



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة / بابل

كلية / العلوم الصرفة / قسم الفيزياء

علم النانو وتطبيقاته في الطب

بحث مقدم من قبل الطالبة

بنين عباس على الله

الى جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الفيزياء كجزء من

متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

إشراف

أ.د. احسان ضياء جواد البيرماني

1445هـ

2024م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

)) والراسخون في العلم يقولون
((أَمَّا بِهِ كُلٌّ مِنْ عِنْدِ رَبِّنَا

صدق الله العلي العظيم

﴿آل عمران: الآية: 7﴾

اقرار المشرف

نشهد انّ إعداد هذا البحث الموسوم بـ (علم النانو وتطبيقاته في الطب) لطالبة البكالوريوس (بنين عباس على الله) قد جرى تحت إشرافنا في جامعة بابل - كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الفيزياء، وهي جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء.

التوقيع:

المشرف: أ.د. احسان ضياء جواد البيرماني.

كلية التربية للعلوم الصرفة

جامعة بابل

التاريخ : / / 2024

بناءً على التوصيات المتوافرة أرشح هذا البحث.

الأهداء

إلى أمي وأبي:

يا من كنتما لي سندًا في كلّ خطواتي، يا من حملتmani على أكتافكما، يا من ضحيتما من أجلي، يا من سهرتما على راحتي، يا من ساندتmani في كلّ أحلامي، يا من كنتما لي خير مثالٍ في الحياة، أهدي هذا التخرج إليكم،

إلى أخوتي:

يا من ضحوا من أجلي، وإلى من أحبوني ودعموني، وإلى من آمنوا بي، وإلى من كانوا لي سندًا وعضدًا، أهدي هذا التخرج إليكم.

إلى جميع أساتذتي:

يا من علمتموني العلم والمعرفة، يا من غرستم في حبّ العلم، يا من صبرتم على أسئلتني، يا من ساعدتموني في تحقيق أحلامي، أهدي هذا التخرج إليكم،

إلى أصدقائي:

يا من وقفتم بجانبني في كلّ الصّعاب، يا من كنتم لي خير سندٍ في هذه الحياة، يا من ضحيتم من أجلي، يا من أحببتموني ودعمتوني، أهدي هذا التخرج إليكم،

إلى نفسي:

أسأل الله أن يوفقني في قادم أيامي، وأن ينفعني بما علمني، وأن يجعلني خيرًا لوطني ومجتمعي.

الباحثة

الشكر والامتنان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الانبياء والمرسلين على نبينا محمد وآله وسلم تسليماً كثيراً،

أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً و آخراً.

ثم أشكر أولئك الاخيار الذين مدوا لي يد المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم استاذي المشرف على الرسالة أ.م احسان ضياء جواد البيرماني

الذي لم يدخر جهداً في مساعدتي، فله كل التقدير والامتنان، حفظه الله ومتعته بالصحة والعافية.

الباحثة

الخلاصة

يُقدم علم النانو، بفضل إمكانياته الهائلة للتحكم في المواد على مستوى الذرة والجزيئات، آفاقاً واسعةً لتطوير تقنيات طبية ثورية تُحدث نقلة نوعية في مجال الرعاية الصحية، ويهدف هذا البحث الى التعرف على هذه التقنيات والبحوث المستخدمة فيها ومعالجة المشكلات التي تواجه تطوير علم النانو في الطب في المستقبل حيث تطرقنا في الفصل الأول الى التعرف على علم النانو وتطبيقاته وكيف تطور في القرن الماضي والتعرف على قانون مور الأول والثاني واصناف المواد النانوية وكيفية تحسين وتطوير خواص سطح المنتج لمواكبة التطبيقات المختلفة وذلك عن طريق طلائه برفائق النانو وتم التعرف على طرائق تصنيع المواد النانوية وما هي أهمية المواد النانوية في التحسين للمواد التقليدية ولتطوير تطبيقات جديدة وتقليل التأثير البيئي وفتح افاق جديدة للبحث العلمي وتم التعرف على مخاطر المواد النانوية وفهم سلوك المواد النانوية وكيف تتصرف مع بعضها ومع محيطها وكيفية تصميم مواد جديدة وفهم دورة حياتها، وتم التعرف في الفصل الثاني على خصائص المواد النانوية من حجم ومساحة وخصائص الكهرونية وميكانيكية وحرارية وكيميائية وبصرية وتم شرحها بالتفصيل مع خصائصها والعوامل التي تؤثر عليها، وتطرقنا في الفصل الثالث الى تطبيقات المواد النانوية في الطب من عمليات جراحية وكيفية تحسينها وتقليل الاضرار الجانبية للعمليات الجراحية وتحسين الدقة في العمليات الجراحية وتسريع عملية الشفاء وتطرقنا الى بعض الأمثلة في العمليات الجراحية مثل جراحة العيون وجراحة الدماغ وجراحة القلب ونقل الدواء وكيفية نقل الدواء للأمراض مثل السرطان وعلاج امراض القلب وعلاج امراض الجهاز التنفسي وكيفية معالجة الامراض بطرق متنوعة مثل توصيل الدواء والتشخيص والعلاج وهندسة الانسجة والطب التجديدي والطب الشخصي واهم التحديات التي تواجه استخدام المواد النانوية في معالجة الامراض واخيراً فهم علم النانو ودراسة تطبيقاته يساعد على تطوير مواد جديدة ذات خصائص فريدة ويمثل ثورة حقيقية في مجال الطب حاملاً معه إمكانات هائلة لعلاج الامراض وتحسين صحة الانسان.

جدول المحتويات

الصفحة	الموضوع	ت
أ	الآية القرآنية	1
ب	إقرار المشرف	2
ج	الاهداء	3
د	الشكر والامتنان	4
هـ	الخلاصة	5
و	جدول المحتويات	6
ز	قائمة الاشكال	7
1	قائمة الجداول	8
1	الفصل الأول	9
2	المقدمة	10
3	التطور في علم النانو	11
8	أصناف المواد النانوية	12
12	طرائق تصنيع المواد النانوية	13
16	هدف البحث	14
17	الفصل الثاني	15
18	المقدمة	16
19	خصائص المواد النانوية	17
20	أهم خصائص المواد النانوية	18
29	الفصل الثالث	19
30	المقدمة	20
31	تطبيقات المواد النانوية في الطب	21
35	اهم التحديات التي تواجه استخدام المواد النانوية	22
35	الاستنتاج	23
37	الدراسات المستقبلية	24
38	المصادر	25

قائمة الاشكال

الصفحة	الشكل	ت
6	شكل (1-1) جزيئات الفوليرين النانوية.	1
9	شكل (2-1) رسم تخطيطي يبين الأشكال المختلفة التي تخلق المواد النانوية على هيئتها.	2
20	شكل (1-2) خلايا شمسية نانوية	3
33	شكل (1-3) بعض تطبيقات النانو في الحقل الطبي	4

قائمة الجداول

الصفحة	الجدول	ت
10	جدول (1-1) تحسين وتطوير خواص سطح المنتج لمواكبة التطبيقات المختلفة، وذلك عن طريق طلائه برفائق النانو.	1
15	جدول (2-1) أهمية المواد النانوية	2
16	جدول (3-1) مخاطر المواد النانوية	3
19	جدول (1-2) خصائص المواد النانوية	4
22	جدول (2-2) العوامل التي تؤثر على الخائص البصرية للمواد النانوية	5
25	جدول (3-2) العوامل التي تؤثر على الخصائص الميكانيكية للمواد النانوية	6
26	جدول (4-2) الخصائص الحرارية وأهميتها	7
32	جدول (1-3) بعض الأمثلة واستخداماتها في العمليات الجراحية	8

الفصل الأول

علم النانو

1-1 المقدمة:

تقنية الجزيئات متناهية الصغر أو تقانة الصغائر أو تقانة النانو هي العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي. تهتم تقانة النانو بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من المايكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر K عادة تتعامل تقانة النانو مع قياسات بين 1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة. وهي أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتيريا والخلية الحية. حتى الآن لا تختص هذه التقنية بعلم الأحياء بل تهتم بخواص المواد، وتتنوع مجالاتها بشكل واسع من أشباه الموصلات إلى طرق حديثة تماما معتمدة على التجميع الذاتي الجزيئي. هذا التحديد بالقياس يقابله اتساع في طبيعة المواد المستخدمة، فتقانة النانو تتعامل مع أي ظواهر أو بنايات على مستوى النانو الصغير، مثل هذه الظواهر النانوية يمكن أن تتضمن تقييد كمي التي تؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة التي يبلغ حجمها بين حجم الجزيء وحجم المادة الصلبة المرئي. تتضمن الظواهر النانوية أيضا تأثير جيبس-تومسون - وهو انخفاض درجة انصهار مادة ما عندما يصبح قياسها نانويًا، أما عن بنايات النانو فأهمها أنابيب النانو الكربونية، يستخدم بعض الكتاب الصحفيين أحيانا مصطلح (تقانة الصغائر للتعبير عن النانو) رغم عدم دقته، فهو لا يحدد مجاله في تقانة النانو أو الميكرونية إضافة إلى التباس كلمة صغائر التي قد تفهم بمعنى جسيم لأن البعض يسمي الجسيمات بالدقائق، علوم النانو وتقانة النانو إحدى مجالات علوم المواد واتصالات هذه العلوم مع الفيزياء، الهندسة الميكانيكية والهندسة الحيوية والهندسة الكيميائية تشكل تفرعات واختصاصات فرعية متعددة ضمن هذه العلوم وجميعها يتعلق ببحث خواص المادة على هذا المستوى الصغير، وتكمن صعوبة تقانة النانو في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها [1]. فهي تحتاج بالتالي إلى أجهزة دقيقة جدا من جهة حجمها ومقاييسها وطرق رؤية الجزيئات تحت الفحص. كما أن صعوبة التوصل إلى قياس

دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد صعوبة أخرى تواجه هذا العلم الجديد الناشئ. بالإضافة ما يزال هناك جدل ومخاوف من تأثيرات تقانة النانو، وضرورة ضبطها، [1]. ومن أهم تعاريف علم النانو:

علم النانو: هو العلم الذي يدرس المادة والظواهر على مستوى النانومتر، وهو جزء من مليار جزء من المتر، تقنية النانو هي تطبيق لهذا العلم في إنتاج مواد وأجهزة جديدة تستفيد من خواص النانو، هندسة النانو هي تصميم وبناء هياكل وأنظمة نانوية معقدة [2].

علم النانو: هو دراسة المادة على المستوى الذري والجزيئي، إنه مجال متعدد التخصصات يتضمن الفيزياء والكيمياء والهندسة وعلم الأحياء والطب، يتعامل علم النانو مع تصنيع المواد والأجهزة ذات الأبعاد النانوية، والتي تتراوح بين 1 و100 نانومتر. نانومتر هو واحد من مليار متر، أو حوالي عرض 10 ذرات.

عند هذا المقياس، تتصرف المواد بشكل مختلف عن المواد الأكبر حجمًا، يمكن أن تكون أقوى وأخف وزناً وأكثر موصلية كهربائية أو حرارية، يمكنهم أيضًا إظهار خصائص بصرية أو مغناطيسية جديدة.

التطبيقات المحتملة لعلم النانو واسعة النطاق، يمكن استخدام تقنية النانو لتحسين الإلكترونيات وتطوير مواد جديدة للرعاية الصحية وإنشاء أنظمة طاقة أكثر كفاءة وتنظيف البيئة.

1-2 التطور في علم النانو:

لقد كان التطور التكنولوجي السمة الفريدة في القرن العشرين، حيث أجمع الخبراء على أن أهم تطور تكنولوجي في النصف الأخير من القرن الماضي هو اختراع الإلكترونيات التي أدى تطورها إلى ظهور ما يسمى بشرائح المايكرو (Microchips) التي أدت إلى ثورة علمية وتقنية في جميع المجالات [3].

وجدير بالذكر أنه حتى الخمسينيات من القرن الماضي لم يكن هناك غير التلفاز باللونين الأبيض والأسود، ولم يكن هناك أيضًا إلا عشرة حواسيب في العالم أجمع في تلك الفترة تقريبا، ولم تكن هناك هواتف نقالة، أو ساعات

رقمية، أو إنترنت، وكل هذه الاختراعات يعود الفضل فيها إلى الله سبحانه وتعالى - ثم إلى تلك الشرائح التي أدى ازدياد الطلب عليها إلى انخفاض أسعارها على نحو سهل دخولها في تصنيع جميع الإلكترونيات الاستهلاكية التي تحيط بنا اليوم.

ويُقاس التقدم التكنولوجي في العصر الحالي بالقدرة على تصنيع أجهزة إلكترونية أقل حجماً، وأعلى كفاءة من حيث السرعة والجودة في أداء العمليات المختلفة مع السعر المعقول.

وقد بدأ في القرن الماضي الجيل الأول في عالم الإلكترونيات الذي سمي جيل تقنية اللمبات (Lamps) الإلكترونية، حيث أنتجت تلفازات باللونين الأبيض والأسود تستخدم هذه التقنية، ثم جاء الجيل الثاني في عالم الإلكترونيات، وهو جيل الترانزستور (Transistor) الذي جعل الأجهزة الإلكترونية أصغر حجماً، وأفضل كفاءة [4].

وبعد التطور الكبير الذي حدث في مجال أشباه الموصلات (Semi-conductors) جاء الجيل الثالث في عالم الإلكترونيات، وهو جيل الدوائر التكاملية (IC)، وهي قطعة صغيرة جداً تقوم بمهام الترانزستور نفسه. وقد ساعدت هذه الدوائر على تصغير حجم أجهزة كثيرة، بل رفعت كفاءتها، وعددت وظائفها [5].

ثم ظهر الجيل الرابع، وهو جيل المعالجات الصغيرة (Microprocessors) الذي أحدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية الصغيرة (Microcomputers) التي يعود الفضل فيها إلى الله - سبحانه وتعالى - ثم إلى ثورة المعلومات التي نشهدها الآن، وكان لها الأثر في التقدم الحادث في كثير من المجالات العلمية والصناعية والتعليمية وفي مختلف جوانب الحياة [5].

وبرز خلال السنوات القليلة الماضية مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم، وأصبح محط الاهتمام على نحو كبير، وهذا المصطلح هو تقنية النانو (Nanotechnology)، أو كما يسميه بعضهم تكنولوجيا النانو. فهذه التقنية بكل بساطة - ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله، وذلك عن طريق صف جزيئات المادة بجانب بعضها

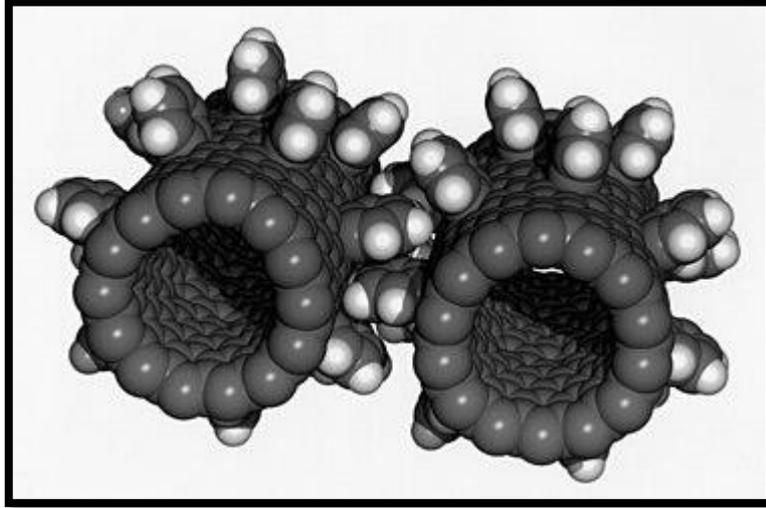
بعضًا على نحو يفوق الخيال، فلنتخيل إنتاج حواسيب بالغة الدقة يمكن وضعها على رأس قلم، أو دبوس، ولنتخيل أسطولاً من الروبوتات النانو مترية الطبية التي يمكن حقنها في الدم، أو ابتلاعها؛ لتعالج الجلطات الدموية، والأورام السرطانية، والأمراض الأخرى المستعصية علاجها.

ونجد عند مستوى النانو أن الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية تختلف اختلافاً جذرياً في الغالب على نحو غير متوقع - عن تلك المواد الكبيرة الموازية لها بسبب أن خواص الكمية الميكانيكية للتفاعلات الذرية يؤثر فيها بواسطة التغيرات في المواد على مستوى النانو ويلحظ أنه من الممكن السيطرة على الخصائص الجوهرية للمواد بما في ذلك درجة الانصهار، والخواص المغناطيسية، وحتى اللون بدون تغير التركيب الكيميائي لها، وذلك من خلال تصنيع أجهزة طبقاً لمعيار النانومتر (1 نانومتر) = 10^{-9} متر.

1-2-1: علم النانو، تقنية الجزيئات متناهية الصغر:

هي العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي تهتم تقانة النانو بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من المايكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر. عادة تتعامل تقانة النانو مع قياسات بين 1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة. وهي أبعاد أقل كثيراً من أبعاد البكتيريا والخلية الحية. حتى الآن لا تختص هذه التقنية بعلم الأحياء بل تهتم بخواص المواد، وتتنوع مجالاتها بشكل واسع من أشباه الموصلات إلى طرق حديثة تماماً معتمدة على التجميع الذاتي الجزيئي. هذا التحديد بالقياس يقابله اتساع في طبيعة المواد المستخدمة، فتقانة النانو تتعامل مع أي ظواهر أو بنايات على مستوى النانو الصغير. مثل هذه الظواهر النانوية يمكن أن تتضمن تقييد كمي التي تؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة التي يبلغ حجمها بين حجم الجزيء وحجم المادة الصلبة المرئي. تتضمن الظواهر النانوية أيضاً تأثير جيبس-تومسون - وهو انخفاض درجة انصهار مادة ما عندما يصبح قياسها نانويًا، اما عن بنايات النانو فأهمها أنابيب النانو الكربونية [6].

وتكمن صعوبة تقانة النانو في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها. فهي تحتاج بالتالي إلى أجهزة دقيقة جدا من جهة حجمها ومقاييسها وطرق رؤية الجزيئات تحت الفحص. كما أن صعوبة التوصل إلى قياس دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد صعوبة أخرى تواجه هذا العلم الجديد الناشئ. بالإضافة ما يزال هناك جدل ومخاوف من تأثيرات تقانة النانو، وضرورة ضبطها.



شكل (1-1) جزيئات الفوليرين النانوية [7].

كشفت أبحاث ماريان ريبولد وزملائها في جامعة درسدن الألمانية الغطاء عن سر السيف الدمشقي المشهور بقدرته الكبيرة على القطع ومتانته المذهلة ومرونته الكبيرة، فقد تبين لها أنه مصنوع من مواد مؤلفة بمقياس النانومتر، فأنايبب الكربون النانوية التي تعتبر من أقوى المواد المعروفة وذات المرونة ومقاومة الشد المرتفعة، أحاطت بالأسلاك النانوية من السمنتيت (Fe_3C) وهو مركب قاس ومقصف [8].

منذ آلاف السنين قصد البشر استخدام تقنية النانو. فعلى سبيل المثال أستخدم في صناعة الصلب والمطاط. كلها تمت اعتمادا على خصائص مجموعات ذرية نانوميتريية في تشكيلات عشوائية. وتتميز عن الكيمياء في أنها لا تعتمد على الخواص الفردية للجزيئات.. الأولى إلى بعض المفاهيم المميزة في النانو تقنية (تسبق لكن استخدام هذا الاسم) في عام 1867 كاتب جيمس ماكسويل عندما اقترحت فكرة تجربة صغيرة كيان يعرف ماكسويل

للشيطان من معالجة الجزيئات الفردية. في عام 1920 أدخل ارفنغ لانجميور وكاثرين بلودغيت مفهوم نظام monolayer أي طبقة ذرية واحدة أو طبقة مادة يبلغ سمكها مقاييس الذرة. وحصل لانجميور على جائزة نوبل في الكيمياء لعمله.

ومن أهم التحديات التي واجهت موضوع الشرائح الصغيرة، قد يكون من المناسب أن نذكر القانونين التجريبيين الذين وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتل العالمية ليصف بهما التغير المذهل في إلكترونيات الدوائر المتكاملة.

فقانون مور الأول:

ينص على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزستور في شريحة يتضاءل بحوالي النصف كل 18 شهراً، هذا يعني أن المساحة التي كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل 15 سنة يمكنها أن تحمل حوالي 1'000 ترانزستور في أيامنا هذه [9].

قانون مور الثاني يحمل أخباراً قد تكون غير مشجعة، كنتيجة طبيعية للأول فهو يتنبأ بأن كلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل 36 شهراً.

إن مصنعي الشرائح قلقون بشأن ما سيحدث عندما تبدأ مصانعهم بتصنيع شرائح تحمل خصائصاً نانوية. ليس بسبب ازدياد التكلفة الهائل فحسب، بل لأن خصائص المادة على مقياس النانو تتغير مع الحجم، ولا يوجد هناك سبب محدد يجعلنا نصدق أن الشرائح ستعمل كما هو مطلوب منها، إلا إذا تم اعتماد طرق جديدة ثورية لتصميم الشرائح المتكاملة، في العام 2010 أصبحت جميع المبادئ الأساسية في صناعة الشرائح قابلة للتغيير وإعادة النظر فيها بمجرد أن نبدأ بالانتقال إلى الشرائح النانوية منذ أن وضع مور قانونيه التجريبيين، إن إعادة تصميم وصناعة الشرائح لن تحتاج إلى التطوير فحسب، بل ستحتاج إلى ثورة تتغير معها المفاهيم والتطلعات، هذه

المعضلات استرعت انتباه عدد من كبرى الشركات وجعلتهم يبدؤون بإعادة حساباتهم وتسابقهم لحجز موقع استراتيجي في مستقبل شرائح النانو [10].

1-3: أصناف المواد النانوية

تصنف المواد النانوية المواد نسبة إلى عدد أبعادها الغير موجودة في نطاق النانومتر. وبذلك فهي تنقسم إلى:

1-3-1 مواد صفرية الأبعاد:

هي المواد التي تكون جميع أبعادها أكثر من 100 نانومتر، وأحد أمثلتها هي النقاط الكمومية والتي تم استخدامها مؤخراً في صناعة الخلايا الشمسية والترانزستور.

1-3-2 مواد أحادية الأبعاد: وهي تلك المواد التي تحتوي على بعد واحد فقط أكبر من 100 نانومتر، مثل

الأنابيب والخيوط النانوية والتي سوف تلعب دوراً مهماً في تصنيع الإلكترونيات، وتستخدم حالياً في طلاء الأسطح مثل طلاء أسطح المنتجات الفلزية لحمايتها من التآكل والصدأ، وتستخدم أيضاً لتغليف المنتجات الغذائية بهدف حفظها من التلوث والتلف.

1-3-3 مواد ثنائية الأبعاد:

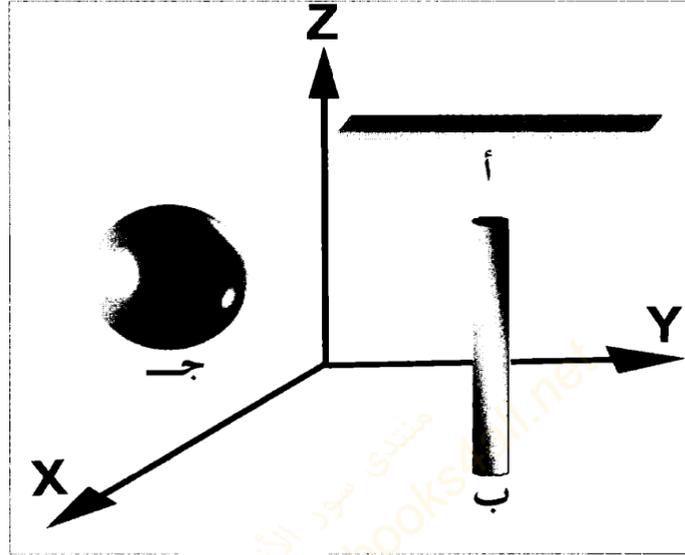
تحتوي هذه المواد على بعدين أكبر من 100 نانومتر، ونجد بعض الأمثلة على تلك المواد مثل الطبقات النانوية والتي تدخل في صناعة المستشعرات.

1-3-4 مواد ثلاثية الأبعاد:

هي مواد جميع أبعادها تكون أكبر من 100 نانومتر، وتكون ذات تركيب بلوري نانوي أو تحتوي على مواد أخرى تكون صفرية أو أحادية أو ثنائية الأبعاد، مما يعطيها بعض خصائص نطاق النانو ويتم تصنيفها كأحد أنواع

المواد النانوية، من أمثلتها الحبيبات النانوية وكذلك مساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة [1]، ويجب أن نشير هنا إلى أن هذه الفئة من المواد النانوية ثلاثية الأبعاد تنصدر قائمة الإنتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك لاستخداماتها المتنوعة في التطبيقات التكنولوجية [10].

نستطيع القول إن جميع أنواع المواد التقليدية، مثل الفلزات Metals وسبائكها، وأشباه الموصلات Semiconductors، والزجاج Glass، والسيراميك Ceramic والبوليمرات Polymers، تعد بمنزلة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق مواد ذات أبعاد نانومترية (مواد نانوية) هذا وتختلف أشكال المواد النانوية باختلاف طريقة التحضير المستخدمة، حيث يمكن أن تُحضّر في صورة، أغشية (رقائق) Nanolayers، أو على هيئة أنابيب (أسطوانات) Nanotubes، أو أسلاك Nanowires أو عصي أو عيدان Nanorods، وكذلك في صورة حبيبات Nanoparticles. تتفرد المواد النانو مترية على اختلاف أنواعها بخواص فيزيائية، كيميائية وميكانيكية فريدة تميزها عن المواد التقليدية ذات الحبيبات الكبيرة وحيث إن المواد النانوية هي بمنزلة أحجار بناء



شكل (1-2) رسم تخطيطي يبين الأشكال المختلفة التي تخلق المواد النانوية على هيئتها، وهي: (أ) رقائق أو طبقات نانوية (أحادية الأبعاد)، و(ب) أسطوانات أو أنابيب نانوية (ثنائية الأبعاد)، و(ج) حبيبات نانوية (ثلاثية الأبعاد) [11].

ومن الشكل السابق، نستطيع أن نصنف المواد النانوية إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي:

1- **المواد النانوية أحادية الأبعاد:** تقع تحت هذه الفئة، جميع المواد التي يقل أحد مقاييس أبعادها عن 100 نانومتر.

ويعرض الشكل (3 «أ») رسماً تخطيطياً لعينة من هذه الفئة وهي على هيئة طبقة مسطحة رقيقة (جمعها رقائق)

ذات سمك (بعدها الرأسي على المحور Z) نانوي. ويلاحظ من الشكل أنه لا يشترط أن يتمتع بعدها الآخران (X, Y)

بمقاييس نانوية، ومن هنا سميت هذه الفئة بالمواد النانوية أحادية الأبعاد (أي التي لها بعد نانوي واحد فقط).

ومن أمثلة هذه المواد الرقائق أو الأغشية Thin Layers مثل المواد النانوية الموظفة في أعمال طلاء الأسطح

بالصدأ، أو تلك الأفلام رقيقة السمك Thin Films المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من

التلوث والتلف، كذلك تُصنع رقائق مواد أشباه الموصلات المختلفة مثل رقائق السيليكون لتوظيفها في صناعة

الخلايا الشمسية [9].

الجدول (1-1) تحسين وتطوير خواص سطح المنتج لمواكبة التطبيقات المختلفة، وذلك عن طريق طلائه برفائق

النانو [11].

أمثلة للتطبيقات ومجال الاستخدامات	الخواص المطلوبة إضافتها إلى سطح المنتج بعد طلاء الأسطح بالمواد النانوية
حماية أجزاء الماكينات والمعدات من التآكل الناتج عن الاحتكاك، زيادة في حماية أسطح المواد اللينة مثل البلمرات، الأنسجة الصناعية والأخشاب.	● خواص ميكانيكية: زيادة في صلادة المنتج، زيادة في مقاومة الأسطح للخدش.
تنظيف ذاتي لأسطح المنتجات وحمايتها من التصاق الغبار والشحوم عليها. لذا فإن هذه المواد تستخدم في تغطية أنسجة الأقمشة وسطوح زجاج البنائيات الشاهقة.	● خواص متعلقة بحماية سطح المنتجات من البلل والالتصاق.
حماية أجزاء الآلات وماكينات التشغيل والأدوات من التآكل الناتج عن الصدأ، حماية أسطح التربينات والمحركات من الحرارة الناجمة عن التشغيل، العزل الحراري للبنائيات والمنشآت عن طريق الدهانات.	● خواص حرارية وكيميائية: مقاومة الحرارة، العزل الحراري، مقاومة التآكل الناتج عن الصدأ.
طلاء أسطح الأجهزة التعويضية بهدف رفع ملاءمتها البيولوجية لسوائل وأنسجة الجسم، طلاء أسطح الأدوات الجراحية بهدف عزلها عن المؤثرات البكتيرية ورفع مقاومتها للفيروسات والميكروبات ومنع التصاقها بسطوح تلك الأدوات.	● خواص بيولوجية: الملاءمة البيولوجية، مضادات العدوى.
صناعة مواد العوازل ذات الأسماك الرقيقة جدا والمستخدمة لعزل الكهرباء المؤثرة على حقول الترانزستورات، بيانات الذاكرة والأقراص الصلبة المستخدمة في حفظ البيانات.	● خواص كهربية ومغناطيسية: العزل الكهربائي، مقاومة المولدات المغناطيسية.

2- المواد النانوية ثنائية الأبعاد: يشترط في مجموعة هذه الفئة من المواد النانوية أن يقل مقياس بعدين من أبعادها

عن 100 نانومتر. وتعد الأنابيب أو الأسطوانات النانوية (Nanotubes) ومنها على سبيل المثال لا الحصر أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes)، والألياف النانوية (Nanofibers) وكذلك الأسلاك النانوية (Nano wires)، نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد. وإذا ما نظرنا إلى الشكل (5 - 1 «ب»)، الذي يعرض رسماً لأسطوانة نانوية، فإننا نلاحظ أن مقياسي قطري المعين، (في الاتجاهين X, Y) بقاعدة الأسطوانة يقلان عن 100 نانومتر، هذا على الرغم من أن أطوال هذه المواد (البعد الرأسي على المحور Z) قد تمتد إلى عدة مئات من النانومترات أو المايكرو مترات [5].

وقد أنجزت في خلال العقدين الآخرين دراسات كثيرة واكتشافات مثيرة تتعلق بالخواص الفريدة لأنابيب الكربون النانوية التي تحتكر لنفسها عددا كبيرا من الخواص الكيميائية، الفيزيائية والميكانيكية غير المألوفة كارتفاع مقاومة Strength إجهادات الشد Tensile stresses الذي يصل إلى مائة ضعف قيمة مقاومة الشد لسبائك الصلب مع تمتعها بانخفاض في قيمة كثافتها البالغة سدس مقدار كثافة سبائك الصلب، مما يجعلها أقوى مادة صنعها الإنسان حتى الآن. ولم يكن غريبا أن ترشح ترشيح أنابيب الكربون النانوية لأن توظف كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلابتها وتحسين خواصها الميكانيكية، وعلى الأخص رفع مقاومتها للانهايار. كما أنها تجمع خواص فريدة أخرى مثل القدرة الفائقة على التوصيل الحراري والكهربي، علاوة على خواصها الكيميائية المتميزة. ومن المتوقع استخدام الأنابيب والأسلاك النانوية في تصنيع مكونات الخلايا الشمسية وشرائح الحاسبات الإلكترونية وأجهزة الاستشعار والأجهزة الإلكترونية الدقيقة [11].

3- المواد النانوية ثلاثية الأبعاد: تمثل الكريات Spheres نانوية الأبعاد مثل الحبيبات النانوية Nanoparticles،

وكذلك مساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة Ultrafine Powders، أمثلة لهذه الفئة من المواد التكنولوجية المهمة التي نعتت بأنها ثلاثية الأبعاد، نظرا إلى أن مقياس أبعادها على المحاور الثلاثة X, Y, Z تقل عن 100 نانومتر الجدير بالذكر، أن هذه الفئة من المواد النانوية ثلاثية الأبعاد، سواء أكانت على هيئة

حبيبات أم مساحيق فائقة النعومة [10]، تتصدر قائمة الإنتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام، وذلك نظرا إلى تعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقات التكنولوجية الحديثة، فعلى سبيل المثال تتوافر الآن بالأسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات Nanoparticulate Metal Oxide ذات أهمية اقتصادية كبيرة، حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل أكسيد السيليكون (Silica (SiO₂، أكسيد التيتانيوم (Titania (TiO₂، أكسيد الألمونيوم (Alumina (Al₂O₃، وكذلك أكاسيد الحديد: (Magnetite (Fe₃O₄ و (Hematite (Fe₂O₃) في قطاع صناعة الإلكترونيات، ومواد البناء، وصناعة البويات والطلاء، وكذلك في قطاع صناعة الأدوية والأجهزة الطبية الحديثة، لتحل بذلك محل المواد التقليدية، ولتساهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات. ووسط هذا الخضم الهائل من الحبيبات النانوية تجيء حبيبات مركبات أشباه الموصلات مثل الكاديوم تيلوريد CdTe، وكذلك خارصينات الغاليوم GaAs على رأس قائمة المواد النانوية المستخدمة في صناعة الأدوات والأجهزة الإلكترونية الدقيقة وفي صناعة الخلايا الشمسية، هذا بالإضافة إلى استخداماتها المثيرة كموصلات للدواء Drug Delivery داخل الجسم. وتعد فئة الحبيبات النانوية لعناصر الفلزات الحرة Nobel Metals وعلى الأخص فلز الذهب من أهم المواد النانوية الحبيبية Nanoparticles وذلك لأهميتها واستخداماتها في كثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بدحر وقتل الأورام السرطانية التي تصيب أعضاء الجسم. وقد استخدمت حبيبات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحامض النووي DNA Sequences المرتبطة بالمرض، وكذلك في تحديد سلاسل الحامض النووي للفيروسات التي تغزو جسم الإنسان، هذا بالإضافة إلى احتكارها عددا من الخواص الفريدة تؤهلها لأن تكون المواد الأساسية لمكونات الأجهزة البصرية، البيولوجية عالية التقنية والدقة [12].

1-4: طرائق تصنيع المواد النانوية:

تصنف طرائق تصنيع المواد النانوية بشكل أساسي إلى فئتين:

1. من أعلى إلى أسفل (Top-down)

- الطحن تُستخدم تقنيات الطحن الميكانيكية لتقسيم المواد إلى جسيمات نانوية. وتشمل تقنيات الطحن: الطحن الكوكبي، والطحن الاهتزازي، والطحن الرأسي.
- الترسيب الكيميائي تُستخدم هذه التقنية لترسيب المواد النانوية من محاليلها الكيميائية. وتشمل تقنيات الترسيب الكيميائي: الترسيب من المحلول، والترسيب من البخار، والترسيب الكهرو كيميائي.
- الحفر الضوئي تُستخدم تقنية الحفر الضوئي لإنشاء أنماط نانوية على أسطح المواد.
- التقشير الميكانيكي تُستخدم تقنية التقشير الميكانيكي لإزالة طبقات رقيقة من المواد لإنشاء جسيمات نانوية.

2. من أسفل إلى أعلى (Bottom-up)

- التجميع الذاتي تُستخدم تقنية التجميع الذاتي لتكوين المواد النانوية من وحدات أصغر. وتشمل تقنيات التجميع الذاتي: التجميع الذاتي للبوليمرات، والتجميع الذاتي للبروتينات، والتجميع الذاتي للجسيمات المعدنية.
- التصنيع الكيميائي الرطب تُستخدم تقنية التصنيع الكيميائي الرطب لتصنيع المواد النانوية في محاليل سائلة. وتشمل تقنيات التصنيع الكيميائي الرطب: الترسيب الكيميائي، والتفاعل الكيميائي في المحاليل، والنمو البلوري.
- التصنيع بالبخار تُستخدم تقنية التصنيع بالبخار لتصنيع المواد النانوية من خلال تبخير المواد ثم تكثيفها على شكل جسيمات نانوية.

3. الطرق الهجينة (Hybrid methods)

- الطباعة ثلاثية الأبعاد النانوية: تُستخدم هذه الطريقة لطباعة مواد نانوية ثلاثية الأبعاد.
 - التركيب الذاتي: تُستخدم هذه الطريقة لجعل المواد النانوية تتجمع تلقائيًا في أنماط محددة.
- ملاحظة:** يعتمد اختيار طريقة تصنيع المواد النانوية على عدة عوامل، منها: خصائص المواد المطلوبة، والتطبيقات المقصودة، والتكلفة.

1-4-1 أهمية المواد النانوية

أهمية المواد النانوية

تكتسب المواد النانوية أهمية علمية وتكنولوجية كبيرة لعدة أسباب، تشمل:

- **خصائصها الفريدة:** تتمتع المواد النانوية بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة من نوعها تختلف عن خصائص المواد ذات الحجم الكبير. تشمل هذه الخصائص:
 - **زيادة المساحة السطحية:** تتميز المواد النانوية بمساحة سطحية كبيرة جداً مقارنة بحجمها، مما يجعلها أكثر تفاعلاً مع محيطها.
 - **القوة الميكانيكية العالية:** تتمتع بعض المواد النانوية مثل الكربون النانوي بقوة ميكانيكية عالية جداً، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في التطبيقات التي تتطلب قوة ومتانة.
 - **الموصلية الكهربائية والحرارية العالية:** تتمتع بعض المواد النانوية مثل الجسيمات النانوية المعدنية بموصلية كهربائية حرارية عالية، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في الإلكترونيات وأجهزة الاستشعار.
 - **الخصائص الضوئية الفريدة:** تتمتع بعض المواد النانوية مثل النقاط الكمومية بخصائص ضوئية فريدة، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في الليزر وأجهزة عرض LED.
- لا تزال تقنيات تصنيع المواد النانوية قيد التطوير، ويتم البحث عن طرق جديدة لتصنيع المواد النانوية بتكلفة أقل وخصائص أفضل [13].

وترجع أهمية الجسيمات النانوية إلى أنها تمثل جسر التواصل بين المواد الضخمة والهياكل الذرية والجزيئية. حيث أنه يجب أن يكون للمادة الضخمة خصائصاً فيزيائية ثابتة بغض النظر عن حجمها.

وحري بالذكر أن تقنية النانو لم تعد مجرد مادة للشائعات والرؤى المستقبلية، بل بدأت توليد تجارة حية، ومنتجات مفيدة، وأصبحت تلامس حياتنا بالفعل، وبطرق متعددة؛ لكونها هندسة على مستوى الجزيئات بهدف ابتكار مواد وأجهزة مفيدة. فيمكننا العثور على منتجات التقنية النانوية في السيارة التي تقودها، وفي دهان جدران المنازل التي نقطنها. كما أنها تسهم في تحسين تشخيص الأمراض، وتطوير مكونات مواد البناء والبلاستيك، وتمهد الطريق لتطورات أساسية في الإلكترونيات، وتقنية الحاسوب [13]..

جدول (1-2) أهمية المواد النانوية

المجال	الأهمية
تحسين خصائص المواد التقليدية	زيادة القوة. تحسين التوصيلية. زيادة مقاومة التآكل. تحسين الخواص البصرية.
تطوير تطبيقات جديدة	الطب: علاج السرطان، أنظمة توصيل الأدوية، الأجهزة الطبية. الطاقة: خلايا شمسية، بطاريات، كفاءة الطاقة. البيئة: معالجة المياه، تنقية الهواء، الطاقة النظيفة. الإلكترونيات: أجهزة أصغر وأسرع. الزراعة: تحسين الإنتاجية، تقنيات الري، مكافحة الآفات.
تقليل التأثير البيئي	تقليل استهلاك الطاقة لتقليل التلوث وتطوير تقنيات الطاقة النظيفة.
فتح آفاق جديدة للبحث العلمي	الفيزياء: دراسة خصائص المواد على المستوى الذري. الكيمياء: تقنيات كيميائية جديدة. البيولوجيا: دراسة العمليات البيولوجية على المستوى الجزيئي. علم المواد: مواد جديدة ذات خصائص فريدة.

1-4-2 مخاطر المواد النانوية:

تُعد المواد النانوية تقنية واحدة ذات إمكانيات هائلة، ولكن يجب توخي الحذر عند استخدامها. من المهم إجراء المزيد من البحث لفهم مخاطرها بشكل أفضل وتطوير تقنيات تضمن سلامتها، تناولت أعداد كبيرة من البحوث الحديثة التأثيرات الصحية لجسيمات النانو على صحة الإنسان، وقد بينت إمكانية تجمع هذه الجسيمات في الرئتين، الدماغ، الكلى، القلب، خلايا الدم، الجهاز العصبي المركزي، الكبد، الطحال، العظام وأعضاء أخرى، مما يشير بوضوح إلى السمية الكامنة التي تحملها هذه الجسيمات. كما وجد أن بعض أنواع الجسيمات النانوية لها تأثير محفز مما يعني أن لها القابلية على توليد الجذور الحرة والتي عادةً ما تولد الأورام السرطانية في كما قد تؤدي الجسيمات النانوية إلى حدوث الالتهابات مما يسبب ضعف مناعة الجسم ضد الجراثيم، وبسبب مساحتها السطحية الكبيرة بالنسبة إلى حجمها، فإن التفاعل أنسجة الجسم يكون شديداً

وبعض الأنسجة والسوائل قد تتكاثف على سطح المركبات والجسيمات النانوية مما قد يؤثر على آلية عمل بعض الأنزيمات والبروتينات.

جدول (1-3) مخاطر المواد النانوية [14].

المخاطر	التأثيرات
السمية	قد تكون بعض المواد النانوية سامة للخلايا البشرية قد تسبب أمراضاً مثل السرطان وأمراض الجهاز التنفسي
التأثيرات على البيئة	قد تتراكم المواد النانوية في البيئة وتسبب ضرراً للنظم البيئية. قد تلوث التربة والمياه
مخاطر السلامة	قد تكون بعض المواد النانوية قابلة للاشتعال أو الانفجار قد تشكل خطراً على الصحة والسلامة عند التعامل معها
مخاطر أخلاقية واجتماعية	قد تثير المواد النانوية مخاوف أخلاقية واجتماعية مثل: الخصوصية المساواة في الوصول إلى التكنولوجيا التأثيرات على الوظائف

1-5 هدف البحث:

يُعدّ علم المواد النانوية في التطبيقات الطبية مغامرة علمية مثيرة تُسعى لفهم خصائص المواد على مستوى النانو (جزء من المليار من المتر)، ويهدف البحث إلى التعرف على هذه التقنيات ومعالجة المشكلات التي تواجه تطوير علم النانو في الطب مستقبلاً.

الفصل الثاني

خصائص المواد النانوية

2-1 المقدمة:

نتناول في هذا الفصل خصائص المواد النانوية التي لها نظرة ثاقبة على عالم ضئيل الحجم هائل الإمكانيات تمثل المواد النانوية ثورة علمية هائلة، حيث تُقدم خصائص فريدة تميزها عن المواد ذات الأحجام الأكبر، مما يُتيح لها إمكانيات هائلة في مجالات شتى، هي تلك المواد التي تتراوح أبعادها بين 1 نانومتر و100 نانومتر. لنضع ذلك في سياقه، فإنّ نانومتراً واحداً يُعادل واحداً من بليون من المتر، أي أنّ حجم الجسيمات النانوية أصغر بكثير من قطر شعرة الإنسان.

تُعدّ المواد النانوية مجالاً بحثياً سريع النمو مع إمكانيات هائلة لتغيير حياتنا. بفضل خصائصها الفريدة، تُستخدم المواد النانوية في العديد من المجالات، وتُعدّ واحدة بتطورات ثورية في المستقبل.

2-2 خصائص المواد النانوية:

يمكن القول إنّ المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و100 نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجماً (أكبر من 100 نانومتر)، وتعدّ هذه المواد هي مواد البناء للقرن الحادي والعشرين وركن مهم من أركان تكنولوجيايات هذا القرن. وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر، وتختلف باختلاف نسبها، كأن تكون مواد (عضوية أو غير عضوية - طبيعية أو مصنعة)، عند تصنيع المواد بحجم النانو فإنّ التركيب الفيزيائي والتركيز الكيميائي للمواد الخام المستخدمة في التصنيع تلعب دوراً مهماً في خصائص المادة النانوية الناتجة، وهذا خلافاً لما يحدث عند تصنيع المواد العادية، وتتركب المواد عادة من مجموعة من الحبيبات والتي تحتوي على عدد من الذرات وقد تكون هذه الحبيبات مرئية أو غير مرئية للعين المجردة بناءً على حجمها، ويمكن ملاحظتها بواسطة الميكروسكوب، ففي هذه المواد يتفاوت حجم الحبيبات من مئات المايكرو مترات إلى سنتيمترات، أما في المواد النانوية فإنّ حجم الحبيبات يكون في حدود 1 - 100 نانومتر [15].

جدول (1-2) خصائص المواد النانوية [15].

أمثلة	الشرح	الخاصية
أنابيب الكربون النانوية، النقاط الكمومية، الجسيمات النانوية المعدنية.	تتراوح أبعاد المواد النانوية بين 1 نانومتر و 100 نانومتر.	الحجم
تُستخدم هذه الخاصية لتحسين التفاعلات الكيميائية وامتصاص الضوء.	تتمتع المواد النانوية بنسبة مساحة إلى حجم كبيرة، مما يعني أن لديها مساحة سطح كبيرة نسبيًا لحجمها.	نسبة المساحة إلى الحجم
تُستخدم هذه الخاصية في تصنيع الإلكترونيات الدقيقة وأجهزة الاستشعار.	يمكن أن تختلف الخصائص الإلكترونية للمواد النانوية عن خصائصها في الحجم الطبيعي.	الخصائص الإلكترونية
تُستخدم هذه الخاصية في تصنيع الطلاءات الشمسية والخلايا الشمسية وشاشات التلفزيون.	يمكن أن تشتت المواد النانوية الضوء أو تمتصه أو تتبعث منه بطرق مختلفة عن المواد في الحجم الطبيعي.	الخصائص البصرية
تُستخدم هذه الخاصية في تصنيع مواد خفيفة الوزن وعالية القوة.	يمكن أن تكون المواد النانوية أقوى وأكثر صلابة من المواد في الحجم الطبيعي.	الخصائص الميكانيكية
تُستخدم هذه الخاصية في تصنيع أنظمة تبريد أكثر كفاءة.	يمكن أن تختلف الخصائص الحرارية للمواد النانوية عن خصائصها في الحجم الطبيعي.	الخصائص الحرارية
تُستخدم هذه الخاصية لتحسين التفاعلات الكيميائية وتحفيز العمليات الكيميائية.	يمكن أن تختلف الخصائص الكيميائية للمواد النانوية عن خصائصها في الحجم الطبيعي.	الخصائص الكيميائية

ودراسة خصائص المواد النانوية والتأكد من تركيبها باستخدام عدد من الأجهزة والتقنيات العلمية من أهمها: المجهر

الإلكتروني الإنفاذي (TEM)، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، مجهر القوى الذرية (AFM) مع العوازل،

وحيود الأشعة السينية (XRD) الخ. تُعدّ المواد النانوية مجالاً سريع التطور له العديد من التطبيقات الواعدة في مختلف المجالات، وتُظهر هذه المواد خصائص فريدة تختلف عن خصائص المواد ذات الحجم الكبير، وتعتمد هذه الخصائص على نوع المادة وتركيبها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية [16].

3-2 أهم الخصائص:

1-3-2 خصائص بصرية:

تتأثر الخصائص البصرية [10] للمواد النانوية بحجمها وشكلها وتركيبها. وتشمل هذه الخصائص امتصاص الضوء وانعكاسه وانتقاله، بالإضافة إلى التآلق والتألق الضوئي والتشتت. يمكن للمواد النانوية أن تظهر خصائص بصرية فريدة بسبب حجمها وشكلها، مما قد يؤدي إلى تحسين أو تغيير الخصائص البصرية مقارنة بنظيراتها الكبيرة. على سبيل المثال، تظهر جسيمات الذهب النانوية تأثيرات رنين البلازمون السطحي الموضعي الفريدة (LSPR)، حيث يمكن أن يؤدي تفاعل الضوء مع الجسيمات النانوية إلى امتصاص قوي وتشتت الضوء عند أطوال موجية محددة. تُظهر المواد النانوية الأخرى، مثل النقاط الكمومية، خصائص فلورية تعتمد على الحجم،



شكل (1-2) خلايا شمسية نانوية [16].

حيث يعتمد الطول الموجي الانبعاثي للمادة على حجمها. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤثر كيمياء سطح المواد النانوية على خصائصها البصرية، مثل تغيير أطراف الامتصاص أو الانبعاث. بشكل عام، تتنوع الخصائص البصرية للمواد النانوية ويمكن ضبطها لتطبيقات مختلفة، مثل الاستشعار والتصوير والخلايا الكهروضوئية [16]. تختلف الخصائص الضوئية للنانو مواد عن الخصائص الضوئية للمواد التقليدية بسبب حجم وشكل الجسيمات النانوية، وهذا يترجم على مجموعة من الخصائص بما في ذلك:

- 1. الامتصاص:** مع انخفاض حجم الجسيمات، تزداد قدرتها على امتصاص الضوء في نطاق الطيف الإلكتروني مغناطيسي، وقد يؤدي هذا إلى زيادة الكفاءة الضوئية للمواد النانوية.
- 2. الانبعاث:** يتميز الانبعاث المنبعث من المواد النانوية بمدى أوسع من الأطوال الموجية، وغالبًا ما يستخدم ذلك في الإضاءة وعلم المواد.
- 3. التشتيت:** وتعني قدرة تشتيت الضوء من خلال المواد النانوية، مما يسمح بخلق ألوان مميزة وتصميمات جذابة.
- 4. الانعكاسية:** تنخفض قيمة الانعكاس البصري للمواد النانوية بمقدار انخفاض حجم الجسيمات.
- 5. التوهين:** يتغير الشكل الهندسي للجسيمات النانوية عند استخدامها كمواد توصيل وتغير كثافتها، مما يؤدي إلى تغيير في انعكاسها للضوء والتوهين الضوئي.
- 6. المجال الكهرومغناطيسي:** ونظرًا لحجم جسيمات النانوية، تزداد قدرتها على التأثير في الموجات الكهرومغناطيسية عند تعرضها للإشعاع الكهرومغناطيسي.

العوامل التي تؤثر على الخصائص البصرية للمواد النانوية:

جدول (2-2) العوامل التي تؤثر على الخصائص البصرية للمواد النانوية [13].

المؤثر	الخاصية
يؤثر حجم الجسيمات بشكل كبير على الخصائص البصرية للمواد النانوية.	حجم الجسيمات
يؤثر شكل الجسيمات بشكل كبير على الخصائص البصرية للمواد النانوية.	شكل الجسيمات
تؤثر مادة الجسيمات بشكل كبير على الخصائص البصرية للمواد النانوية.	مادة الجسيمات
يؤثر مؤشر انكسار المواد النانوية بشكل كبير على خصائصها البصرية.	مؤشر الانكسار
يؤثر تركيب المواد النانوية بشكل كبير على خصائصها البصرية.	التركيب

2-3-2 الخصائص الكهربائية:

تعد المواد النانوية مجالاً واعداً ذا إمكانيات هائلة لتطوير تقنيات جديدة ثورية في مختلف المجالات. وتشكل خصائصها الكهربائية الاستثنائية مفتاحاً لفهم سلوكها وتطوير تطبيقاتها العملية، مع التغلب على التحديات الحالية، ستصبح المواد النانوية عنصراً أساسياً في بناء مستقبل أكثر استدامة وازدهاراً. تتميز المواد النانوية بخصائص كهربائية فريدة تختلف عن خصائص نفس المواد بأحجامها الطبيعية [13].

واهم هذه الخصائص:

1. الموصلية: تعتمد الموصلية على نوع المادة وحجمها وشكلها وطريقة تصنيعها، يمكن أن تكون المواد النانوية موصلة أو شبه موصلة أو عازلة، على سبيل المثال، يمكن أن تكون أنابيب الكربون النانوية موصلة جيدة للكهرباء، بينما تكون النقاط الكمومية شبه موصلة. [12].

2. السعة: تتميز المواد النانوية بسعة أكبر من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة مساحة سطح

المادة النانوية، تُستخدم السعة العالية للمواد النانوية في تصنيع أجهزة التخزين، مثل المكثفات.

3. المقاومة: يمكن أن تكون مقاومة المواد النانوية أعلى أو أقل من مقاومة نفس المواد بأحجامها الطبيعية،

تعتمد المقاومة على نوع المادة وحجمها وشكلها وطريقة تصنيعها، تُستخدم المقاومة العالية للمواد النانوية في تصنيع أجهزة الاستشعار.

4. التأثيرات الكمومية: يمكن أن تُظهر المواد النانوية تأثيرات كمومية، مثل النفق الكمومي وتأثير هول

الكمومي، تُستخدم التأثيرات الكمومية في تصنيع الإلكترونيات الكمومية. [12].

ظواهر كهربائية متقدمة:

تُظهر بعض المواد النانوية ظواهر كهربائية مميزة مثل المقاومة السلبية والظواهر الكهرومغناطيسية والظواهر الكمومية، مما يُفتح آفاقًا جديدة للتطبيقات العملية. وهناك تطبيقات للخصائص الكهربائية في مختلف المجالات:

• **الإلكترونيات:** تُستخدم المواد النانوية في تصنيع الترانزستورات والوحدات والبطاريات وأجهزة إلكترونية أخرى ذات كفاءة عالية [14].

• **الطاقة:** تُستخدم المواد النانوية في تصنيع خلايا شمسية أكثر كفاءة، وتحسين أداء بطاريات تخزين الطاقة.

• **الطب:** تُستخدم المواد النانوية في توصيل الأدوية إلى الخلايا الحية، وتطوير تقنيات تشخيصية وعلاجية جديدة.

• **البيئة:** تُستخدم المواد النانوية في معالجة تلوث الهواء والماء، وتطوير تقنيات استدامة جديدة.

العوامل التي تؤثر على الخصائص الكهربائية للمواد النانوية:

1. **حجم الجسيمات:** تصبح أصغر حجمًا أقوى وأكثر صلابة.

2. **شكل الجسيمات:** الأنابيب النانوية أقوى من الكرات النانوية.

3. **بنية المادة:** البلورية أقوى من غير البلورية.

4. **عيوب المادة:** تجعل المادة النانوية أكثر هشاشة.

5. نوع المادة: المعدنية أقوى من البوليمرية.

2-3-3 الخصائص الميكانيكية:

تُعد المواد النانوية مجالًا واعدًا ذا إمكانيات هائلة لتطوير تقنيات جديدة ثورية في مختلف المجالات. وتُشكل خصائصها الميكانيكية الاستثنائية مفتاحًا لفهم سلوكها وتطوير تطبيقاتها العملية، مع التغلب على التحديات الحالية، ستُصبح المواد النانوية عنصرًا أساسيًا في بناء مستقبل أكثر استدامة وازدهارًا، تتميز المواد النانوية بخصائص ميكانيكية فريدة تختلف عن خصائص نفس المواد بأحجامها الطبيعية [15].

وأهم هذه الخصائص: -

1. القوة: تصبح المواد النانوية أقوى من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة عدد الروابط بين الذرات في المادة النانوية، على سبيل المثال، يمكن أن يكون أنبوب الكربون النانوي أقوى بـ 100 مرة من الفولاذ [16].

2. الصلابة: تصبح المواد النانوية أكثر صلابة من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة كثافة العيوب في المادة النانوية، مما يمنع انزلاق الطبقات الذرية على بعضها البعض.

3. اللدونة: تصبح بعض المواد النانوية أكثر مرونة من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة عدد الروابط بين الذرات في المادة النانوية.

4. الذاكرة الشكلية: تتميز بعض المواد النانوية بقدرة على استعادة شكلها الأصلي بعد تشوهها، يرجع ذلك إلى إعادة ترتيب الذرات في المادة النانوية عند تعرضها لضغط أو حرارة.

5. التخميد: تتميز بعض المواد النانوية بقدرة على امتصاص الطاقة بشكل أفضل من المواد بأحجامها الطبيعية،

يرجع ذلك إلى زيادة مساحة سطح المادة النانوية، مما يسمح بتشتت الطاقة بشكل أفضل.

العوامل التي تؤثر على الخصائص الميكانيكية للمواد النانوية:

جدول (2-3) العوامل التي تؤثر على الخصائص الميكانيكية للمواد النانوية. [16].

المؤثر	الخاصية
تصبح أصغر حجمًا أقوى وأكثر صلابة.	حجم الجسيمات
الأنابيب النانوية أقوى من الكرات النانوية.	شكل الجسيمات
البلورية أقوى من غير البلورية.	بنية المادة
تجعل المادة النانوية أكثر هشاشة.	عيوب المادة
المعدنية أقوى من البوليمرية.	نوع المادة

ومن التحديات التي تواجه المواد النانوية للخصائص الميكانيكية:

- التصنيع: يُعد تصنيع المواد النانوية بخصائص ميكانيكية محددة تحديًا رئيسيًا يواجه هذا المجال.
- التكلفة: لا تزال تكلفة تصنيع المواد النانوية مرتفعة نسبيًا، مما يُعيق انتشارها على نطاق واسع [17].
- الآثار الصحية والبيئية: يجب تقييم التأثيرات الصحية والبيئية للمواد النانوية بدقة لضمان استخدامها بشكل آمن وفعال.

2-3-4 الخصائص الحرارية:

وتُعدّ الخصائص الحرارية للمواد النانوية مجالاً بحثياً سريع التطور، حيث تُظهر هذه المواد سلوكاً حرارياً فريداً يختلف عن المواد ذات الحجم الكبير. تُعدّ المواد النانوية [16]. مجالاً واعدًا ذا إمكانيات هائلة لتطوير تقنيات جديدة ثورية في مختلف المجالات، وتُشكل خصائصها الحرارية الاستثنائية مفتاحاً لفهم سلوكها وتطوير تطبيقاتها

جدول (2-4) الخصائص الحرارية وأهميتها [17].

الخاصية	أهميتها
الموصلية الحرارية	تصبح المواد النانوية موصلة للحرارة بشكل أفضل من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة مساحة سطح المادة النانوية ووجود تأثيرات كمومية، على سبيل المثال، يمكن أن تكون المواع النانوية (سائل يحتوي على جزيئات نانوية) أكثر موصلية للحرارة من الماء.
السعة الحرارية	تتميز المواد النانوية بسعة حرارية أكبر من المواد بأحجامها الطبيعية، يرجع ذلك إلى زيادة مساحة سطح المادة النانوية، تُستخدم السعة الحرارية العالية للمواد النانوية في تصنيع مواد تخزين الطاقة الحرارية.
المقاومة الحرارية	يمكن أن تكون مقاومة المواد النانوية للحرارة أعلى أو أقل من مقاومة نفس المواد بأحجامها الطبيعية، تعتمد المقاومة الحرارية على نوع المادة وحجمها وشكلها وطريقة تصنيعها، تُستخدم المقاومة الحرارية العالية للمواد النانوية في تصنيع مواد عازلة للحرارة.
التأثيرات الكمومية	يمكن أن تُظهر المواد النانوية تأثيرات كمومية، مثل نفق الفونون، تُستخدم التأثيرات الكمومية في تصنيع أجهزة التبريد الكمومية.

العملية. مع التغلب على التحديات الحالية، ستُصبح المواد النانوية عنصرًا أساسيًا في بناء مستقبل أكثر استدامة وازدهارًا. تتميز المواد النانوية بخصائص حرارية فريدة تختلف عن خصائص نفس المواد بأحجامها الطبيعية [18].

العوامل التي تؤثر على الخصائص الحرارية للمواد النانوية:

1. حجم الجسيمات: تصبح أصغر حجمًا أكثر موصلية للحرارة.
2. شكل الجسيمات: الأنابيب النانوية أكثر موصلية من الكرات النانوية.
3. بنية المادة: البلورية أكثر موصلية من غير البلورية.
4. عيوب المادة: تقلل من الموصلية الحرارية.
5. نوع المادة: المعدنية أكثر موصلية من البوليمرية.

هناك عدد من التطبيقات للخصائص الحرارية وهي: -

- الإلكترونيات: تُستخدم المواد النانوية في تصنيع أنظمة تبريد أكثر كفاءة للمكونات الإلكترونية.
- الطاقة: تُستخدم المواد النانوية في تحسين كفاءة الخلايا الشمسية وتحويل الطاقة الحرارية إلى كهربائية.
- الطب: تُستخدم المواد النانوية في علاج الأورام السرطانية باستخدام الحرارة، وتطوير تقنيات تشخيصية وعلاجية جديدة. [18].

- البناء: تُستخدم المواد النانوية في تصنيع مواد بناء عازلة للحرارة.

2-3-5 الخصائص البيولوجية:

تُعدّ المواد النانوية، تلك المواد ذات الأبعاد النانوية (بين 1 و 100 نانومتر)، ثورة علمية تُعيد تعريف خصائص المواد على المستوى المجهرى. وتُظهر هذه المواد خصائص بيولوجية فريدة تختلف عن خصائص المواد ذات

الحجم الكبير، تعدّ المواد النانوية مجالاً سريع التطور له العديد من التطبيقات الواعدة في مختلف المجالات البيولوجية، وتعتمد هذه الخصائص على نوع المادة وتركيبها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية [19].

وتشمل هذه الخصائص:

1. التفاعل مع الخلايا الحية: يمكن للمواد النانوية التفاعل مع الخلايا الحية بطرق مختلفة، مثل: الارتباط

بمستقبلات محددة على سطح الخلية، الدخول إلى الخلية عبر الغشاء الخلوي، التأثير على وظائف الخلية.

2. توصيل الأدوية: يمكن استخدام المواد النانوية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا الحية، مثل: استخدام المواد النانوية

كحاملات للأدوية، توجيه الأدوية إلى خلايا محددة، تحسين فعالية الأدوية.

3. مكافحة السرطان: يمكن استخدام المواد النانوية لمكافحة السرطان، مثل: استخدام المواد النانوية لتوصيل

الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية، استخدام المواد النانوية لتدمير الخلايا السرطانية، استخدام المواد

النانوية لتشخيص السرطان [18].

4. التطبيقات الطبية الأخرى: يمكن استخدام المواد النانوية في العديد من التطبيقات الطبية الأخرى، مثل: تصنيع

أجهزة طبية جديدة، تحسين تقنيات التصوير الطبي، تطوير علاجات جديدة للأمراض.

5. التأثيرات البيئية: يمكن أن يكون للمواد النانوية تأثيرات إيجابية وسلبية على البيئة، مثل: استخدام المواد

النانوية في معالجة تلوث الهواء والماء، تطوير تقنيات زراعية جديدة، التأثير على صحة الكائنات الحية.

العوامل التي تؤثر على الخصائص البيولوجية للمواد النانوية: -

- نوع المادة: التركيب الكيميائي، الحجم، الشكل.
- خصائص السطح: مساحة السطح، الشحنة السطحية.
- خصائص التصنيع: طريقة التصنيع، ظروف التصنيع.

الفصل الثالث

تطبيقات المواد النانوية في الطب

3-1 المقدمة: -

نتناول في هذا الفصل تطبيقات المواد النانوية في علم الطب حيث تقدم إمكانيات هائلة لعلاج العديد من الأمراض وكذلك لتطوير أدوات وتقنيات طبية جديدة ذات كفاءة وفعالية غير مسبوقتين. وعلاج العديد من الأمراض المستعصية، ومع استمرار التطورات البحثية في هذا المجال، نتوقع أن نشهد المزيد من التطبيقات الطبية المُبتكرة لتقنيات النانو في السنوات القادمة، مما سيساهم في تغيير مسار الرعاية الصحية بشكلٍ جذري.

3-2 تطبيقات المواد النانوية في الطب:

يهدف طب النانو إلى توفير مجموعة قيمة من الأدوات البحثية بالإضافة إلى العديد من الأجهزة العلاجية المفيدة في المستقبل القريب، كما تتوقع مبادرة التقانة النانوية الوطنية The National Nanotechnology Initiative العديد من التطبيقات التجارية في مجال صناعة الدواء pharmaceutical industry والتي قد تتضمن أنظمة توصيل الدواء المتقدمة، العلاجات الجديدة، والتصوير في فيفو in vivo imaging. كما تعد كلٌ من الواجهات التفاعلية الإلكترونية العصبية والمستشعرات الأخرى القائمة على الإلكترونيات النانوية هدفاً آخر للأبحاث في مجال تقنية الطب النانوي، فيؤمن مجال الدراسة المستقبلية «التقانة النانوية الجزيئية» أن آلات إصلاح الخلية قد تحدث ثورة متوقعة في المجال الطبي [20].

كما يعد طب النانو مجالاً واسعاً للصناعة، حيث وصلت مبيعاته إلى ما يقارب 6.8 مليار دولار أمريكي خلال عام 2004، ويضم ذلك المجال أكثر من 200 شركة و38 منتج عبر أرجاء العالم، بتمويل لا يقل عن 3.8 مليار دولار أمريكي تستثمر في مجالي البحث والتنمية سنوياً، فمن المتوقع مع استمرار نمو صناعة طب النانو، أن يكون لها تأثيرها الهام على الاقتصاد العالمي، تُعد تقنية النانو ثورة علمية هائلة تُحدث تغييرات جذرية في مختلف المجالات، بما في ذلك الطب، فتحت تقنية النانو آفاقاً جديدة لعلاج الأمراض وتحسين صحة الإنسان من خلال إتاحة حلول مبتكرة للتحديات الطبية المعاصرة.

3-2-1 تطبيقات النانو في الطب

تُستخدم تقنية النانو في الطب بطرق متنوعة تشمل:

1- العمليات الجراحية:

تُستخدم تقنية النانو في العمليات الجراحية [21] بطرق متنوعة تشمل:

1. **تحسين دقة العمليات الجراحية:** تُستخدم الروبوتات النانوية للمساعدة في العمليات الجراحية الدقيقة، مثل جراحة الدماغ وجراحة العيون، تُستخدم المواد النانوية لتطوير أدوات جراحية جديدة أكثر دقة وفعالية، مثال على ذلك استخدام أجهزة الاستشعار النانوية لتحديد موقع الأورام السرطانية بدقة عالية.

2. **تقليل الأضرار الجانبية للعمليات الجراحية:** تُستخدم المواد النانوية لتطوير مواد قابلة للتحلل الحيوي لسدّ الجروح بعد العمليات الجراحية، تُستخدم أيضًا المواد النانوية لتوصيل الأدوية مباشرة إلى موقع الجرح، مما يساعد في تقليل الالتهابات والآلام. [20].

3. **تسريع عملية الشفاء:** تُستخدم المواد النانوية لتحفيز تجدد الخلايا والأنسجة بعد العمليات الجراحية، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية الذهبية لتحفيز تجدد خلايا الجلد، تُستخدم تقنية النانو لطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء والأنسجة لاستخدامها في عمليات الزرع.

4. **تحسين نتائج العمليات الجراحية:** تُستخدم تقنية النانو لتطوير أنظمة ذكية لمراقبة حالة المريض بعد العمليات الجراحية، تُستخدم أيضًا تقنية النانو لتطوير أنظمة روبوتية تُساعد الجراحين على إجراء العمليات الجراحية عن بعد. [21].

جدول (3-1) بعض الأمثلة واستخداماتها في العمليات الجراحية [21].

المثال	الاستخدام
جراحة الدماغ	استخدام الروبوتات النانوية لإزالة الأورام السرطانية من الدماغ. استخدام المواد النانوية لسدّ الأوعية الدموية المتضررة.
جراحة العيون	استخدام المواد النانوية لإصلاح القرنية. استخدام الليزر النانوي لعلاج إعتام عدسة العين.
جراحة القلب	استخدام المواد النانوية لإصلاح الصمامات القلبية. استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية إلى القلب. يُعد مجال تطبيقات النانو في العمليات الجراحية مجالاً سريع التطور، ويُتوقع أن يكون له تأثير كبير على سلامة وفعالية العمليات الجراحية في المستقبل.
نقل الدواء	<p>تُستخدم تقنية النانو في مجال نقل الدواء بطرق متنوعة تشمل:</p> <p>1. تحسين توصيل الدواء: تُستخدم المواد النانوية لنقل الأدوية بدقة عالية إلى الخلايا المستهدفة، يُساعد ذلك في تقليل الآثار الجانبية للأدوية وزيادة فعاليتها، مثال على ذلك استخدام liposomes (حويصلات نانوية) لنقل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية</p> <p>2. زيادة استقرار الدواء: تُستخدم المواد النانوية لحماية الأدوية من التلف، يُساعد ذلك في زيادة مدة صلاحية الأدوية وجعلها أكثر فعالية، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية البوليمرية لحماية الأدوية من التلف في المعدة.</p> <p>3. تقليل الآثار الجانبية للأدوية: تُستخدم المواد النانوية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا المستهدفة فقط، مما يساهم في تقليل الآثار الجانبية على الخلايا السليمة، مثال على ذلك استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية فقط.</p> <p>4. تحسين امتصاص الدواء: تُستخدم المواد النانوية لتحسين امتصاص الأدوية من خلال الجهاز الهضمي.</p> <p>يُساعد ذلك في زيادة فعالية الأدوية، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية الدهنية لتحسين امتصاص الأدوية المضادة للسرطان.</p> <p>5. تحسين استهداف الدواء: تُستخدم المواد النانوية لتصنيع أنظمة ذكية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا المستهدفة.</p> <p>يُساعد ذلك في زيادة فعالية الأدوية وتقليل الآثار الجانبية</p>

بعض الأمثلة على تطبيقات النانو في نقل الدواء :

1. علاج السرطان:

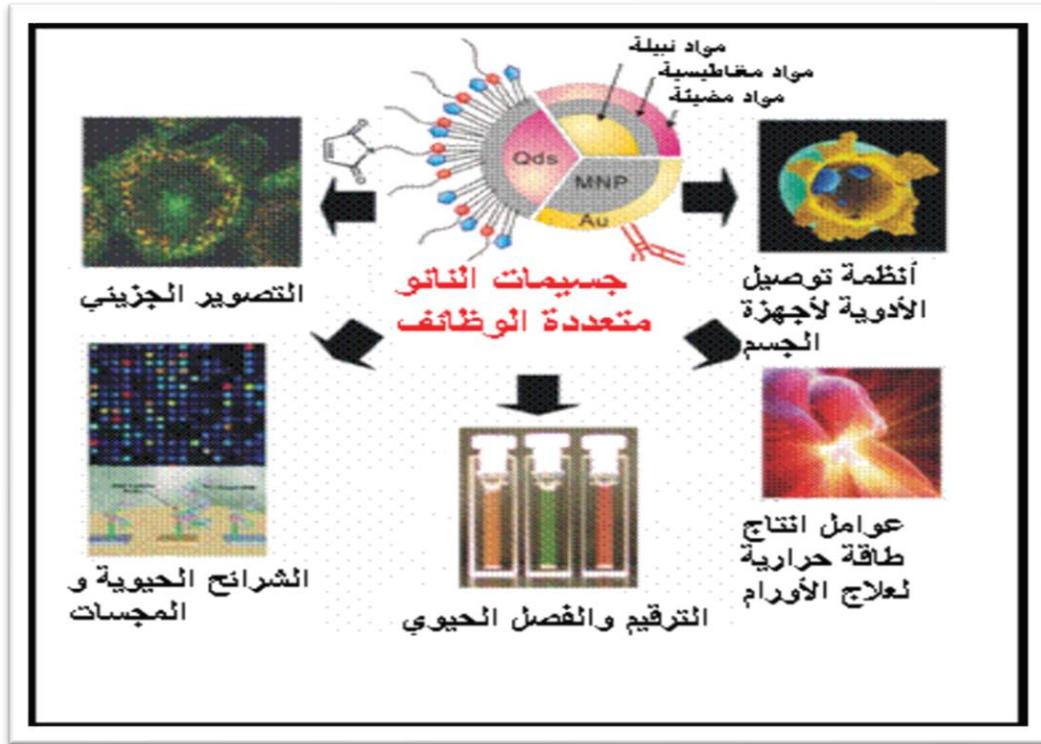
- استخدام liposomes (حوصلات نانوية) لنقل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية.
- استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للسرطان عبر حاجز الدم الدماغي.

2. علاج أمراض القلب:

- استخدام الجسيمات النانوية الدهنية لتحسين امتصاص الأدوية المضادة للكوليسترول.
- استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للالتهابات إلى القلب.

3. علاج أمراض الجهاز التنفسي:

- استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للالتهابات إلى الرئتين.
- استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للفيروسات إلى الرئتين.



شكل (1-3) بعض تطبيقات النانو في الحقل الطبي [22].

3- معالجة الأمراض:

تستخدم تقنية النانو في معالجة الأمراض بطرق متنوعة تشمل:

1. توصيل الأدوية: تُستخدم المواد النانوية لنقل الأدوية بدقة عالية إلى الخلايا المستهدفة، يُساعد ذلك في تقليل الآثار الجانبية للأدوية وزيادة فعاليتها، مثال على ذلك استخدام liposomes (حويصلات نانوية) لنقل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية، تُستخدم أيضًا أنظمة النانو لتوصيل الأدوية لعلاج الأمراض الأخرى، مثل: أمراض القلب والتهاب المفاصل والتهابات الجهاز التنفسي، تُطور أنظمة نانوية جديدة تُتيح توصيل الأدوية عبر الأغشية الحيوية، مثل حاجز الدم الدماغي، لعلاج الأمراض التي يصعب علاجها.

2. التشخيص: تُستخدم المواد النانوية لتطوير أدوات تشخيصية جديدة تتميز بدقة وكفاءة عالية، مثال على ذلك استخدام نانو جزيئات مغناطيسية للكشف عن الأورام السرطانية في مراحلها المبكرة، تُستخدم أيضًا المواد النانوية لتطوير اختبارات تشخيصية سريعة وسهلة الاستخدام، مثل اختبارات الدم والبول. تُستخدم تقنية النانو لتطوير أجهزة استشعار نانوية للكشف عن الملوثات البيئية والسموم في الغذاء.

3. العلاج: تُستخدم المواد النانوية لعلاج الأمراض بطرق جديدة وفعالة، مثال على ذلك استخدام النقاط الكمومية لتدمير الخلايا السرطانية باستخدام الضوء، تُستخدم أيضًا المواد النانوية لعلاج أمراض أخرى، مثل (أمراض القلب والتهاب المفاصل والتهابات الجهاز التنفسي)، تُستخدم تقنية النانو لعلاج الأمراض الوراثية من خلال استهداف الجينات المُسببة للمرض.

4. هندسة الأنسجة: تُستخدم المواد النانوية لتصنيع مواد جديدة لزراعة الأعضاء والأنسجة، مثال على ذلك استخدام أنابيب الكربون النانوية لتصنيع هياكل عظمية اصطناعية، تُستخدم أيضًا المواد النانوية لتصنيع مواد قابلة للتحلل الحيوي لزراعة الأعضاء والأنسجة، مثل (القلب والكبد والجلد)، تُستخدم تقنية النانو لطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء والأنسجة باستخدام مواد نانوية حيوية.

5. الطب التجديدي: تُستخدم المواد النانوية لتحفيز تجديد الخلايا والأنسجة، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية الذهبية لتحفيز تجديد خلايا الجلد، تُستخدم أيضًا المواد النانوية لعلاج أمراض القلب والتهاب المفاصل والتهابات الجهاز التنفسي، تُستخدم تقنية النانو لطباعة ثلاثية الأبعاد للأعضاء والأنسجة باستخدام مواد نانوية حيوية.

6. الطب الشخصي: تُستخدم المواد النانوية لتطوير أدوية وعلاجات مصممة خصيصًا لاحتياجات كل مريض، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا السرطانية مع تجنب الخلايا السليمة، تُستخدم أيضًا تقنية النانو لتطوير أدوية وعلاجات جديدة لعلاج الأمراض النادرة.

يُعد مجال تطبيقات المواد النانوية في الطب مجالًا سريع التطور، ويُتوقع أن يكون له تأثير كبير على صحة الإنسان في المستقبل.

من أهم التحديات التي تواجه استخدام المواد النانوية في معالجة الأمراض:

- ضمان سلامة المواد النانوية للاستخدام البشري.
- تطوير طرق لتصنيع المواد النانوية بخصائص محددة.
- فهم أفضل للآليات التي تتفاعل بها المواد النانوية مع الجسم البشري.

3-3 الاستنتاج

نستنتج من هذا البحث أن علم النانو ثورةً في عالم الطب.

علم النانو: مجالٌ علميٌّ متعدد التخصصات يدرس خصائص المواد على مقياس النانو، أي بمقياس مليار جزء من المتر. يُقدم هذا العلم إمكانيات هائلة لتحسين وتطوير مجالاتٍ مختلفة.

استنتاجات علم النانو: فهمٌ عميقٌ للعالم يُساعد علم النانو على فهم أفضل للعالم من حولنا، من خلال دراسة سلوك المواد على مقياس نانوي، تطوير موادٍ جديدة يُمكن أن يُساعد علم النانو على تطوير موادٍ جديدة ذات خصائص فريدة، مثل:

- القوة:
- الخفة:
- الموصلية:
- القدرة على توصيل الأدوية:

وأيضاً يساعد علم النانو على تحسين تقنيات موجودة مثل:

• التشخيص:

• العلاج:

• الوقاية من الأمراض:

• استخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد:

• طباعة الأعضاء

• طباعة الأدوية

• طباعة الأجهزة الطبية

مستقبل علم النانو في الطب يُتوقع أن يحدث علم النانو ثورة في الطب خلال السنوات القادمة.

بعض التحديات التي تواجه علم النانو في الطب:

• السلامة

• التكلفة

• الأخلاقيات

• نقاط إضافية

يُمكن أن يُساعد علم النانو على تطوير علاجاتٍ جديدةٍ لأمراضٍ صعبة العلاج، مثل:

• السرطان

• أمراض القلب

• الأمراض العصبية

يُمكن أن يُساعد علم النانو على تحسين جودة حياة المرضى، يُمكن أن يُساعد علم النانو على تقليل تكاليف

الرعاية الصحية.

3-4 الدراسات المستقبلية:

يُمثل علم النانو ثورة حقيقية في مجال الطب، حاملاً معه إمكانيات هائلة لعلاج مختلف الأمراض وتحسين صحة الإنسان، ونستعرض هنا بعضاً من أهم الدراسات المستقبلية في هذا المجال:

1. العلاج الجيني:

- استخدام الجسيمات النانوية لإيصال المادة الوراثية إلى الخلايا المستهدفة بشكل دقيق وفعال.
- علاج الأمراض الوراثية مثل السرطان وأمراض الدم.
- تصميم أعضاء وأنسجة اصطناعية.

2. الطب الشخصي:

- استخدام تقنيات النانو لتطوير أدوات تشخيصية أكثر دقة لفهم الاختلافات الجينية الفردية.
- تصميم علاجات مخصصة لكل مريض بناءً على احتياجاته الجينية.
- تحسين فعالية العلاج وتقليل الآثار الجانبية.

3. هندسة الأنسجة:

- استخدام المواد النانوية لبناء هياكل ثلاثية الأبعاد تحاكي الأنسجة الحية.
- إصلاح الأنسجة التالفة أو استبدالها في حالات مثل أمراض القلب والتهاب المفاصل.
- زراعة الأعضاء مثل الكبد والكلية.

4. مكافحة العدوى:

- تطوير مضادات حيوية جديدة أكثر فعالية لمكافحة البكتيريا المقاومة للأدوية.
- تصميم لقاحات جديدة لمنع الأمراض المعدية.
- تعزيز جهاز المناعة لمحاربة العدوى.

5. الطب التجديدي:

- استخدام تقنيات النانو لتجديد الخلايا التالفة في الجسم.
- علاج الأمراض التنكسية مثل مرض الزهايمر ومرض باركنسون.
- إطالة عمر الإنسان وتحسين جودة حياته.

المصادر

المصادر العربية:

1. محمد عبد المقصود، تقنية الإلكترونيات الرقمية، دار الكتاب الحديث، 2014.
2. محمد عبد المقصود، تقنية اللببات الإلكترونية (Lamps)، دار الكتاب الحديث، 2016.
3. هبة عبد الرحمن، علم النانو: ثورة في عالم الصناعة"، دار المعرفة، 2018.
4. ريتشارد فيمان فهم النانو تكنولوجي، ترجمة: د. محمد فتحي عبد العال، دار عالم الكتب، 2019.
5. ماريان ريبولد، أسرار السيف الدمشقي، سيرنكر للنشر 2018.
6. تشارلز بيتس، إلى داخل الحاسوب: رحلة عبر عالم الإلكترونيات الرقمية، دار عالم الكتاب، 2022.
7. تشارلز بول، علم النانو، ترجمة د. محمد عبد الوهاب، دار المرصد، 2014.
8. إعلان مؤتمر - جامعة الزقازيق نسخة محفوظة 25 مارس 2023 على موقع واي باك مشين.
9. محمد فتحي عبد العال، علم النانو: التطبيقات والمخاطر، دار عالم الكتب، 2020.
10. عبد الرحمن محمد علي، الطب النانوي: علم جديد لعلاج الأمراض، دار المعرفة الجامعية، 2020.
11. د. محمد شريف الاسكندراني، تكنولوجيا النانو من اجل غد أفضل، 2014.
12. أحمد محمد عبد الرحمن، النانو تكنولوجيا ودورها في حياتنا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2021.
13. العلي- ليلي صالح، الاسكندراني، محمد شريف، القطان، محمد، عبد الحميد، أحمد. التقانة النانوية: مسيرة وتطبيقات - التقانة النانوية لدفع قاطرة التنمية - التقانة النانوية والصناعات النفطية - النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير. مجلة التقدم العلمي. الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي. العدد 66، صفحات 25-33 (أكتوبر 2018 م).

المصادر الأجنبية:

14. Richard Smalley, "The World on the Brink: Nanotechnology and the Changing Face of Humanity", Oxford University Press, New York, USA, 2022.
15. Edelstein, & others, Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Institute of Physics Publishing, Bristol, 2021.
16. T. L. Tansley & others, Advanced Electrical Phenomena in Nanomaterials, Springer, 2022.
17. E. W. Wong, Mechanical Properties of Nanomaterials, Elsevier, 2020.
18. M. F. Ashby, P. J. Ferreira, and D. R. H. Jones. Nanomaterials, Engineering and Applications, Butterworth-Heinemann, 2020.
19. T. L. Tansley & others, Advanced Electrical Phenomena in Nanomaterials, Springer, 2020.
20. J. R. Greer, Mechanical properties of nanomaterials, Nature Publishing Group, 2021.

21. Dr. Daniel J. Smith, *Nanomaterials: Applications in Biology and Medicine*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2022.
22. Dr. Robert A & others, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Applications*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2022.
23. Dr. James Giordano, *Nanotechnology in Surgery*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2022.