النانو حلاً مهماً حيث يمكن التحكم بها للارتباط مع الدواء والجزيئة المستهدفة ومادة التصوير، وبعدها تجذب خلايا معينة وتحرر حمولتها عند اللزوم، وبسبب الحجم النانومتري فإن لها المقدرة على الدخول للخلايا، حيث إن الخلايا نوعياً تمتلك مواد داخلية أدنى من 100 نانومتر، وإحدى المواد النانومترية المتقدمة التي تستخدم لهذا الغرض كمساعد لتوصيل الدواء هي جزيئة بوليمير تدعى dendrimer مكتشفة من قبل Don Tomalia".¹

3.2.2 أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes): أظهرت الأبحاث الحديثة إمكانية استخدام تلك الأنابيب من خلال ربطها مع مركبات ببتيدية لتعريفها بنظام المناعة في الجسم، وبالتالي استخدامها في إيصال اللقاح مما يساهم في رفع المناعة مقارنة بطرق إيصال اللقاح التقليدية، كما يكمن استخدام أنابيب الكربون المعدلة في إيصال الأحماض النووية إلى الخلايا ونقل المورثات، حيث تتميز الأنابيب المعدلة بقدرتها على تكوين تجمعات معقدة مستقرة مع المركبات الحيوية مما يساعد في رفع مستوى تعبير المورثات، ويفتح مجالاً كبيراً للتطبيقات المتعلقة بالعلاج المبني على المورثات.

¹كتاب طب النانو الأفاق والمخاطر، د. محمد منير سالم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، الصفحة ص 83.

4.2.2 جسيمات نانوية غير عضوية (Ceramic or Inorganic): يتوقع أن تساهم الجسيمات

النانوية غير العضوية في تحسين طرق إيصال الدواء، لسهولة تحضيرها والتحكم في شكلها وحجمها وتكيفها مع درجة الحرارة المحيطة بها، وقدرتها على حماية المركبات الحيوية المرتبطة بها من التغيرات التي يمكن أن يسببها تغير الرقم الهيدروجيني (pH)، كما أن هذه الجسيمات متوافقة مع الأنظمة الحيوية ولها سمية ضعيفة جداً، ويمكن تعديل السطح الخارجي بمجموعات وظيفية مختلفة، مما يسمح بربطها مع مركبات حيوية تعمل على توصيلها إلى منطقة العلاج.

5.2.2 المركبات العضوية: (Organic compounds): تلعب المركبات العضوية مثل

المتشجرات والحويصلات الدهنية الحيوية دوراً كبيراً في إيصال الدواء، وتتميز هذه المركبات والأجسام بصلاحياتها لأنها تعمل على إيصال الدواء وذلك لأن حجمها في حدود مقياس النانو ومتوافقة مع الأنظمة الحيوية، لهذه المركبات خصائص فريدة متعلقة بشكلها والقدرة على بناء النهايات الخارجية لربط المركبات بها، كما يمكن الاستفادة من تجويفها الداخلي لحمل الدواء وإيصاله إلى المنطقة المصابة، ولها القدرة على الذوبان في الماء والزيت في آن واحد، مما يمكنها من حمل المركبات الدوائية المختلفة الذوبان، ومن ثم إطلاقه بمعدل مناسب للعلاج، ويمكن تعديل سطح هذه الحويصلات بربطها بمركبات ذات خصائص مميزة، مما يساعد في انتقالها خلال الأوعية الدموية والوصول إلى المكان المراد إيصال الدواء إليه.¹

¹ كتاب طب النانو الأفاق والمخاطر، د. محمد منير سالم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، الصفحة ص 84.

النتائج والمقترحات:

في النهاية لا بد أن نذكر النتائج التي توصلت لها من خلال هذا البحث وتتجلى هذه النتائج بـ:

1. إن الجسيمات النانوية تمتلك من الخواص الفيزيائية والكيميائية ما يميزها عن غيرها، تجعل هذه الخواص من المادة ذات الحبيبات النانوية أكثر فاعلية من المادة في حالتها العادية في كثير من التطبيقات.
2. إن إمكانية التخلص من الأمراض الخطيرة والكشف المبكر عنها وخاصة السرطان ستزداد عاماً بعد عام من خلال تطبيق وتجريب تلك العديد من الأبحاث المتعلقة بالنانو الطبي.
3. إن إيصال الدواء إلى الأنسجة باستخدام تقنية النانو أمر غاية في الضرورة فهو يفيد في اتجاهات عديدة، حيث أنه وجد حلاً من أجل استهداف الدواء الأنسجة المقصودة فقط (المصابة)، وهو بذلك يقي الأنسجة الغير مصابة التي من الممكن أن تتأثر بشكل سلبي من الدواء، ولذلك أيضاً فوائد اقتصادية كبيرة.
4. إن تقنية النانو من أفضل التقنيات الحديثة التي دخلت على حياتنا إذا ما وظفت بالشكل الصحيح والأمثل فهي تعد بالكثير في المجال الطبي وغيره من المجالات.
5. يجب متابعة وتبني مشاريع بحث في استخدام تقنية النانو في الطب فلا بد من أن يكون لها الأثر الكبير في التقدم الحضاري والإنساني ولا بد من التوصل إلى وقف انتشار الأمراض الخطيرة.
6. إن طريقة الكشف المبكر عن مرض السرطان من خلال حقن المصاب بالمواد النانوية ثم تعريض الجسم للأشعة تحت الحمراء أحرزت تقدماً هائلاً في التصوير الجزيئي للكشف المبكر عن الأورام الذي يشهده عالمنا اليوم، خاصة في الكشف عن الأورام السرطانية المبكرة في الثدي.

الخاتمة:

في النهاية لا بد وأن نقول بأن علم النانو هو من العلوم المهمة في عصرنا الحالي وإن بالإمكان دراسته والتعمق به وتطبيقه في كل المجالات وليس فقط في المجالات الطبية من أجل الوصول إلى المكانة العلمية العالية والنهوض بالعالم إلى مستويات عديدة من التقدم التكنولوجي والطبي والصناعي... إلخ.

ويجب الاهتمام بتطبيقات النانو في المجال الطبي وتوسيعها وابتكار غيرها للتخلص من الأمراض التي تفتك مجتمعاتنا.

المصادر والمراجع:

1. تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، أ. د. محمد شريف الإسكندراني 2010 م.
2. طب النانو، الآفاق والمخاطر، د. منير محمد سالم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
3. النانو وتطبيقاته، حسن عز الدين بلال.
4. التقانة النانوية، مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة، مارك راتنر، دانيال راتنر، ترجمة د. حاتم النجدي.
5. ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة)، نهي علوي الحبشي - 1432 هـ - 2011 م
وزارة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية.